

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KIVIRMA VE KAYNAK MAKİNESİ OTOMASYONU

Makine Müh. Ahmet YILDIZ

FBE Makine Teorisi Sistem Dinamiği ve Kontrol Anabilim Dalı Programında Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Tez Danışmanı
Jüri Üyeleri**

: Prof. Dr. İsmail YÜKSEK
: Prof.Dr. Ahmet Dursun ALKAN
: Y.Doç.Dr. Tamer KEPÇELER

İSTANBUL, 2006

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	v
KISALTMA LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ	1
2. PASLANMAZ ÇELİKLERİN KAYNAĞI	2
2.1 Paslanmaz Çeliklerin Genel Özellikleri	2
2.1.1 Ferit Oluşturan Elementler	3
2.1.2 Östenit Oluşturan Elementler	3
2.1.3 Nötr Elementler	3
2.2 Paslanmaz Çeliklerin Kaynak Kabiliyeti	4
2.2.1 Ferritik Paslanmaz Çelikler	4
2.2.2 Martenzitik Paslanmaz Çelikler	7
2.2.3 Östenitik Paslanmaz Çelikler	7
2.2.4 Çökeltme Yoluyla Sertleşebilen Paslanmaz Çelikler	8
2.2.5 Çift Fazlı Paslanmaz Çelikler	9
2.3 Kaynak Yönteminin Seçilmesi	9
2.3.1 Örtülü Elektrot Kaynağı	9
2.3.2 Gaz Altı (MIG) Kaynağı (GMAW - Gaz Metal Ark Kaynağı)	10
2.3.3 Özlü Tel Ark Kaynağı	11
2.3.4 TIG Kaynağı (GTAW-Gaz Tungsten Ark Kaynağı)	11
2.3.5 Tozaltı Kaynağı	11
2.4 TIG Kaynağı Yöntemi ve Kaynak Hızının Belirlenmesi	12
2.4.1 Kaynak Hızı Hesabı	15
2.4.2 TIG/ARC 250 DC - İnvörtör TIG Kaynak makineleri	16
3. MEKANİK SİSTEMİN TASARIMI	17
3.1 Yuvarlama Kalıpları	17
3.2 Yuvarlama işleminin operasyonları	19
4. HİDROLİK SİSTEMİN TASARIMI	20

4.1	Hidrolik Sistem Devre Şeması.....	20
4.2	Yuvarlama Operasyonunda Kullanılan Hidrolik Sistemin Elemanları	21
4.2.1	Pompa Seçimi	21
4.2.2	Çift Etkili Hidrolik Silindirler	22
4.2.3	Kısma Valfi.....	26
4.2.4	Yönlendirme Valfleri.....	27
4.2.5	Basınç Sensörleri	28
4.2.6	Pilot Uyarılı Sıfırlamalı Basınç Emniyet Valfi.....	29
5.	PNÖMATİK PİSTONUN KONTROLÜ	30
5.1	Pnömatik Sistem Devre Şeması.....	30
5.2	Kaynak Torçunun Taşınmasında Kullanılan Pnömatik Sistemin Elemanları	31
5.2.1	Tek Yönlü Akış Kontrol Valfi.....	31
5.2.1.1	Hız Ayarlaması	31
5.2.2	Çift Etkili Pnömatik Silindir.....	32
5.2.3	Ön Kumandalı Çift Selenoidli 5/2 Yönlendirme İmpuls Valfi.....	33
6.	KAYNAK İÇİN GEREKLİ DOĞRUSAL HAREKETİN SAĞLANMASI.....	34
6.1	Dairesel Hareketten Doğrusal Harekete Geçiş Teknikleri.....	34
6.1.1	Bilyalı Vidalar	34
6.1.2	Miller ve Lineer Rulmanlar	34
6.1.3	Dairesel Rulmanlar	35
6.1.4	Kaplinler	36
6.1.5	Eksenlerin Motorlarla Tahrik Edilmesi	36
6.2	Hareket Sağlayıcılar (Adım Motorları).....	38
6.2.1	Adım Motorları	38
6.2.2	Adım Motoru Tipleri	41
6.2.2.1	Kademeli Adım Motorları	41
6.2.2.2	Sabit Mıknatıslı Adım Motorları.....	41
6.2.2.3	Hibrid Adım Motorları.....	42
6.2.3	Bobin Tahrikli Adım Motoru Tipleri	43
6.2.3.1	Ünipolar Adım Motorları	43
6.2.3.2	Bipolar Adım Motorları	44
6.2.4	Adım Motorlarına Ait önemli Parametreler.....	45
6.2.4.1	Çözünürlük	45
6.2.4.2	Doğruluk	45
6.2.4.3	Tutma Momenti	45
6.2.4.4	Tek Adım Tepkisi	45
6.2.4.5	Sürekli Rejimde Maksimum Yük Momenti Eğrisi	46
6.2.4.6	Kalkışta Maksimum Yük Momenti Eğrisi	46
6.2.5	Adım Motoru Sürme	47
6.2.5.1	Ünipolar Sürme.....	47
6.2.5.2	Bipolar Sürme	48
6.2.6	Akım Kontrolü.....	48
6.2.7	Adım Motoru Sürücü Uygulaması.....	48
6.2.7.1	GS-D200S Bipolar Adım Motoru Sürücü Modülü.....	48
6.2.7.2	Adım Motoru Sürücü Kartı.....	50
7.	SİSTEMİN PLC İLE KONTROLÜNÜN SAĞLANMASI	51
7.1	PLC'ler Hakkında Genel Bilgi	51

7.1.1	PLC (Programlanabilir Lojik Kontrolcü) Giriş	51
7.1.2	PLC Nedir?	52
7.1.3	PLC Sistemlerinin Avantajları.....	52
7.1.3.1	PLC ile Röleli Sistemlerin Karşılaştırılması.....	53
7.1.3.2	PLC'ler ile Bilgisayarlı Kontrol Sistemlerinin Karşılaştırılması.....	53
7.1.4	PLC'lerin Genel Kullanım Amacı	55
7.1.5	PLC'lerin Genel Uygulama Alanları	56
7.1.5.1	Sıra(Sequence) Kontrol	56
7.1.5.2	Hareket Kontrolü	56
7.1.5.3	Süreç Denetimi	57
7.1.5.4	Veri Yönetimi	57
7.1.6	PLC' nin Yapısı	58
7.1.6.1	Güç Kaynakları	59
7.1.6.2	Merkezi İşlem Birimleri (CPU's).....	59
7.1.6.3	Dijital Giriş/Çıkış Birimleri.....	61
7.1.6.4	Analog Giriş/Çıkış Birimleri	62
7.1.6.5	Akıllı Giriş/Çıkış Modülleri	63
7.1.6.6	Özel Modüller.....	63
7.1.6.7	Haberleşme Modülleri	63
7.1.6.8	Kartların Takıldığı Raflar	64
7.1.7	PLC Programlama	64
7.1.7.1	Bilgisayar Programlarıyla PLC Programlarının Farkı.....	64
7.1.7.2	Programlama Açısından PLC'nin Bilgisayara Göre Avantajları.....	65
7.1.8	Standart Programlama	65
7.1.8.1	Lojik Kapı Gösterimi (CSF).....	66
7.1.8.2	Kontak Planı Gösterimi (LAD)	66
7.1.8.3	Komut Listesinin Gösterimi	67
7.1.9	Programlama.....	67
7.1.9.1	VE (AND) İşlemi.....	68
7.1.9.2	VEYA (OR) İşlemi	68
7.1.9.3	VE DEĞİL (AND NOT) İşlemi	69
7.1.9.4	VEYA DEĞİL (OR NOT) İşlemi.....	69
7.2	Sistemin PLC ile Kontrolü	70
7.2.1	Sistemin Çalışma Prensipleri.....	70
7.2.2	Step 7 –Micro/Win 32 programı ile ladder diyagramı metoduyla sistemin programlaması	75
SONUÇLAR.....		94
KAYNAKLAR.....		95
Ataşımşek S. (1977), Sac Kalıpları , Bursa,.....		95
EKLER		96
ÖZGEÇMİŞ.....		100

SİMGE LİSTESİ

A	: Kesit Alanı
Al	: Alüminyum
C	: Karbon
Cr	: Krom
d	: Piston çapı
F	: Kuvvet
Fe	: Demir
Nb	: Niobyum
mA	: Mili amper
ms	: Mili saniye
Mo	: Molibden
Mn	: Mangan
Q	: Debi
p	: Basınç
P	: Güç
Ta	: Tantal
Ti	: Titanyum
V_{kaynak}	: Kaynak Hızı
V_m	: Motor Voltajı
γ_n	: Pompa verimi
η_h	: Hidrolik verim
η_{hm}	: Hidromekanik verim

KISALTMA LİSTESİ

AC	Alternatif Akım
AISI	American Iron and Steel Institute
CNC	Computerized Numerical Control
CPU	Central Processing Unit (Merkezi işlem ünitesi)
CSF	Control System Flowchart
DC	Doğru Akım
GB	Gigabyte
ITAB	Isı Tesiri Altındaki Bölge
LAD	Ladder Diagram MIG
MB	Megabyte
PC	Personal Computer
PID	Proportional-Integral-Derivative (Orantı-İntegral-Türev)
PLC	Programmable Logic Controller(Programlanabilir Lojik Kontrolcü)
PWM	Pulse Width Modulation
STL	Statement List
TIG	Tungsten Inert Gas
UNS	Unified Numbering System

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Kaynak yöntemiyle paslanmaz çelik boru kaynağı.....	14
Şekil 2.2 TIG yönteminde kullanılan alın, köşe tipi kaynaklara ait parametreler.....	14
Şekil 2.3 TIG Kaynak Makinesi.....	16
Şekil 3.1. Sac Kıvrırma Operasyonları.....	17
Şekil 3.2.a Kıvrırma Kalıbı Alt.....	18
Şekil 3.2.b. Kıvrırma Kalıbı Üst.....	18
Şekil 3.3 Nomogram.....	18
Şekil 3.4.a Yuvarlama işlemi operasyonları.....	19
Şekil 3.4.b Yuvarlama işlemi operasyonları.....	19
Şekil 4.1 Hidrolik Sistem Devre Şeması.....	20
Şekil 4.2 Çift Etkili Silindir.....	23
Şekil 4.3 Çift Etkili Silindir Hidrolik Şeması.....	24
Şekil 4.4 Kıasma Valfi.....	26
Şekil 4.5 4/3 – yönlendirme valfi , orta konumda tüm kapılar kapalı.....	28
Şekil 4.6 Dijital Basınç Sensörü.....	29
Şekil 5.1 Pnömatik Sistem Devre Şeması.....	30
Şekil 5.1 Tek Yönlü Akış Kontrol Valfi.....	31
Şekil 5.2 Çift Etkili Pnömatik Silindir.....	32
Şekil 5.3 Selenoid Kumandalı 5/2 Yönlendirme,İmpuls Valfi.....	33
Şekil 6.1 Bilyalı Vida.....	34
Şekil 6.2 Miller ve Lineer Rulmanlar.....	35
Şekil 6.3 Dairesel Rulmanlar.....	35
Şekil 6.4 Kaplin.....	36
Şekil 6.5 Step Motor Vidalı mil.....	36
Şekil 6.6 Vida Adımı.....	37
Şekil 6.7 Step Motor.....	38
Şekil 6.8 Kademeli adım motoru.....	41
Şekil 6.10 Hibrid adım motorunun yapısı.....	42
Şekil6.11 Ünipolar adım motorunun yapısı.....	43
Şekil 6.12 Ünipolar adım motorunun bobinindeki akımın ters yöne çevrilmesi.....	43
Şekil 6.13 Ünipolar sürüm sırası.....	44
Şekil 6.14 Bipolar adım motorunun yapısı.....	44
Şekil 6.16 Ünipolar Sürme.....	47
Şekil6.17 Bipolar sürme.....	48
Şekil 6.18 GS-D200S adım motoru sürücü modülünün blok diyagramı.....	49
Şekil 6.19 GS-D200S adım motoru sürücü modülünün tipik bir uygulaması.....	49
Şekil 7.2 CPU 944'ün iç yapısı.....	60
Şekil 7.3 Sistemin başlangıç konumu.....	71
Şekil 7.4 1 ve 2 numaralı piston parçayı U haline getirir.....	71
Şekil 7.5 3 numaralı silindir parçaya O formunu verir.....	72
Şekil 7.6 3 numaralı silindir , basınç sensörü ayarlanan değeri gösterdiğinde kalkar.....	72
Şekil 7.7 Pnömatik piston ileri hareketi.....	73
Şekil 7.8 Kaynak Makinesi Devrede , Vidalı Mil İlerliyor.....	73
Şekil 7.7. Pnömatik piston geri gelir . Step Motor Yönü değişir.....	74
Şekil 7.10 Sistem başlangıç konumuna geri döner.....	74

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 Ferritik Paslanmaz Çeliklerin Nominal Kimyasal Analiz Değerleri.....	6
Çizelge 2.2 250 DC TIG Kaynak Makinesi Teknik Bilgileri.....	16
Çizelge 4,1 Yuvarlama Operasyonunda Kullanılan Hidrolik Sistemin Elemanları	21
Çizelge 5.1 Pnömatik Sistemde Kullanılan Elemanlar.....	31
Çizelge 6.1 Harkon GSD bağlantı noktaları	50

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, otomobillerin egzoz susturucularının iç kısmında kullanılan paslanmaz çelik boruların hidrolik pres sayesinde sac parçadan yuvarlama işlemiyle imali, ve ardından TIG kaynak yöntemiyle kaynak edilmesi gerçekleştirilmiştir. PLC yardımıyla sistemde bulunan hidrolik sistem, pnömatik piston, vidalı mil – step motor ve kaynak makinesi kontrolü gerçekleştirilmiştir.

Eğitim hayatımdaki en önemli kişi olan Sayın Prof.Dr. İsmail YÜKSEK'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmada benden desteğini esirgemeyen İKA Ltd.Şti. sahibi Aykut DERELİ'ye ve hayatım boyunca bana destek olan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

ÖZET

Hızlı sanayileşme ve hızlı tüketimin bir sonucu olarak, farklı sınıflarda bulunan ürünlere olan talep her geçen gün artmaktadır. Bununla birlikte, ürüne erişme süresinin mümkün olduğunca kısa olması beklenmektedir. Dolayısıyla imalat sistemlerinde gelişmeler olması kaçınılmazdır. Günümüzde özellikle hata oranlarındaki hedeflerin sıfır olmasıyla hemen her işletmede makineler kısmi ya da tam otomasyona geçiş süreci yaşamaktadır.

Otomasyonun sanayiye girme süreci işçilik maliyetlerini düşürürken, dünya çapında bir üretim hızı kazandırmakta ve 24 saat kesintisiz üretim yapma imkânı tanımaktadır. Örneğin kaynak otomasyonu kullanan otomotiv sanayisinde, kaynak emniyeti uluslararası standartlarda yapılırken, otomasyon yatırımının geri dönüş süresi, kapasiteyi tam kullanabilme miktarlarına göre oldukça kısalmaktadır.

Bu çalışmada, otomobillerde kullanılan egzoz sistemini oluşturan, paslanmaz çelik boruların sac levhadan imal edilmesi ve TIG kaynak yöntemi ile kaynak edilmesi işlemlerinin otomasyonu ele alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Sac levhadan boru üretimi, PLC ile makine otomasyonu, Paslanmaz Çeliklerin Kaynağı.

ABSTRACT

As a result of fast industrialization and fast consumption, the demand for the different types of products increases day by day. Nonetheless, the period to reach the product is expected to be in a very short time. So, it is unavoidable to be developments in manufacturing systems. Nowadays, in the enterprises, especially the enterprises which work with zero error rates, the machines live the process of transition towards the partial or full automation.

The process of using automation in industry causes the decreases in labor costs, enables to reach a worldwide production rate and gives the opportunity to make uninterrupted production. For example, in automotive industry which uses welding automation, welding safety must be done according to the international standards. So, the return period of automation investment is getting fairly shorter according to the quantities of using production in full capacity.

In this study, it's been handled the transition of tube from sheet metal, which is produced from stainless steel, into conduit, which composes the exhaust system in automobiles, and the automation of these tubes' welding operations with TIG welding methods .

Keywords : Tube manufacturing from sheet metal , machine automation with PLC , Welding of Stainless Steel

1. GİRİŞ

Yaşamın kaynağı güneş ise çağdaşlaşmanın, üretimi arttırmanın, verimliliği çoğaltmanın kaynağı da otomasyondur. Sanayi devriminin başlarında üretim tek başına yeterliydi fakat dünyanın her tarafının açık bir pazar haline gelmesiyle rekabetçi koşullar altında üretimi standart, hızlı, güvenli ve verimli hale getirmek bir zorunluluk haline geldi. Sanayide bunu karşılamanın yegâne yolu otomasyondur. Otomasyonu dar anlamda otomatik kontrol olarak tanımlayabiliriz. Geniş anlamda ise işin insan ile donanım arasında paylaşılmasıdır. Toplam işin paylaşım yüzdesi otomasyon düzeyini belirler. Düşük düzey işlerin çoğunluğunun insan tarafından, yüksek düzey ise makineler tarafından yapıldığı durumu anlatır. Ancak işlerin nitel açıdan paylaşımı da önem taşır. İşi yapabilmek için enerjinin yanı sıra düşünceye de gereksinim bulunur. Otomasyonun ilk ortaya çıkışı endüstri devriminin hemen ardından olmuş ve kas gücünün yerini alan düzenekler geliştirilmiştir. Ancak salt kas gücünü ikame etmek insanı işten soyutlamamaktadır. Günümüzün nitelikli iş ortamını otomatize edebilmek için insan yerine düşünebilen, hatta bu işi insandan daha iyi yapabilen sistemler oluşturmak gerekmektedir. Yapay zekâ olarak ifade edilen bu çalışma alanı sadece üretim sektörünü değil, savaş endüstrisini ve sosyal yaşamı da etkileyecek buluş ve uygulamalarla ilgilenmektedir. Otomasyon öncesi dönemde işin nitel ve nicel sınırları insan tarafından belirlenmekteydi. Ancak otomasyon veya teknoloji insanın bazı yetersizliklerini giderebilecek, böylelikle üretim sınırlarını çok daha genişletmeyi sağlayacak bir düzeye gelmiştir. Bu yetersizlikler insanın tepki süresinin uzunluğu, insanın veri işleme kapasitesinin sınırlı olması, insanın iş üretme hızının düşüklüğü, insanın tekrarlı işlerde tutarlılığı sürdürmeyiip sapmalara neden olması ve insanın konsantrasyon süresinin kısalığıdır. Günümüzde bu yetersizliklerin giderilmesini sağlayan pek çok çözüm uygulanmaktadır. Ancak yine de otomasyon sistemleri çok basit işlerde, örneğin portakal soyma ve çok karışık işlerde, örneğin uçak kullanımı, insanın yerini tamamen alamamaktadır.

Tezde , Toyota otomobillerinde kullanılan egzoz sistemini oluşturan, paslanmaz çelikten imal edilen boruların sac levha şeklinden boru haline getirilmesi ve TIG kaynak yöntemi ile kaynak işleminin otomasyonu gerçekleştirilecektir.

2. PASLANMAZ ÇELİKLERİN KAYNAĞI

2.1 Paslanmaz Çeliklerin Genel Özellikleri

Paslanmaz çelikler; içerisinde en az % 10,5 oranında (ağırlıkça) krom (Cr) içeren demir esaslı alaşımlar olarak tanımlanırlar. Paslanmaz çeliğin yüzeyinde oluşan ince fakat yoğun krom oksit tabakası korozyona karşı yüksek dayanım sağlar ve oksidasyonun daha derine doğru ilerlemesini engeller. Egzoz imalatında paslanmaz çelik kullanımının nedenleri, bu malzemenin en önemli özelliklerinden olan yüksek sıcaklıkta korozyon ve oksidasyon dirençlerinin yüksek olmasıdır. Bu özellikler çeliğin içeriğine %12'den fazla miktarda krom katılmasıyla elde edilir. Artan krom miktarına bağlı olarak da yüksek sıcaklıklarda oksidasyon dirençleri artmaktadır. Çeliğin içeriğinde yalnız yüksek miktarlarda nikel bulunması da paslanmayı önlerse de, krom ile birlikte bulunması özellikle asidik ortamlarda yüksek bir korozyon direnci sağlar. İçerdikleri diğer katkı elementlerine göre değişen ve tamamen östenitik ile tamamen ferritik özellikler aralığında sıralanan beş farklı çeşit paslanmaz çelik türü vardır.

Bunlar sırasıyla;

- 1 - Östenitik Paslanmaz Çelikler
- 2 - Ferritik Paslanmaz Çelikler
- 3 - Martenzitik Paslanmaz Çelikler
- 4 - Çift Fazlı (Dupleks) Paslanmaz Çelikler
- 5 - Çökeltme Yoluyla Sertleşebilen Paslanmaz Çelikler'dir.

Östenitik paslanmaz çelikler 200 ve 300 serilerini içerirler ve 304 bunların içinde en yoğun olarak kullanılanıdır. Temel alaşım elementi krom ve nikeldir. Ferritik paslanmaz çelikler sertleştirilemeyen Fe-Cr alaşımlarıdır. 405, 409, 430, 422 ve 446 bu grupta yer alan en tipik ürünlerdir. Martenzitik paslanmaz çelikler ferritik gruptaki paslanmaz çeliklerle benzer kimyasal analize sahiptirler ancak daha yüksek oranda karbon ve daha düşük oranda krom içerirler. Bu nedenle ısı ile sertleştirilebilirler. 403, 410, 416 ve 420 bu grupta yer alan en tipik ürünlerdir. Çift fazlı paslanmaz çelikler hemen hemen eşit miktarda östenit ve ferrit içeren bir mikro yapının oluşturulması ile elde edilirler. Bu çelikler tam olarak % 24 krom ve % 5 nikel içerirler. Numaralama sistemi 200, 300 veya 400 ile tanımlanan grupların hiç birisine girmez. Çökeltme yoluyla sertleşebilen paslanmaz çelikler alüminyum gibi katı

çözeltiye girme ve yaşlandırma (çökeltme) ısıl işlemi ile çeliğe sertleşebilme olanağı sağlayan alaşım elementleri içerirler.

Paslanmaz çeliklerdeki alaşım elementleri ferrit oluşturucu ve östenit oluşturucu olmak üzere iki gruba ayrılmakta olup aşağıda detaylı olarak ele alınmıştır.

2.1.1 Ferit Oluşturan Elementler

Krom- Ferrit oluşumunda etkili olur. Oksidasyon ve korozyon dayanımını yükseltir.

Molibden- Ferrit oluşumunda etkili olur. Yüksek sıcaklıklardaki dayanımı artırır ve redükleyici ortamlarda korozyona karşı dayanım sağlar.

Niobyum, Titanyum- Tanelerarası korozyon hassasiyetini azaltmak amacıyla, karbonla birleşerek karbür oluşturması amacıyla yapıya eklenir. Tane küçültücü etkisi vardır. Ferrit oluşumuna katkıda bulunur. Sürünme dayanımı sağlar, ancak sürünme sünekliğini azaltır.

Fosfor, Kükürt, Selenyum- İşlenebilme kabiliyetini yükseltir. Ancak kaynak sırasında sıcak çatlak oluşmasına neden olur. Korozyon direncini bir miktar azaltır. TIG kaynağı yönteminde nüfuziyeti artırır.

2.1.2 Östenit Oluşturan Elementler

Karbon- Östenit oluşumuna kuvvetli etkide bulunur. Krom ile birlikte tanelerarası korozyonda başrol oynayan karbürlerin oluşumuna neden olur.

Nikel- Östenit oluşumuna etkide bulunur. Yüksek sıcaklıktaki direnci, korozyona karşı dayanımı ve sünekliği artırır.

Azot- Östenit oluşumuna çok kuvvetli etkide bulunur. Bu konuda çoğu zaman nikel kadar etkilidir. Özellikle krayojenik sıcaklıklardaki mukavemet değerlerini yükseltir.

Bakır- Paslanmaz çeliklere, bazı ortamlardaki korozyon dayanımlarını arttırmak amacıyla katılır. Gerilmeli korozyon çatlamaına karşı hassasiyeti azaltır ve yaşlanma yoluyla sertleşmeyi teşvik eder.

2.1.3 Nötr Elementler

Mangan - Oda sıcaklığında ve oda sıcaklığına yakın sıcaklıklarda östenitin stabil (kararlı) olmasını sağlar. Ancak yüksek sıcaklıklarda ferrit oluşturur. Manganez sülfat oluşturur.

Silisyum- Tufallenmeye karşı dayanımı yükseltir. Yapıda % 1'den daha fazla olması durumunda ferrit ve sigma oluşumuna etki eder. Her tür paslanmaz çeliğe oksit giderme amacıyla düşük oranda eklenir. Akışkanlığı artırır ve kaynak metalinin ana metali daha iyi ıslatmasını sağlar.

2.2 Paslanmaz Çeliklerin Kaynak Kabiliyeti

Paslanmaz çeliklerin büyük bir bölümünün kaynak kabiliyeti yüksektir ve ark kaynağı, direnç kaynağı, elektron ve lazer bombardıman kaynakları, sürtünme kaynağı ve sert lehimleme gibi çeşitli kaynak yöntemleri ile kaynak edilebilirler. Bu yöntemlerin hemen hemen hepsinde birleştirilecek yüzeylerin ve dolgu metalinin temiz olması gerekmektedir.

Östenitik tip paslanmaz çeliklerin ısıl genleşme katsayısı karbon çeliklerinkinden % 50 daha yüksektir ve çarpılmaları en aza indirmek için bu özelliğe dikkat edilmelidir. Östenitik paslanmaz çeliklerin sahip olduğu düşük ısı ve elektrik iletkenliği kaynak açısından genellikle yararlıdır. Kaynak sırasında düşük ısı girdisi ile çalışılması önerilir. Çünkü oluşan ısı, bağlantı bölgesinden, karbon çeliklerinde olduğu kadar hızlı bir şekilde uzaklaşmaz. Malzemenin direnci yüksek olduğu için direnç kaynağında, düşük akım değerleri ile çalışılabilir. Özel kaynak yöntemleri gerektiren paslanmaz çelikler ilerideki bölümlerde ele alınacaktır.

2.2.1 Ferritik Paslanmaz Çelikler

Ferritik paslanmaz çeliklerin kaynağında karşılaşılan en önemli sorun bu malzemenin 1150 °C üzerindeki sıcaklıklarda tane büyümesine karşı olan aşırı eğilimidir. Kaynak sırasında ısının etkisi altında kalan bölgenin bir bölümü 1150 °C üzerindeki bir sıcaklığa kadar ısınır ve bu bölgede aşırı bir tane büyümesi oluşur. Bu malzemede katı halde ostenitin ferrite dönüşmesi olayı meydana gelmediğinde bir ısıl işlem ardımı ile tanelerin küçülmesi olanağı yoktur. Normal halde ferritik paslanmaz çelikler çok ince taneli sünek bir yapıya sahiptirler. Kaba taneli bir yapı haline geçince gevrekleşir, çentik darbe dayanımı düşer ve geçiş sıcaklığı yükselir. Tane büyümesini önlemek için bazı ferritik paslanmaz çeliklerin bileşimine azot eklenir. (Örneğin; AISI normuna göre 444 çeliği 0,035 maksimum ve 446 çeliği 0,25 maksimum).

Elektroda eklenen azot kaynak metalinin katılma sonunda ince taneli olmasına yardımcı olur. Bu tip paslanmaz çeliklerin kaynağında öyle bir kaynak yöntemi uygulanmalıdır ki ısının etkisi altında kalan bölgede 1150 °C'yi aşan sıcaklıklarda mümkün mertebe az kalmalıdır. Bu ise kaynağın çok kısa pasolarda yapılması ve hemen soğutulması ile

gerçekleşebilir. Krom ferritik paslanmaz çeliklerin kaynağında bir başka sorunda krom ve demirin bir metaller arası fazı olan çok kırılğan ve gevrek (G) sigma fazının oluşmasıdır. Bu olay çeliğin uzun süre 400 ~ 550 °C arasında tutulması sonucu ortaya çıkar. Bu bakımdan bu çeliklere hiçbir zaman 400 °C üzerinde bir öne tavlama uygulanmamalıdır. Ancak 200 °C'lik bir ön tavlama uygulanabilir. Diğer durumlarda bu çeliklerin kaynağında ön tav uygulanmaz.

Ferritik kromlu paslanmaz çeliklerin kaynağında ortaya çıkan bir tehlike de, ITAB'de taneler arası korozyona karşı aşırı hassasiyettir. Özellikle stabilize edilmemiş, yüksek krom ve karbon içeren türlerde karşılaşılan önemli bir sonudur. Bu olay, ostenitik krom-nikelli paslanmaz çeliklerde oluşanın aksine, ferritik türlerde 900 °C'nin üzerindeki sıcaklıklardan hızlı soğumada ortaya çıkmaktadır, çünkü ostenitik bir yapıya nazaran ferritik yapı içinde krom karbür çökmesi daha yüksek oranlardadır. Ferritik kromlu paslanmaz çelikler kaynak edildiklerinde, dikişe komşu bölgede taneler arası korozyona karşı hassastırlar, zira krom karbürler önce çözülürle, soğuma sırasında yer alabildiğince çabuk gerisin geriye tane sınırlarına partiler halinde çöklerler. Stabilize edilmemiş % 17 Cr'lu çeliklerden yapılan kaynaklı bağlantılar, kaynaktan hemen sonra 750 °C'de tavlama işlemine tabi tutularak taneler arası korozyona karşı dirençli hale getirilebilirler. Eğer bu tür çelikler Ti veya Nb ile stabilize edilmiş ise kaynaklı bağlantılar taneler arası korozyona karşı ısı işlemsiz halde bile dirençli olacaktır.

Ferritik kromlu paslanmaz çeliklerin kaynağında yapılacak bir ön tavlama, martenzitlik paslanmaz çeliklerin kaynağından farklı metarlorjik etkilere sahiptir. Bu tür çeliklerin kaynaklı bağlantıları yavaş soğutulduğu zaman tane irileşmesi ve tokluk azalması gösterirler. Bazı ferritik paslanmaz çelikler de tane sınırlarında martenzit oluşumuna eğilimlidirler. Bu çeliklere uygulanan ön tavlama ITAB'de çatlama tehlikesini ortadan kaldırır ve kaynaktan doğan gerilmeleri sınırlar. Ön tavlama sıcaklığı, bileşime, arzu edilen mekanik özelliklere, kalınlığa ve artık gerilmelere bağlı olarak saptanır. Ön tav sıcaklığı normalde 150 – 250 °C arasında uygulanır ve pasolar arası sıcaklıklar da ön tav sıcaklığının biraz üzerinde tutulabilir.

Kaynaktan sonra 750 – 850 °C'lik bir tavlamaı takiben hızlı bir soğutma, bu çeliklerde ITAB'nin sünekliğinin ve taneler arası korozyona direncinin artmasına yardımcı olur.

Az karbonlu ferritik paslanmaz çelikleri 18/8 tipi %8.1den fazla C içeren çelikler için %25Cr ve %20Ni içeren elektrotlar iyi sonuç vermektedir.

Ferritik paslanmaz çelikler % 11.5-30.5 Cr, % 0.20'ye kadar C ve düşük miktarda Al, Nb, Ti ve Mo gibi ferrit dengeleyici elementler içerir. Bunlar her sıcaklıkta ferritik yapıdadırlar ve

bu nedenle östenit oluşturmazlar ve ısıl işleme sertleştirilemezler. Bu grupta yer alan ürünlerin başında 405, 409, 430, 442 ve 446 gelmektedir. Çizelge 2.1’de, bütün standart ve bazı standart dışı ferritik paslanmaz çeliklerin nominal kimyasal analiz değerleri listelenmiştir. Bu çeliklerin en karakteristik özelliği; kaynakta ve isi etkisi altındaki bölgede oluşan ve kaynak dikişinin tokluğunda düşüşe neden olan tane büyümesidir.

Yüksek alaşımlı ferritik paslanmaz çeliklerin büyük çoğunluğu sadece levha ve boru şeklinde üretilir ve genellikle dolgu metali kullanılmadan TIG (GTA) yöntemi ile kaynak edilirler.

Çizelge 2.1 Ferritik Paslanmaz Çeliklerin Nominal Kimyasal Analiz Değerleri

Türü	UNS Numarası	Kimyasal Analiz Değerleri (%) *							Diğer
		C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	
405	S40500	0.08	1.00	1.00	11.5-14.5		0.04	0.03	0.10-0.30 Al
409	S40900	0.08	1.00	1.00	10.5-11.75		0.045	0.045	min 6 x % C - Ti
429	S42900	0.12	1.00	1.00	14.0-16.0		0.04	0.03	
430	S43000	0.12	1.00	1.00	16.0-18.0		0.04	0.03	
430F**	S43020	0.12	1.25	1.00	16.0-18.0		0.06	0.15 min.	0.06 Mo
430FSe**	S43023	0.12	1.25	1.00	16.0-18.0		0.06	0.06	min 0.15 Se
430Ti	S43036	0.10	1.00	1.00	16.0-19.5	0.75	0.04	0.03	min 5 x % C - Ti
434	S43400	0.12	1.00	1.00	16.0-18.0		0.04	0.03	0.75-1.25 Mo
436	S43600	0.12	1.00	1.00	16.0-18.0		0.04	0.03	0.75-1.25 Mo min 5 x % C - Nb+Ta
442	S44200	0.20	1.00	1.00	18.0-23.0		0.04	0.03	
444	S44400	0.025	1.00	1.00	17.5-19.5	1.00	0.04	0.03	1.75-2.5 Mo ; 0.035 N 0.2 + 4 (% C+% N) - Ti+Nb
446	S44600	0.20	1.50	1.00	23.0-27.0		0.04	0.03	0.25 N
18-2FM**	S18200	0.08	2.50	1.00	17.5-19.5		0.04	0.15 min.	
18SR		0.04	0.30	1.00	18.0				2.0 Al ; 0.4 Ti
26-1 (E-Brite)	S44625	0.01	0.40	0.40	25.0-27.5	0.50	0.02	0.02	0.75-1.5 Mo ; 0.015 N 0.2 Cu ; 0.5 - Ni+Cu
26-1Ti	S44626	0.06	0.75	0.75	25.0-27.0	0.50	0.04	0.02	0.75-1.5 Mo ; 0.04 N 0.2 Cu ; 0.2-1.0 Ti
29-4	S44700	0.01	0.30	0.20	28.0-30.0	0.15	0.025	0.02	3.5-4.2 Mo
29-4-2	S44800	0.01	0.30	0.20	28.0-30.0	2.0-2.5	0.025	0.02	3.5-4.2 Mo
Monit	S44635	0.25	1.00	0.75	24.5-26.0	3.5-4.5	0.04	0.03	3.5-4.5 Mo 0.3-0.6 Ti+Nb
Sea-cure/ Sc-1	S44660	0.025	1.00	0.75	25.0-27.0	1.5-3.5	0.04	0.03	2.5-3.5 Mo 0.2 + 4 (% C + % N) - Ti+Cb

*) Tek değerler maksimum değerlerdir * *) Genel olarak kaynak edilemeyen ürünler olarak kabul edilirler (ASM Metals Handbook, 9. Baskı, Cilt 3)

2.2.2 Martenzitik Paslanmaz Çelikler

Martenzitik paslanmaz çelikler % 11-18 Cr, % 1.2'ye kadar C ve düşük miktarlarda Mn ve Ni içerir. Bu çelikler tavlansak östenit oluştururlar ve oluşan östenitin soğutma sırasında martensite dönüştürülmesiyle sertleştirilebilirler. Bu grupta 403, 410, 414,416, 420, 422, 431 ve 440 türü malzemeler vardır. Soğuma sırasında sert ve kırılan martenzitik yapı oluştuğunda kaynak dikişinde çatlama eğilimi görülür. Seçilen dolgu metalinin krom ve karbon içeriğinin ana malzemeninkine yakın olmasında yarar vardır. 410 türü dolgu malzemeleri örtülü elektrot, dolu tel ve özlü tel olarak üretilirler ve 402, 410, 414 ve 420 türü çeliklerin kaynağında kullanılabilirler. 420 türü çeliklerin içerdiği karbon oranını yakalamak eğer teknik açıdan yararlı görülüyorsa, dolu tel veya özlü tel olarak 420 kalite dolgu malzemelerinin kullanılmasında yarar vardır. 308, 309 ve 310 türü östenitik dolgu malzemeleri martenzitik paslanmaz çeliklerin birbirleriyle veya diğer çeliklerle olan kaynaklı birleştirmelerinde, dikişin kaynak edildikten sonraki şartlarda yüksek tokluğa sahip olması gereken durumlarda kullanılır.

Martenzitik paslanmaz çeliklerin çoğunda ön tav sıcaklığının ve pasolar arası sıcaklığın 205–315°C arasında tutulması önerilir. % 0.2'nin üzerinde karbon içeren martenzitik tip paslanmaz çeliklere, kaynak dikişinin sünekliğini ve tokluğunu arttırmak amacıyla kaynak sonrasında genellikle ısıtım işlem uygulanmalıdır.

2.2.3 Östenitik Paslanmaz Çelikler

Östenitik paslanmaz çelikler % 16-26 Cr, % 10-24 Ni+Mn, % 0.40'a kadar C ve düşük miktarda Mo, Ti, Nb ve Ta gibi diğer alaşım elementlerini içerir. Cr ve Ni+Mn oranları arasındaki denge, % 90–100 östenitten oluşan bir mikro yapının elde edilebileceği şekilde oluşturulmuştur. Bu alaşımlar, geniş bir sıcaklık aralığında sahip oldukları yüksek tokluk ve yüksek dayanım değerleri ile ön plana çıkarlar ve 540°C'a kadarki sıcaklıklarda oksidasyona karşı dayanım gösterirler. Bu grupta yer alan malzemelerin başında 302, 304, 310, 316, 321 ve 347 gelmektedir. Bu çelikler için geliştirilen dolgu malzemeleri genellikle ana metal ile benzer yapıdadır. Ancak birçok alaşım için, sıcak çatlak oluşumunu engellemek amacıyla, düşük miktarda ferrit içeren bir mikro yapının oluşmasına olanak sağlayan dolgu malzemeleri kullanılır. Bu şartı gerçekleştirebilmek için 308 türü dolgu malzemeleri 302 türü çeliklerin, 304 ve 347 türü dolgu malzemeleri ise 321 türü çeliklerin kaynağında kullanılır. Diğer çelik türleri ise kendilerine benzer yapıdaki dolgu malzemeleri ile kaynak edilebilirler.

Östenitik paslanmaz çeliklerin kaynağında başlıca üç kaynak problemi ile karşılaşılır. Bunlar sırasıyla; (1) ısının etkisi altında kalan bölgede "Krom Karbür" oluşması sonucu meydana gelen hassas yapı, (2) kaynak dikişinde görülen "Sıcak Çatlak" oluşumu ve (3) yüksek çalışma sıcaklıklarında karşılaşılan "Sigma Fazı" oluşumu riskleridir.

2.2.4 Çökme Yoluyla Sertleşebilen Paslanmaz Çelikler

Çökme yoluyla sertleşebilen paslanmaz çelikler, martenzitik, yarı-östenitik ve östenitik olmak üzere üç gruba ayrılır.

Martenzitik paslanmaz çelikler, yaklaşık 1038°C olan östenitleştirme sıcaklığından itibaren hızla soğutulmuş ve daha sonra 482–621°C sıcaklıklar arasında bir yaşlandırma ısıl işlemi uygulanarak sertleştirilebilir. Bu tür çelikler % 0,07'nin altında karbon içerdiği için, oluşan martenzit çok sert değildir ve asıl sertlik yaşlandırma (çökme) reaksiyonu ile elde edilir.

Yarı-östenitik paslanmaz çelikler östenitleştirme sıcaklığından oda sıcaklığına soğutulduklarında martenzit oluşturmazlar. Bunun temel nedeni martenzit dönüşüm sıcaklığının oda sıcaklığının altında olmasıdır. Karbonun ve/veya diğer alaşım elementlerinin karbürler ya da metallere bileşikler şeklinde çökebilmesini sağlayabilmek için bu tür çeliklere 732–954°C sıcaklıklar arasında kondisyonlama ısıl işlemi uygulanmalıdır. Bu sayede alaşım elementleri çözüldükten ayrılarak östeniti stabilize edecek ve martenzit dönüşüm sıcaklığının yükselmesine neden olacaktır. Böylece çeliğin oda sıcaklığına doğru soğutulması işlemi sırasında martenzitik bir yapının oluşması mümkün olur. 454-593°C arasında gerçekleştirilen bir yaşlandırma ısıl işlemi sonucunda gerilmeler ortadan kalkacak ve martenzit temperlenerek tokluk, süneklik, sertlik ve korozyon dayanımı artacaktır.

Çökme yoluyla sertleşebilen östenitik tip paslanmaz çelikler çözeltiye alma sıcaklığından itibaren hızla soğutulduktan ve hatta yüksek oranda soğuk deformasyona uğradıktan sonra bile östenitik yapılarını korurlar. Bu çelikler sadece yaşlandırma ısıl işleminden sonra sertleştirilebilirler. Bu işlem, 982–1121°C sıcaklıklar arasındaki çözeltiye alma ısıl işleminden sonra 704-732°C'a doğru yağda veya suda hızlı soğutmayı ve daha sonra yine bu sıcaklık aralığında 24 saat süren bir yaşlandırma işlemi içerir.

Çökme yoluyla sertleşebilen östenitik tipteki paslanmaz çelikler, sıcak çatlak oluşumu nedeniyle zor kaynak edilen paslanmaz çelikler grubuna girerler. Kaynak işlemi tercihen çözme tavı uygulanmış olan parçalar üzerinde yapılmalı ve uygulama düşük gerilmeler altında ve mümkün olan en düşük ısı girdisi sağlanacak şekilde gerçekleştirilmelidir. Nikel esaslı

NiCrFe tipindeki ya da konvansiyonel tipteki östenitik paslanmaz çelik dolgu malzemeleri bu çeliklerin kaynağında sık olarak kullanılmaktadır.

2.2.5 Çift Fazlı Paslanmaz Çelikler

Çift fazlı paslanmaz çelikler son günlerdeki en hızlı gelişen paslanmaz çelik grubudur ve yaklaşık olarak eşit oranda ferrit ve östenit içeren bir mikro yapıya sahiptir. Çift fazlı paslanmaz çelikler, daha yüksek akma dayanımına sahip olmaları ve gerilmeli korozyon çatlamaına karşı daha fazla direnç sağlamaları nedeniyle, konvansiyonel tipteki östenitik ve ferritik paslanmaz çeliklerinkine göre daha üstün avantajlar sunarlar.

Çift fazlı mikro yapı, % 21-25 Cr ve % 5-7 Ni içeren çeliğin 1000-1050°C sıcaklıkta tavlama ve ardından hızlı bir şekilde soğutulması ile elde edilir. Bu bileşimlere ait kaynak metalinin genellikle ferritik yapıda olma eğilimi vardır. Çünkü dolgu metali ferrit olarak katılacak ve sadece belirli bir miktarda östenit dönüşümü oluşacaktır. Birçok kaynak dolgusuna tavlama işlemi uygulanması mümkün olmadığından, dolgu metalinin Ni oranı % 8-10'a yükseltilerek kimyasal analiz modifiye edilir ve bu sayede kaynak metalinin kaynak edildiği haldeki mikro yapısında daha fazla östenit bulundurması sağlanır.

2.3 Kaynak Yönteminin Seçilmesi

Kullanılacak dolgu metalinin türüne karar verirken bazı faktörlerin göz önüne alınmasında yarar vardır. Bunların başında; ihtiyaç duyulan dolgu metalinin şekli, var olan kaynak donanımı, kaynak işleminin boyutu ve kaynak edilen parçaların sayısı gelmektedir.

2.3.1 Örtülü Elektrot Kaynağı

Örtülü elektrotlar, paslanmaz çelik yapısında olup, geniş bir ürün yelpazesine sahiptir. Bu ürünler 1.25 mm.den başlayıp çeşitli kalınlıklara kadar yükselen parçaların kaynağında kullanılabilir. Gözenek oluşmaması ve kaynak dikişinde cüruf kalma riskinin önlenmesi için her pasodan sonra bir sonraki pasoya geçmeden önce yüzeydeki cüruf tabakası iyice temizlenmelidir. Örtülü elektrot kaynağında kullanılan kaynak donanımları düşük maliyetlidir, ancak bunun yanında metal yığıma hızlarının da diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında çok düşük olduğu unutulmamalıdır.

Kaynak işleminin eğer örtülü elektrot ile gerçekleştirilmesine karar verilmişse, bir diğer önemli karar da elektrot örtüsünün türü konusunda alınmalıdır. Belirli bir elektrot tipi için bazik (-15), rutil (-16) ve asit (-17) karakterli örtüler bulunurken, bunlar arasındaki seçim

temel olarak uygulanacak olan kaynak pozisyonuna göre yapılır. Bazik örtülü elektrotlar sadece DC kaynak akımında kullanılır.

2.3.2 Gaz Altı (MIG) Kaynağı (GMAW - Gaz Metal Ark Kaynağı)

Eğer kaynaklı üretim, kalın malzemelerden veya çok sayıda parçadan oluşan uzun bağlantılar içeriyorsa, dolu ya da metal özlü tellerle gerçekleştirilen MIG kaynağı yöntemi en uygun seçim olacaktır.

Dolu veya metal özlü teller MIG kaynak yönteminde yüksek metal yığıma hızları sağlamalarına karşın tel sürme donanımları, güç kaynakları ve bir soygaz koruması ihtiyacını da beraberinde getirdiği için ek maliyet artışlarına neden olacaktır. Ancak bunun yanında, pasolar arasında cüruf temizleme zorunluluğu bulunmamaktadır. Dolu ve metal özlü teller; geniş bir aralıkta metal yığıma hızı ve ısı girdisi sağlayan kısa devre, küresel ve sprej ark türleri ile birlikte kullanılabilir. Bu sayede dolu ve metal özlü kaynak telleri çok çeşitli kalınlıklara sahip parçaların kaynağında kullanılabilir.

Sprej ark metal transferi ile gerçekleştirilen MIG kaynağı yöntemi, 6.5 mm'den kalın parçaların birleştirilmesinde kullanılır. Çünkü elde edilen metal yığıma hızı diğer metal transferlerine oranla daha yüksektir. Kaynak yöntemleri, konvansiyonel ve çökme yoluyla sertleşebilen paslanmaz çeliklerinkine benzer özelliktedir.

Koruyucu gaz olarak, ark stabilizasyonu sağlamak amacıyla % 1-2 oranında oksijen içeren argon kullanılmaktadır. Daha yüksek ark ısısı istenilen durumlarda ise argon ve helyum karışım gazı kullanılabilir. Düşük oranda oksijen ilavesi ark stabilizasyonunu yükseltir, ancak oluşabilecek oksidasyon nedeniyle kaynak arkı içerisinde gerçekleşen metal transferi sırasında, bazı çökme yoluyla sertleşebilen türdeki dolgu malzemelerinde bulunan alüminyum ve titanyum alaşım elementleri kayba uğrayabilir. Bu olay sonucunda ise, kaynak metalinin ısı işleme karşı gösterdiği davranışlarda azalma olabilir.

Düz pozisyonda gerçekleştirilen kaynak uygulamalarında, genellikle sprej ark ile metal transferi tercih edilmektedir. Diğer kaynak pozisyonlarında ise yoğun olarak; helyum ile zenginleştirilmiş % 90 Helyum + % 7.5 Argon + % 2.5 Karbondioksit karışım gazı koruması ile kısa devreli metal transferi ya da düşük miktarda oksijen ya da karbondioksit ilave edilen Argon veya Argon + Helyum karışım gazı koruması ile palslı sprej ark metal transferi kullanılmaktadır.

2.3.3 Özlü Tel Ark Kaynağı

Flaks özlü teller temel olarak, dolu tellerle ve metal özlü tellerle aynı tel sürme donanımlarını ve güç ünitelerini kullanırlar. Bu gruptaki teller; gaz koruması gerektiren (AWS Sınıfı EXXXTX-1 veya EXXXTX-4) ya da gaz koruması gerektirmeyen (AWS Sınıfı EXXXTO-3) teller olarak iki türde üretilmektedirler.

"-1" ifadesi CO₂ gazı korumasını, "-4" ifadesi ise % 75 Ar + % 25 CO karışım gazı korumasını ifade eder. MIG kaynağı yönteminde karbondioksit gazı koruması önerilmemesine karşın, flaks özlü tellerle gerçekleştirilen kaynak uygulamalarında dikiş yüzeyinde oluşan cürufun kaynak metalini karbon birikmesine karşı koruması nedeniyle bu gaz sık olarak kullanılmaktadır. EXXXTO-3'ün gaz koruması ile birlikte kullanılması yapıda yüksek oranda ferrit oluşmasına, EXXXTX-1 veya EXXXTX-4'ün koruyucu gazla birlikte kullanılmaması ise yapıda çok düşük oranda ferrit oluşmasına, hatta hiç ferrit oluşmamasına ve gözenek oluşumu riski ile karşılaşılmasına neden olur. Dolu teller, metal özlü teller ve flaks özlü teller sahip oldukları sürekli yapıları sayesinde, örtülü elektrot kaynağındakinin aksine, elektrot değiştirmek için sık sık ara vermeden kaynak yapmaya olanak sağlarlar.

2.3.4 TIG Kaynağı (GTAW-Gaz Tungsten Ark Kaynağı)

Elle ve otomatik olarak gerçekleştirilen TIG kaynağı yöntemleri, kalınlığı 6.5 mm'ye kadar olan konvansiyonel ve çökelleme yoluyla sertleşebilen türdeki paslanmaz çeliklerin birleştirme kaynağı uygulamalarında yoğun olarak kullanılır

Genel olarak, düşen gerilim/akım (volt-amper) karakteristiğine sahip güç ünitelerinin kullanılması, doğru akım (DC) ve elektrotun negatif (-) kutba bağlanması tercih edilir. Bunun yanında, alüminyum içeren ve çökelleme yoluyla sertleşebilen paslanmaz çeliklerin kaynağında, ark temizleme etkisinden dolayı bazen alternatif kaynak akımı da (AC) kullanılmaktadır.

2.3.5 Tozaltı Kaynağı

Tozaltı kaynağı yöntemi genellikle 12 mm'den daha kalın olan ve çoğunluğunu östenitik tipteki paslanmaz çeliklerin oluşturduğu malzemelerin kaynağında tercih edilir. Bu yöntem, kaynak metali içerisinde ferrit bulunma ihtimalinin olmadığı 310 ya da 330 kalite gibi östenitik tip paslanmaz çeliklerin kaynağında görülen sıcak çatlama probleminden kaçınmanın en iyi yoludur.

Kaynak işlemleri genellikle doğru akımda ve elektrot pozitif (+) kutba bağlanarak gerçekleştirilir. Orta derecede nüfuziyet ve iyi bir ark kararlılığı sağlamak için alternatif akım da kullanılabilir.

Dolgu metalinin kimyasal analizi, kullanılan kaynak telinin analizine bağlı olduğu için, toza katılan her bir alaşım elementi, krom oksidasyonu ve oluşan oksidin cürufa karışması, toz seçimi ve kaynak şartları çok özenli bir şekilde kontrol edilmelidir. Kaynak gerilimi, kaynak akımı ve kaynak hızındaki dalgalanmalar ise; eriyen toz miktarı, kaynak dolgusunun analizi ve ferrit içeriği üzerinde etkili olmaktadır.

Ferrit numarasının 4'den az olması gereken durumlar hariç, östenitik paslanmaz çeliklerin çoğunun kaynağında ER308, ER309 ve ER316 gibi konvansiyonel tipteki östenitik paslanmaz çelik kaynak telleri konvansiyonel paslanmaz çelik kaynak tozları ile birlikte kullanılabilir.

Martenzitik ve çökeltme yoluyla sertleşebilen paslanmaz çeliklerin kaynağında ana metal ile aynı dayanıma sahip kaynak dikişlerinin elde edilmesi gerekiyorsa, özel kaynak yöntemlerinin ve özel kaynak tozlarının, kaynak sonrası ısıl işlemlere cevap verecek bir kaynak dolgusunun elde edilmesine olanak sağlayan doğru dolgu metalleri ile birlikte kullanılması gerekmektedir. Eğer özel kaynak tozları kullanılmıyorsa, kaynak metali büyük olasılıkla ısıl işleme cevap vermeyecektir. Bu durum özellikle; metal ve cüruf arasında oluşan reaksiyonlar nedeniyle alüminyum kayıplarının meydana geldiği alüminyum içerikli tel elektrotlarla gerçekleştirilen uygulamalarda büyük önem taşımaktadır.

2.4 TIG Kaynağı Yöntemi ve Kaynak Hızının Belirlenmesi

Kaynak edilebilen bütün paslanmaz çeliklere TIG kaynağı yöntemi uygulanabilir. Bu yöntemde kullanılan elektrot uçları; toryum, seryum ve lantan ile alaşımlandırılan tungstenden imal edilmiştir. Bu elektrotların en büyük avantajı, saf tungsten elektrotlara göre daha kararlı bir arka sahip olmaları ve daha yüksek kaynak akımları ile kullanılabilmeleridir.

Koruyucu gaz genellikle argon olup, özellikle kalın parçaların kaynağında Helyum ya da Helyum + Argon karışım gazları da kullanılabilir. Argon gazının en büyük avantajı akış hızının düşük olması ve buna bağlı olarak helyuma göre daha stabil bir ark oluşması ve ark voltajının daha düşük seviyede tutulmasıdır. Düşük voltaj kullanımı, ince sacların bağlantı bölgesinde yanık oluşmadan kaynak edilebilmesi açısından çok önemlidir.

TIG kaynağı için geliştirilen dolgu malzemeleri, otomatik kaynak uygulamalarında kullanılacaksa kangala sarılan, eğer elle beslenerek kullanılacaksa doğrultularak çubuk haline getirilen dolu tellerden üretilir. Bu ürünler MIG ve toz altı kaynağı yöntemlerinde de kullanılabilir. İnsert şekline getirilmiş dolgu malzemeleri, özellikle TIG kaynağı ile gerçekleştirilen kök paso uygulamalarında kullanıcılara büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

TIG kaynağında kullanılan DC güç üniteleri sabit akım özelliğine sahip olmalı ve kaynak devresi yüksek frekanslı voltaj ile donatılmış olmalıdır. Yüksek frekans sadece arkın tutuşturulması aşamasında gereklidir. Elektrot iş parçasına yaklaştırıldığında, yüksek frekans tungsten elektrot ile iş parçası arasındaki boşluktan atlayarak kaynak arkını oluşturur. Arkın bu şekilde elde edilmesi sırasında tungsten elektrot iş parçasına değmeyeceği için paslanmaz çeliğin tungsten tarafından kirlenmesi olasılığı büyük ölçüde azalır. Derin nüfuziyetli dikişlerin elde edilmesi için kaynak işleminin düz kutuplama ile (DC-) yapılması gerekmektedir.

Bir miktar tungsten kirliliğine neden olmasına rağmen, elektrodun yüksek frekans kullanılmadan iş parçasına sürtülmesi ile de ark oluşturulabilir. Ancak karbon kirlenmesine neden olabileceği için tungsten elektrot karbon bloklar üzerine kesinlikle sürtülmemelidir.

Paslanmaz çeliklerin kaynağında otomatik TIG kaynağı yöntemi de kullanılabilir. Ark voltajı ark uzunluğu ile orantılıdır. Üretilen bir sinyal sayesinde ark voltajı kontrol ünitesi otomatik olarak devreye girer. Bağlantılarda ek dolgu malzemeleri kullanılabilir gibi, özellikle ince sacların birleştirilmesinde sadece bağlantıyı oluşturan kenarların eritilmesi ile de kaynak yapılabilir. "Soğuk" dolgu metalleri kullanılıyorsa, tel besleme işlemi her zaman kaynak banyo- sunun önünden yapılmalıdır.

"Sıcak" tel ile gerçekleştirilen TIG kaynağı yöntemi, özellikle metal yığıma hızında ve kaynak hızında önemli artışların elde edilmesine olanak sağlar. Bu yöntemde, kontakt memenin içinden geçen tel özel bir güç ünitesi tarafından ısıtılır ve kontakt memenin uç kısmından çıkarak iş parçasına doğru ilerler. Bir direnç tarafından ön ısıtma uygulandığı için, kaynak banyosuna değmeden önce, tel erime noktasına kadar ısınmış olur. Böylece tungsten elektrot daha çok ana metali eritmek için ısı üretir ve dolgu telinin erimesi için gereken direnç enerjisinin büyük bir bölümü AC güç ünitesi tarafından sağlanır. "Sıcak" tel yöntemi, toz altı kaynağı ve kendinden korumalı metal özlü tel kaynağında kullanılan uzun serbest tel mesafesi ile çalışma prensibinin TIG kaynağındaki değişik bir uyarlamasıdır. "Sıcak" telle gerçekleştirilen TIG kaynağında kullanılan dolgu telleri genellikle 1.2 mm

çapındadır. Dolgu teli önceden eritildiği ya da özel bir güç ünitesi tarafından erime noktasına yakın bir sıcaklığa kadar ısıtıldığı için gerçekleşen metal yığıma hızı kaynak arkından bağımsız olarak kontrol edilebilmektedir.



Şekil 2.1 Kaynak yöntemiyle paslanmaz çelik boru kaynağı

Paslanmaz çelik boru ve sacların TIG yöntemi ile kaynağında, birbirlerine yakın konumda yerleştirilen tungsten elektrotların kullanılması ile kaynak hızı önemli ölçüde yükseltilebilir. Bunun yanında, birden fazla tungsten elektrodun aynı anda kullanılması ile özellikle yüksek hızlarda gerçekleştirilen uygulamalarda karşılaşılan kenar yanığı problemleri ortadan kaldırılır.

Kalınlığı 1.6 mm'den 12.7 mm'ye kadar değişen paslanmaz çeliklerin TIG yöntemi ile kaynağında kullanılan alın, köşe, "T" ve bindirme tipi kaynak bağlantılarına ait parametreler Şekil2.2 de verilmiştir. Biz uygulamamızda 1 mm sac parçayı kaynak edeceğimiz için kaynak hızını yaklaşık 12-14 mm/sn olarak alacağız.

	0.1'den Az		T		T	
Parça Kalınlığı "T" (mm)	1.6	2.4	3.2	4.8	6.4	12.7
Elektrod Çapı (mm)	1.6	1.6	1.6	2.4	3.2	3.2
Akım (amp) DC (-)	80-100	100-120	120-140	200-250	200-350	225-375
Gaz Debisi Argon (lt/dak)	4.7	4.7	4.7	7.1	9.4	11.8
Tel Çapı (mm)	1.6	1.6	2.4	3.2	3.2	3.2
Kaynak Hızı (mm/sn)	5.1	5.1	5.1	4.2	3.4	3.4
Kaynak Süresi (saat/m)	0.0548	0.0548	0.0548	0.0656	0.0820	0.0820

Şekil 2.2 TIG yönteminde kullanılan alın, köşe tipi kaynaklara ait parametreler

2.4.1 Kaynak Hızı Hesabı

Dizayn edilen sistemde hareket sağlayıcılar ve adım motoru kullanıldığı için kaynak torçunun hızını doğrudan kontrol eden programda adım motorunun bir adımda katettiği yol esas alınmıştır.

$$1 \text{ adım} = 2^\circ \quad 1 \text{ tur} = 180 \text{ adım}$$

1 adımı 5 mm olan vidalı mile kaplin bağlantı yapıldığından:

$$180 \text{ adım} \rightarrow 5 \text{ mm}$$

$$1 \text{ adım} \rightarrow 0,0277 \text{ mm}$$

Diğer kaynak parametreleri, daha önce yapılmış araştırma ve yayınların sonuçlarına kabul edilebilir seviyelerde sabit tutularak yapılan başarılı kaynak denemelerine göre 1 step 2 ms de alınabiliyor. Bu durumda

$$V_{\text{kaynak}} = \frac{0,0277}{2} = 0,01385 \text{ mm/msn} = 13,85 \text{ mm/sn} = 83,1 \text{ cm/dk} \text{ 'dır.} \quad (2.1)$$

Kaynak hızı istenirse diğer kaynak parametreleriyle oynanarak daha da yükseğe çekilebilir.

2.4.2 TIG/ARC 250 DC - İvertör TIG Kaynak makineleri



Alüminyum ve magnezyum alaşımlı metaller dışındaki tüm metallerin TIG kaynağında ve her türlü elektrot ile yapılacak kaynaklarda kullanılabilen Mikro-proses kontrollü DC kaynak makinasıdır. Ön gaz - Son gaz ayarı, Yumuşak bailama, krater doldurma özelliği, Çift tetik pals imkanı, Pedalla kontrol imkanı, Pals - uzaktan kumanda cihazı ile otomatik pals opsiyonu, Dijital voltmetre ve ampermetre, TIG/elektrod seçeneği.

Şekil 2.3 TIG Kaynak Makinesi

Çizelge 2.2 250 DC TIG Kaynak Makinesi Teknik Bilgileri

<i>Teknik Bilgiler (TIG/ARC 250 DC)</i>	
Akım Ayar Sahası	10-250 A
Şebeke Gerilimi	380 V
Çalışma Rejimi	250A at 60%, 150 A at 100%
Çıkış Gücü KVA	15
Güç Faktörü Cos Ø	0.7
Soğutma	F
Koruma Sınıfı	IP21
Örtülü Elektrod Çapı	1-5 mm
Boyutlar (E-B-Y)	500-860-1020 mm
Ağırlık	128 kg

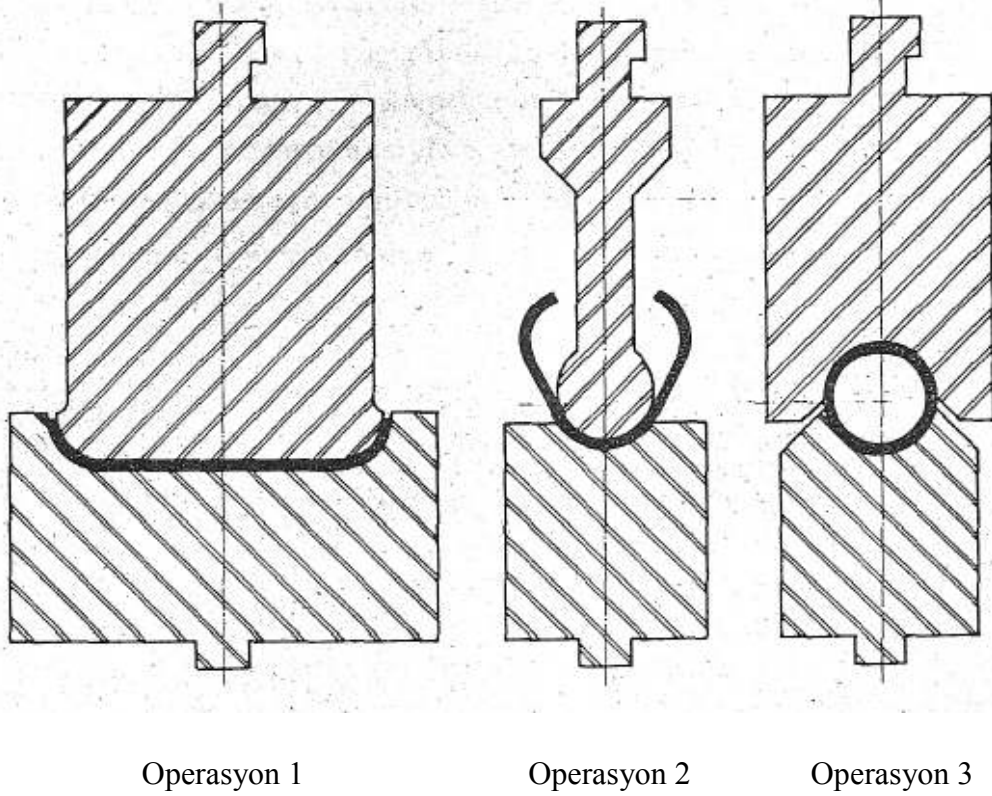
(Kaynak : Nuriş Kaynak Makineleri)

3. MEKANİK SİSTEMİN TASARIMI

3.1 Yuvarlama Kalıpları

Yuvarlama parçaların dairesel bükülmesi demektir. Kalıpcılıkta bükmenin özel bir durumu olarak nitelendirilir. Bükme olayında meydana geldiği gibi yuvarlamada da işlemi gerçekleştirmek için, kalıcı deformasyonun meydana gelmesi gerekir. Bu durumda malzemenin dış yüzeyinde uzama, iç yüzeyinde ise sıkışma olur.

Temel olarak boru biçimindeki parçaların yapımında yuvarlama operasyonları 3 aşamada gerçekleşir.



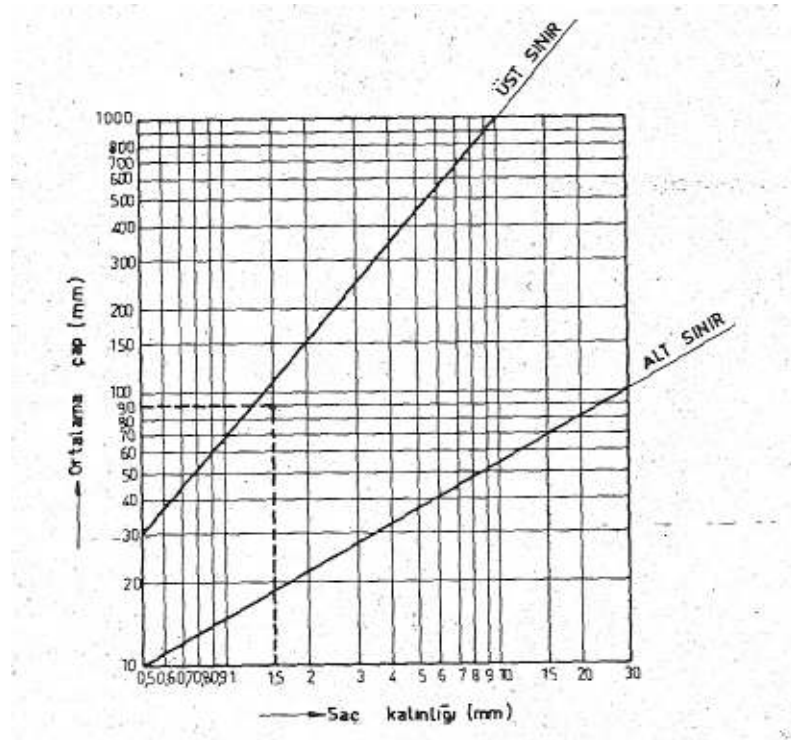
Şekil 3.1. Sac Kıvrırma Operasyonları

Fakat zamandan kazanmak ve otomasyona uygunluğu bakımından tezin konusu olan hidrolik makinede kullanılacak kalıplar aşağıdaki gibi dizayn edilmiştir.



Şekil 3.2.a Kıvrırma Kalıbı Alt

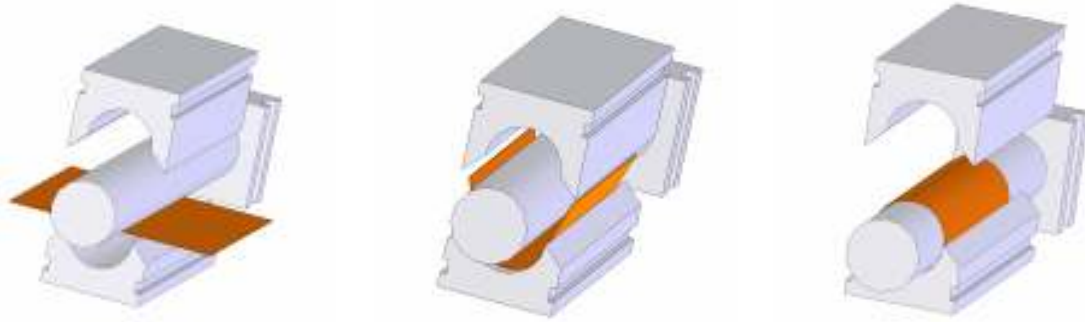
Şekil 3.2.b. Kıvrırma Kalıbı Üst



Şekil 3.3 Nomogram

Boru biçimindeki parçaların yuvarlama işlemiyle elde edilmeleri için ortalama çaplarla kalınlıkların belirli bir oran dâhilinde olmaları gerekmektedir. Bu oranın Şekildeki alt ve üst sınır içerisinde yer alması gerekmektedir. Egzoz iç borularında genellikle 1-1,2 mm kalınlıkta ve 50-80 mm çaplar arasında parçalar kullanıldığından bu değerlerin sınırlar dahilinde olduğu ve yuvarlama ile imalata uygun olduğu görülmektedir.

3.2 Yuvarlama işleminin operasyonları



- | | | |
|---|---|---|
| 1. Sac levha kalıplar arasına yerleştirilir | 2. Malafanın bulunduğu piston hareketlenerek levha U haline getirilir | 3. Üst kıvrıma kalıbının bulunduğu piston hareketlenerek levhaya o formu kazandırılır |
|---|---|---|

Şekil3.4.a Yuvarlama işlemi operasyonları

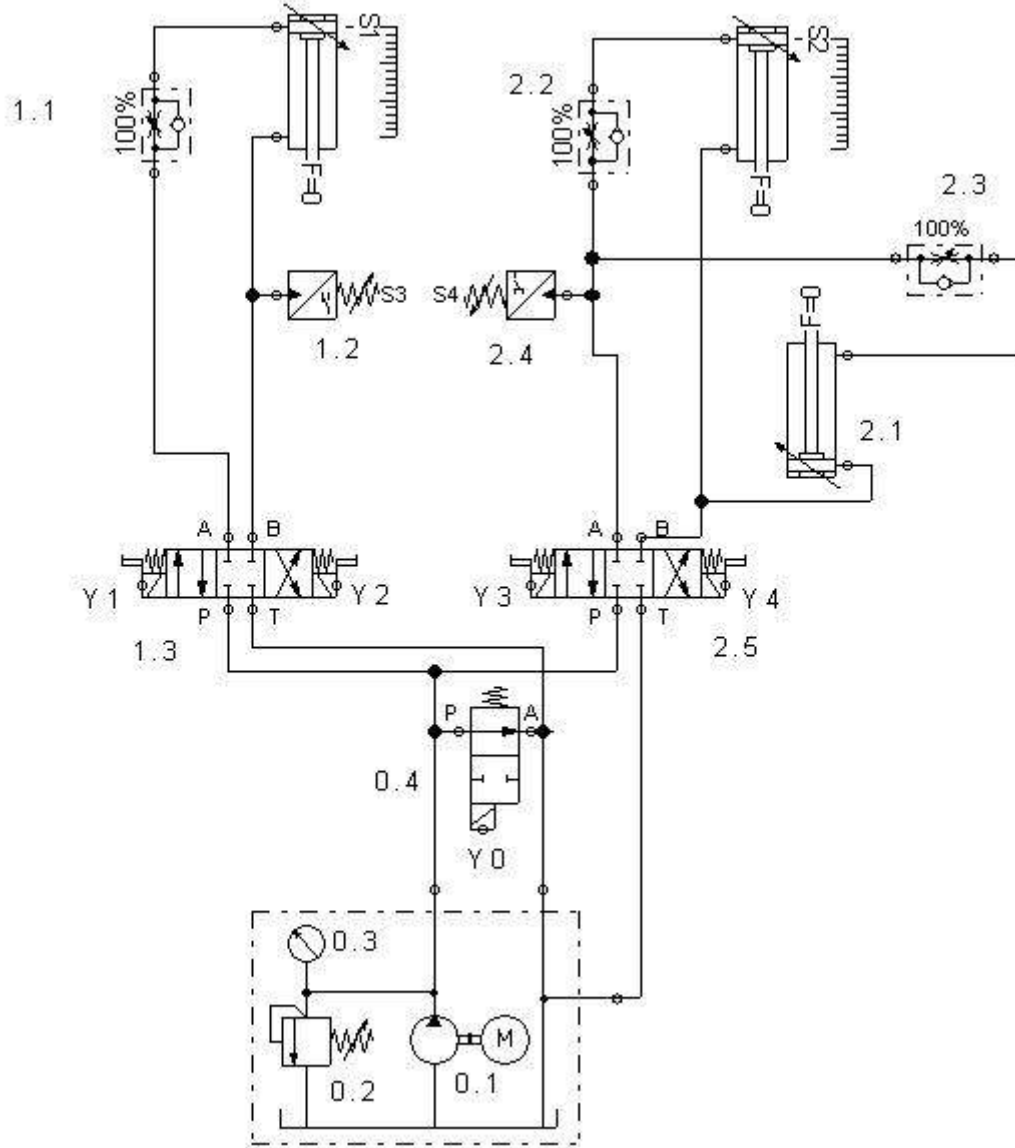


Şekil3.4.b Yuvarlama işlemi operasyonları

Operasyona başlamadan evvel kesilen parça alt kıvrıma kalıbına yerleştirilir. (Şekil 3.4.a.1.) Ortadaki malafanın bağlı olduğu piston harekete geçirilerek malafa yardımıyla parçaya U formu verilir. Son aşamada üst kıvrıma kalıbının bağlı olduğu piston parçanın kulaklarını kapatarak parçaya boru formunu verir. Burada parçanın % 0,5 hassasiyetle kesilmiş olması gerekmektedir. Aksi halde parçanın gönyesi kaçabilir ve parça istenilen tolerans dâhilinde yuvarlanmayabilir.

4. HİDROLİK SİSTEMİN TASARIMI

4.1 Hidrolik Sistem Devre Şeması



Şekil 4.1 Hidrolik Sistem Devre Şeması

4.2 Yuvarlama Operasyonunda Kullanılan Hidrolik Sistemin Elemanları

Konum No	Miktarı	Adlandırma
0.1	1	Pompa
0.2	1	Ayarlanabilen basınç ayar valfi
0.3	1	Manometre
0.4	1	Sistem sıfırlama valfi
1.0	1	125 mm çift etkili silindir
1.1	1	Kısma valfi
1.2	1	Basınç sensörü
1.3	1	4/3 orta konum kapalı yönlendirme valfi
2.0	1	50 mm çift etkili silindir
2.1	1	63 mm çift etkili silindir
2.2	1	Kısma valfi
2.3	1	Kısma valfi
2.4	1	Basınç sensörü
2.5	1	4/3 orta konum kapalı yönlendirme valfi

Çizelge 4,1 Yuvarlama Operasyonunda Kullanılan Hidrolik Sistemin Elemanları

4.2.1 Pompa Seçimi

Hidropompa olarak da adlandırılan hidrolik sistemin pompası, tahrik biriminden aldığı mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye(basınç enerjisine) çevirir.

Pompa, hidrolik sıvıyı emer ve iletim hattına basar. Hidrolik akışkanın akış esnasında ters yönde karşılaştığı dirençlerden dolayı hidrolik sistemde basınç yükselir. Basıncın büyüklüğünü, iç ve dış dirençler ile hacimsel debi belirler.

- Dış dirençler:

Bunlar iş kuvvetleri, mekanik sürtünmeler, statik yükler ve ivmelendirme kuvvellerinden meydana gelir.

- İç dirençler:

Bunlar, hatlarda ve yapı elemanlarında, sıvı sürtünmesi ve debi kayıpları (akış kontrol noktalarında) şeklinde meydana gelen toplam sürtünmeler olarak ifade edilebilir.

Bir hidrolik sistemdeki akışkan basıncı, pompa vasıtasıyla önceden belirlenemez, aksine dirençlere bağlı olarak oluşur ve sınır koşullarda bir yapı elemanının parçalanmasına neden

olacak derecede yükselebilir. Pratikte bu durum, pompa için uygun olan maksimum işletme basıncına sabit olarak ayarlanan bir sınırlama valfinin, emniyet valfi olarak direk pompa çıkışına veya pompa gövdesine entegre edilerek önlenir.

Pompa tarafından sarf edilen ve hidrolik silindirler tarafından kullanılan gücü hesaplayabiliriz. Hidrolik sistemlerde gücü, kullanılan debi ve basınç değerleri ile doğru orantılıdır. Gücü hesabı için aşağıdaki formülden yararlanılır.

Pompa için tanımlama değerleri.

$$P = \frac{Q \times p}{600 \times \gamma_n} \quad (4.1)$$

P = Gücü (kW)

Q = Debi (lt/dk)

p = Basınç (bar)

γ_n = Verim, % 85 olarak kabul edilir ve $(600 \times \%85) = 510$ olarak kullanılabilir.

Pompa debisi, hız ayar valfinden geçen debi ile basınç emniyet valfinden geçen debi miktarının toplamına eşittir. Hidrolik pompamızın debisi ise 25 lt/dk dır. Çalışma basıncımız 80-120 bar olduğunu göz önüne alarak yukarıdaki formüller yardımıyla kullanılacak hidrolik pompa 1450 dev/dak, 4 kw olarak seçilir.

4.2.2 Çift Etkili Hidrolik Silindirler

Hidrolik silindirler, hidrolik enerjiyi mekanik enerjiye çevirir. Silindirler doğrusal hareketler üretirler ve bu nedenle bunlara doğrusal motorlar da denir.

Hidrolik silindirler iki gruba ayrılır.

- Tek etkili silindirler
- Çift etkili silindirler

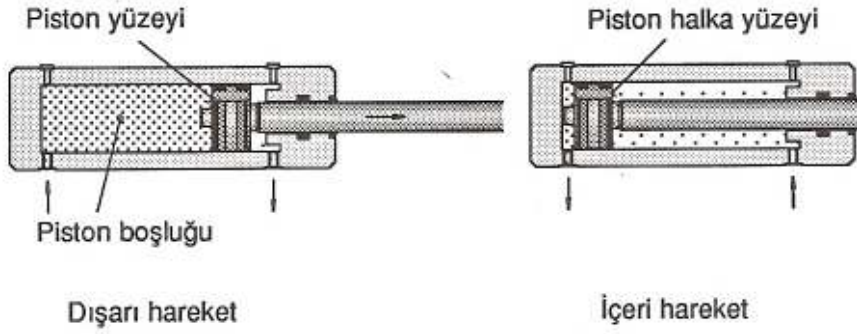
Tek etkili silindirlerde, hidrolik akışkan sadece piston tarafından etki ettirilir. Bu Şekilde, silindir sadece bir yönde i yapabilir. Bu tip silindirler aşağıdaki prensibe göre çalışır:

Hidrolik akışkan piston boşluğuna akar. Karşı kuvvetin etkisi ile piston boşluğunda basınç yükselmeye balar. Bu karşı kuvvetin yenilmesinden sonra, piston ileri hareketine balar ve bu hareket son konuma ulaşıncaya kadar devam eder.

Pistonun geri hareketinde, basınç hattı yönlendirme valfi tarafından kapatılır ve piston boşluğu yönlendirme valfi üzerinden ilgili hat ile tanka bağlanır. Pistonun kendi ağırlığı, bir yay kuvveti veya ilave bir ağırlık vasıtasıyla gerçekleşir.

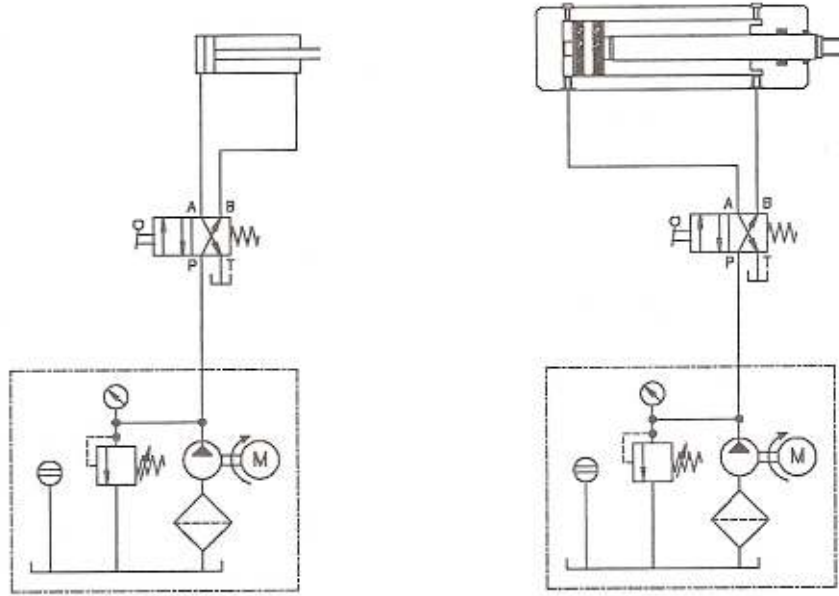
Çift etkili silindirlerde, hidrolik akışkan her iki piston yüzeyine de etki ettirebilir. Bu nedenle, işin iki yönde de yapılması mümkün olur. Bu silindirlere aşağıdaki esaslara göre çalışır.

Hidrolik akışkan piston boşluğuna akar ve piston yüzeyine (A) etki eder. İç ve dış sürtünmeler nedeniyle basınç yükselmeye başlar. $F=P.A$ fiziksel esasına göre basınç ve piston yüzeyinde bir kuvvet meydana gelir. Bu kuvvetle dirençler yenilir ve piston kolu dışarıya hareket eder. Bu şekilde hidrolik enerjinin mekanik enerjiye çevrilmesiyle, kullanıcıdan istenen mekanik enerji temin edilmiş olur.



Şekil 4.2 Çift Etkili Silindir

Pistonun dışarı hareketinde, piston kolu tarafındaki hidrolik akışkan dönüş hattı üzerinden tanka akışa zorlanır. Pistonun içeri hareketinde, hidrolik akışkan piston kolu boşluğuna akar. Piston kolu içeri hareket ederken, piston boşluğundaki akışkan piston vasıtasıyla dönüş hattı üzerinden tanka akışa zorlanır.



Şekil 4.3 Çift Etkili Silindir Hidrolik Şeması

Bir tarafında piston kolu bulunan çift etkili silindirlerde, pistonun ileri ve geri hareketinde etkili yüzeylerin farklı olması nedeniyle (piston yüzeyi ve piston halka yüzeyi) hacimsel debinin değişmemesine rağmen farklı kuvvetler ($F=p.A$) ve farklı hızlar meydana gelir.

Aşağıdaki süreklilik denklemi ile de ifade edildiği gibi, debi aynı kalmasına rağmen, geri hareketteki etkili yüzeyin ileri hareketteki yüzeye göre daha küçük olması nedeniyle geri hareketteki hız daha büyük olur.

$$F = \frac{Q}{A} \quad (4.2)$$

Hidrolik Silindirler için Tanımlama Değerleri

Silindir seçimi için yükün (F) bilinmesi gerekir. Gerekli olan basınç (p) uygulama alanı ve şekli dikkate alınarak seçilir.

$$F = p.A \quad (4.3)$$

Buradan piston çapı hesaplanabilir. Hesaplama hidrolik ve mekanik verimin (η_{hm}) dikkate alınması gerekir. Bu verim silindirin iç yüzeyinin ve piston yüzeyinin kalitesi ile sızdırmazlık çeşidine bağlıdır. Basıncın yükselmesiyle verim de daha iyi olur. Verim 0,85 ile 0,95 arasında değişir. Buna göre aşağıdaki eşitlikte piston çapı hesaplanır.

$$A = \frac{d^2 \pi}{4} \quad (4.4)$$

$$A = \frac{F}{p \cdot \eta_{hm} \cdot \eta_h} \quad (4.5)$$

$$d = \sqrt{\frac{4F}{p \cdot \eta_{hm} \cdot \pi}} \quad (4.6)$$

A=Piston alanı (mm²)

d=Piston çapı (mm)

F= Kuvvet (N)

p = basınç (N/mm²)

η_{hm} = hidromekanik verim

η_h = hidrolik verim

3 numaralı silindir için tanımlama değerleri kullanılarak silindir çapının bulunması.

Yuvarlama kalıplarının ihtiyaç duyduğu kuvvet F= 10000 N civarı anma basıncı 80-100 bar arasındır. Verim 0,95 alındığında 4.6 numaralı formül uygulanırsa silindir iç çapı

$$d_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot 10000}{100 \cdot 10^{-2} \cdot 0,95 \cdot \pi}} = 115,8 \text{ mm çıkar.}$$

DIN 24334 normuna göre sistemde 3 numara ile anılan büyük silindir iç çapı 125 mm seçilir.

1 ve 2 numaralı silindirlerin 1.kıvırmayı gerçekleştirmek için gerekli kuvvetin 3000N olduğu kabulünden yola çıkarak

$$d_1 = \sqrt{\frac{4F}{p \cdot \eta_{hm} \cdot \pi}}$$

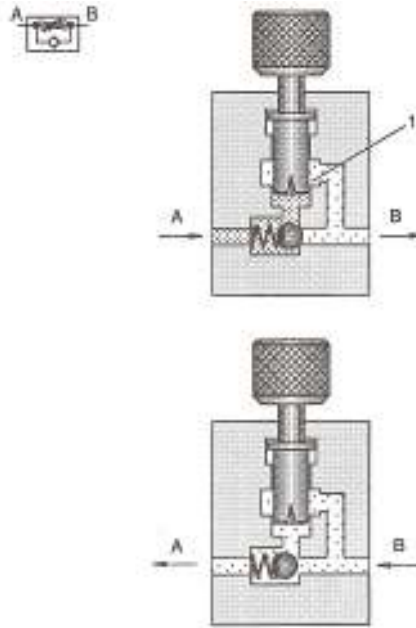
$$d_1 = \sqrt{\frac{4F}{p \cdot \eta_{hm} \cdot \pi}} = 57,9 \text{ mm}$$

DIN 24334 normuna göre sistemde 1 numara ile anılan büyük silindir iç çapı 63 mm seçilir.

Çift etkili silindirlerde çekme hareketinde itme hareketinden daha düşük bir kuvvet elde edildiğinden yaklaşık olarak $d_2 = 50 \text{ mm}$ seçildi.

4.2.3 Kısma Valfi

Tek yönlü kısma valfi bir adet kısıcı valf ile bir adet tek yönlü kapama valfinin birleştirilmesinden meydana gelmiş bir birleşik valftir. Bu valfte kısma işlemi sadece bir yönde etkili olur. Kısma valfi yüke bağımlı olarak hacimsel debiyi sadece bir yönde kontrol eder. Karşı yöndeki akış için kesitin tamamı serbest olduğundan, bu yöndeki harekette toplam pompa debisi etkili olur. Bu durum tek yönlü kısma valfi için aşağıdaki çalışma prensibini getirir.



Şekil 4.4 Kısma Valfi

Akış A'dan B yönüne doğru kısılır. Kısmı valflerinde olduğu gibi hacimsel debi bölünür. İş elemanına giden hacimsel debide azalma olduğundan, buna bağlı olarak hız da alır.

Karşı yönde ise (B dan A ya) , kapama elemanının oturma yüzeyinden kaldırılması ile kesitin tamamı serbest bırakılacağından kısma etkili olmaz.

Ayarlanabilen tek yönlü kısma valflerinde, akış kesitini küçültmek veya büyütmek mümkündür.

4.2.4 Yönlendirme Valfleri

Yönlendirme valfleri hidrolik sistemin yapı elemanları olup , görevleri sistemdeki akışkanın akış yolunu değiştirmek , açmak veya kapamaktır. Bu şekilde iş elemanlarının hareket yönü ve hareketi kontrol edilir.

Yönlendirme valfleri çalışma prensipleri itibariyle sürekli (analog) ve süreksiz (dijital) valfler şeklinde ayrılır.

Sürekli çalışan yönlendirme valfleri

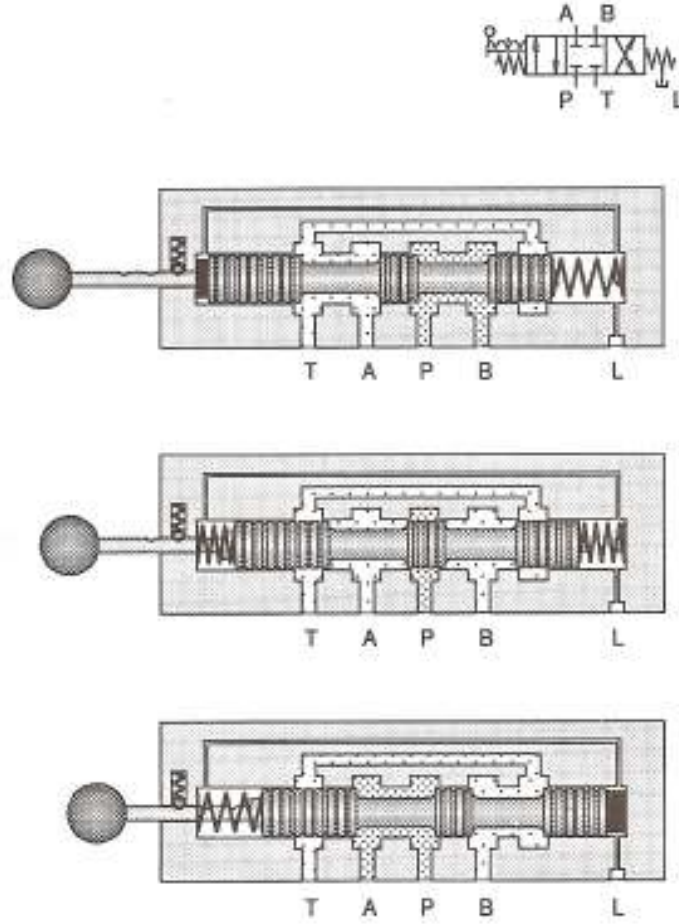
Bu valfler iki sınır konumunun yanı sıra , farklı büyüklükteki akış kesitinden oluşan sayısız ara konumlara sahiptir. Oransal ve servo valfler bu konuya girer.

Süreksiz çalışan yönlendirme valfleri

Bunların konum sayıları (2,3,4...) sabit olup pratikte basit olarak yönlendirme valfi olarak adlandırılır.

Yönlendirme valfleri, bağlantı yerlerinin ve konumlarının sayısına göre aşağıda olduğu gibi ifade edilir :

- 2/2 yönlendirme valfi
- 3/2 yönlendirme valfi
- 4/2 yönlendirme valfi
- 5/2 yönlendirme valfi
- 4/3 yönlendirme valfi



Şekil 4.5 4/3 – yönlendirme valfi , orta konumda tüm kapılar kapalı

4 yollu yönlendirme valfi, iki iş elemanı hattı (A,B) , bir basınç hattı (P) ve bir de tank hattı (T) olmak üzere dört bağlantı yerine sahiptir. 4 yollu yönlendirme valfleri, çift etkili silindirlerin tahrik ve kontrolünde, iki yönlü hidro motorların tahrik ve kontrolünde kullanılır. Birden fazla kontrol zincirinin işletilmesi durumunda, her bir kontrol zinciri için orta konumu kapalı 4/3 – yönlendirme valfi kullanmak gerekir.

4.2.5 Basınç Sensörleri

Basıncın tam olarak ölçümü , pizo elektrik prensibine göre çalışan quarz basınç sensörü ile mümkündür. Burada basınç , bir membrana ve membran üzerinden de etkiyen basınçla orantılı olarak bir elektrik akımı veya gerilimi üreten quarz kristaline etki ettirilir. Bu elektrik sinyali elektronik olarak güçlendirildikten sonra etkiyen basınç için bir ölçü olarak değerlendirilip bir cihaz vasıtasıyla gösterilir. Bunun dışında basınç sensörleri bir

membranın üzerine bağlanmış strengelerle çalışır. Basınç altında membran şekil değiştirir. Bu şekilde meydana gelen gerilmeler elektrik sinyaline çevrilir. Bu sinyaller de aynı şekilde elektronik olarak güçlendirilir ve ayrı bir cihaz vasıtasıyla gösterilir. Bu sensörlerde güçlendirici elektronik doğrudan sisteme entegre edilmiştir.



Şekil 4.6 Dijital Basınç Sensörü

Elektronik basınç sensörlerinin avantajları: Gösterilen basınç ara kablolarla uzak mesafelere taşınabilir veya bir yazıcı vasıtasıyla kaydedilebilir. Ayrıca, basınç kontrol valflerine güçlendirici üzerinden doğrudan kumanda edilmesi de bu şekilde mümkündür.

4.2.6 Pilot Uyarılı Sıfırlamalı Basınç Emniyet Valfi

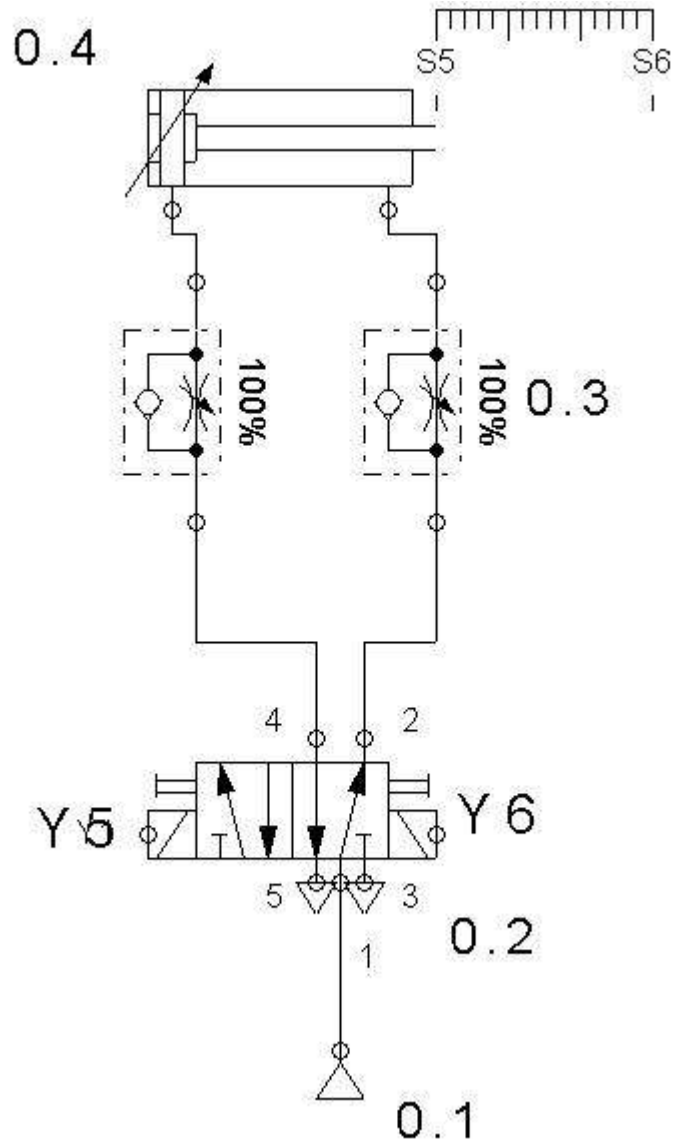
Bu valf kovan tipi basınç emniyet valfinin üzerine 4/2 bir yön valfi bağlanabilecek şekilde tasarlanır. Pompa çıkış basıncı yani sistem basıncı basınç emniyet valfi yardımıyla belirlenen değerin üzerine çıkması önlenir.

Yön denetim valfinin yapmış olduğu hareketlerle pompanın kapalı olduğu devre uygulamalarında , emniyet valfinden büyük debiler basınçsız olarak geçirilerek basit bir dönüşüm sağlanmış olur.

Pompaların , motorun ilk kalkışı esnasında basınçsız devreye alınması , boşta çalışma anında akışkanın basınçsız olarak dönüşümü , bu sebeple daha az güç kullanımının ve akışkanın fazla ısınmamasının sağlanması için kapalı devre uygulamalarında bu tip valfler kullanılır.

5. PNÖMATİK PİSTONUN KONTROLÜ

5.1 Pnömatik Sistem Devre Şeması



Şekil 5.1 Pnömatik Sistem Devre Şeması

5.2 Kaynak Torçunun Taşınmasında Kullanılan Pnömatik Sistemin Elemanları

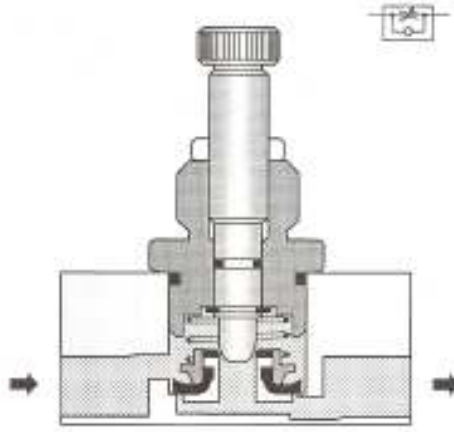
Çizelge 5.1 Pnömatik Sistemde Kullanılan Elemanlar

Konum No	Miktarı	Adlandırma
0.1	1	Kompresör
0.2	1	Ön Kumandalı çift selenoidli 5/2 yönlendirme impuls valfi
0.3	2	Hız Ayar Valfi
0.4	1	Çift Etkili Pnömatik Silindir

5.2.1 Tek Yönlü Akış Kontrol Valfi

Tek yönlü akış kontrol valfi pnömatik silindirlerin hızını ayarlar.

Tek yönlü valf hava akımını bir yönde kapatır ; hava mecburen ayarlanabilir delikli plaka (orifis) üzerinden akar. Aksi yönden gelen hava akımı , sızdırmazlık elemanını oturma yüzeyinden kaldırır. Bu hava akımı , hemen hemen hiçbir engelle karşılaşmadan akar. Bu valfin de mümkün olduğunca silindire yakın bir yere takılması gerekir.



Şekil 5.1 Tek Yönlü Akış Kontrol Valfi

5.2.1.1 Hız Ayarlaması

Silindirlerde hız ayarlamasının iki metodu vardır.

- Besleme Havası kontrolü

Besleme havası kontrolü için tek yönlü akış kontrol valfleri, silindire giden havayı kısacak şekilde yerleştirilirler. Atık havası , akış kontrol valfinin geri getirme elemanı sayesinde kısılmadan silindirin boşaltma tarafına sızır. Piston kolunun ileri hareketinde (yüklenmesinde) en ufak bir salınım , besleme havası kontrolünde düzensizliklere neden

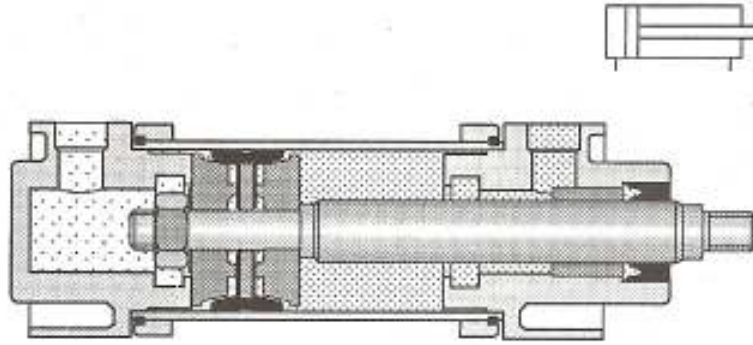
olabilir. Bu salınımlar örneğin bir sınır valfinin fazla stroğundaki direnç olabilir. Bu yüzden besleme havası kontrolü sadece tek etkili silindirlere ve küçük hacimli silindirlere uygulanır.

- Atık havası kontrolü

Atık havası kontrolünde besleme havası kısılmadan silindire gider. Atık havası kısıılır. Piston kolu burada iki hava yastığı arasında hareket eder çünkü iki silindir yatağında da besleme havası kontrolünde olduğundan fazla basınç uygulanır. İki hava yastığı arasında pistonun sıkılması daha iyi bir hareket şeklini sağlar. Bu yüzden atık havası kontrolü çift etkili silindirlere uygulanması gerekir.

5.2.2 Çift Etkili Pnömatik Silindir

Çift etkili bir silindir , tek etkili silindire benzer şekilde tasarlanmıştır. Bu silindirin kurucu yayı yoktur. İki bağlantı sırayla besleme ve atık havası bağlantısı olarak kullanılırlar. Çift etkili silindirin avantajı her iki hareket yönünde de iş yapabilmesidir. Piston kolu tarafındaki etkin piston yüzeyi piston kolunun çapı sayesinde küçültülür. Bu sebeple ileri stroktaki piston kolu tarafından taşınan kuvvet dönüş stroğundakinden biraz fazladır.



Şekil 5.2 Çift Etkili Pnömatik Silindir

Pnömatik Silindir Tanımlama Değerleri

$F=A.p$ prensibinden yola çıkarak yaklaşık 6 barlık bir basınçla yaklaşık 1000N luk bir kuvvet oluşturacak piston çapını 45 mm olarak seçildi.

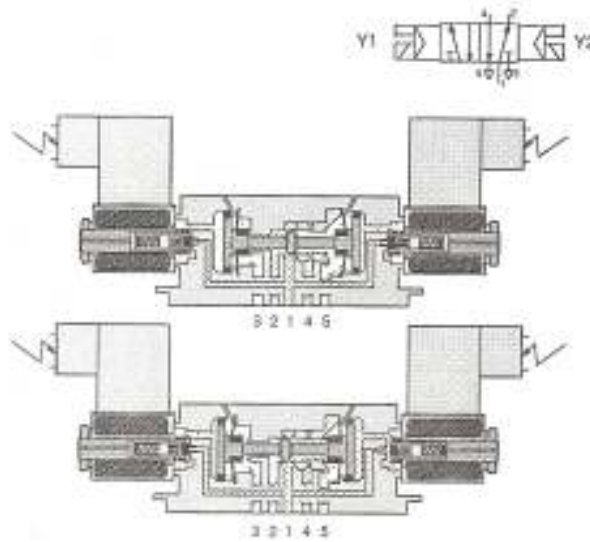
Burada hızla ilgili herhangi bir problemimiz olmadığından hız ayar valfleriyle istenen hız sağlanacaktır.

5.2.3 Ön Kumandalı Çift Selenoidli 5/2 Yönlendirme İmpuls Valfi

Standart pnömatik yönlendirme valflerinde bir kurucu yay ile başlangıç konumuna geri getirilmiştir. Bu demektir ki ; selenoid bobin valfi bir yöne anahtarlıyor , yay ise valfi ters yöne anahtarlıyor. Selenoid bobine gerilim uygulanmazsa, valf başlangıç konumuna hemen geri gelir. Bir devre tasarlanırken bunun mutlaka dikkate alınması gerekir.

Çift selenoidli impuls valfinde yay geri getirmesi ikinci bir selenoid bobin ile değiştirilir. İlk olarak işaret Y2 selenoid bobinine uygulanırsa besleme havası 1'den 2'ye ve atık havası ise 4'den 5'e gider. Y1'de hiçbir işaret yoksa , asılı disk son alınan konumda kalır . Bu demektir ki ; valf anahtarlama konumunu muhafaza eder. Daha sonra Y1 selenoid bobinindeki bir işaret, valfi tersindirir. Besleme havası şimdi 1'den 4'e , atık havası ise 2'den 3'e gider.

Yay geri getirmeli bir valfin aksine , çift selenoidli impuls valfi son alınan anahtarlama konumunu korur. İki selenoid bobinden de gerilim sıfırlansa bile bu değişmez. Yani valf anahtarlama konumunu hafızaya alır. Elektropnömatik sistemlerde, bellek valflerinin kullanılmasının birçok avantajı vardır; örneğin selenoid bobine giden işaret, valfi anahtarlama için çok kısa süreli olabilir. (10-25 ms) . Bu, gerilim beslemesinden olan isteklerin az olması demektir. Karmaşık işlem sıralı devrelerde, silindir konumları muhafaza edilebilir. Bu sırada işaretlerin kilitleme röleleri ile elektrikli bir ara belleğe alınması gerekmez.



Şekil 5.3 Selenoid Kumandalı 5/2 Yönlendirme, İmpuls Valfi

6. KAYNAK İÇİN GEREKLİ DOĞRUSAL HAREKETİN SAĞLANMASI

6.1 Dairesel Hareketten Doğrusal Harekete Geçiş Teknikleri

En yaygın olarak vida somun metodu kullanılır. Projede kaynak torçunun hareketinin kontrolü için bu yöntem seçilmiştir. Vida dönerken somun, vida üzerinde ilerler ve bağlı bulunduğu mekanizmayı beraberinde sürükler. Vidalı mil uygulamalarında somun ile vida arasında boşluk olmamalıdır. Boşluk olduğu takdirde vida, boşluk mesafesi kapanana kadar boşta dönecek ve somun ancak boşluk bitiminden itibaren ilerlemeye başlayacaktır. Bu olay devir yönünün her değişiminde ortaya çıkar. Makine tasarımlarında boşluğu çok küçük vidalar seçilmelidir.

6.1.1 Bilyalı Vidalar

Fiyatları diğer vidalara kıyasla yüksek olan bilyalı vidalarda, vidanın dişleri ile somut dişleri arasındaki boşlukta minik bilyalar yuvarlanır. Böyle bir yapı, rulmanlarda olduğu gibi çok düşük sürtünme sağlar. CNC gibi çok hassas sistemlerde kullanılır.



Şekil 6.1 Bilyalı Vida

6.1.2 Miller ve Lineer Rulmanlar

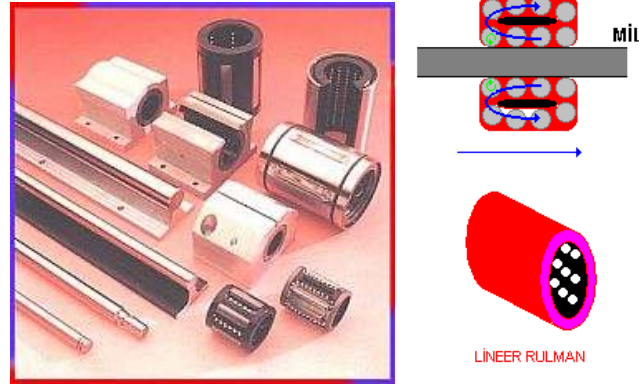
Hareketli tablaların boşluksuz ve rahatça gezinebilmesi için, eksenlerin kızaklar üzerinde hareket etmesi gerekmektedir. Kızakların bilyalı olması sürtünmeleri azaltır. En basit yöntem, mil üzerinde kayan lineer rulman kullanmaktır. Piyasada kolayca bulunur ve fiyatları da ucuzdur.

Mil esas itibariyle çelikten yapılmış, dış yüzeyi sertleştirilmiş ve taşlanmış. Sıradan bir mil özellikle lineer rulmanla birlikte kullanılacak ise, rulmanların içindeki bilyalar, mili ezerek iz yapabilir. Bu amaçla kullanılacak sertleştirilmiş miller de piyasada bolca mevcuttur.

İki uçtan monte edilmiş bir mil eksenine dik kuvvetler milde sehime neden olur. Bu vidalı mil mekanizmalarında hiç istenmeyen bir durumdur. Bu olaya engel olmak için mil çapı

kalınlaştırılır, mil boyu kısaltılır ya da destekli millerden yararlanır.

Destekli miller yukarıdan gelen dik kuvvetlere karşı dayanıyor olsa da, değişik yönlerden büyük kuvvetlere maruz kalan mekanizmalarda mil yerine bilyalı raylar kullanılır. Ancak fiyatları fazlaca yüksektir. Kesitleri dörtgen olan bu rayların da üzerinde hareket eden bilyalı aparatları vardır.



Şekil 6.2 Miller ve Lineer Rulmanlar

6.1.3 Dairesel Rulmanlar

Motor tarafından döndürülen vidaların iki baştan yataklanması için kullanılır. Sürtünmeyi azalttığı için sistem verimi artırır. İki baştan rulmanla yataklanmış mil yada vidanın aynı ekseninde olup olmadığına dikkat etmek gerekir. Mil, el ile döndürülürken daireysel hareketin bir tam devrinde harekette herhangi bir zorlanma, sıkışma olmamalıdır.



Şekil 6.3 Dairesel Rulmanlar

6.1.4 Kaplinler

Karşılıklı iki mil katı bir blokla birbirine bağlanırsa, millerin çok küçük aksenal kaçıklıkları bile millerin dönmesinde zorlamalara neden olur ve zamanla millere yataklık eden rulmanlar bozulur. Bu nedenle hafif eksen kayıklıklarında, dönme esnasında kendi şeklini değiştirerek bahse konu burulmaları kendi üzerine alan ara kuplaj parçalarından yararlanır. Motor - Vida bağlantısında kullanılmaktadır.



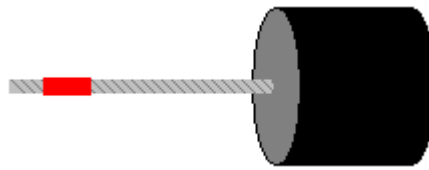
Şekil 6.4 Kaplin

6.1.5 Eksenlerin Motorlarla Tahrik Edilmesi

Bilindiği gibi motorların rotor denen hareketli aksamı dairesel bir hareket yapmaktadır. Hâlbuki eksenlerimiz ileri ve geri olmak üzere doğrusal hareket yapmaktadır. O halde dairesel hareketten doğrusal harekete geçmek gerekir. Bu amaçla kayış, vida, krameyer dişli, eğimli tekerlek, araba, lineer motor gibi teknikler kullanılmaktadır:

Ancak biz mekanizmalarımızda vida tekniğini kullanacağız.

Bir vidaya somun takar ve somunu elimizle tutarken vidayı çevirirsek her bir vida turunda somunun vida dişi mesafesi kadar doğrusal hareket ettiğini görürüz.



Şekil 6.5 Step Motor Vidalı mil

Yukarıdaki resimde de görüldüğü gibi rotorun bir yönünde somun bir yöne ilerlerken, rotorun diğer yönünde, somun ters yöne ilerlemektedir.

Bu amaçla kullanılacak vida gelişigüzel seçilemez. Kullanılacak vidayı tanımlayan parametreler: Bir turunda somunda ki ilerleme ,Çap ,Ağırlık ,Somun ile arasındaki sürtünme,Somun ile arasındaki boşluk ,Tip ,Rotor 1 tur döndüğünde, somun, vidanın diş adımı mesafesi kadar ilerler.



Şekil 6.6 Vida Adımı

Vida adımı 5 mm olan bir mil, 180 Adım/Tur step motor ile doğrudan tahrik edilirse rotorun bir adımında somun $5/180$ mm ilerler.

Çap ve ağırlık vidanın kütleli ataletini belirler. Makinede, Vidanın + yükün mil eksenine indirgenmiş kütleli ataleti + rotorun kütleli ataleti, motorun baş etmesi gereken kütleli ataleti olup ani hızlanma ve yavaşlamaya sınır getirmektedir.

Vida somun sürtünmesi rotordan elde edilen mekanik enerjinin bir kısmının ısı olarak kaybına neden olduğu için motor torkunu düşürür.

Boşluk, vidalı mil sisteminde hiç ama hiç istenmeyen bir özelliktir. Boşluktan kaçmak mümkün değildir. Boşluk miktarı aynı zamanda vida kalitesini belirleyen unsurlardan birisidir. Vida ile somun arasında boşluk olması durumunda ölü bölge oluşur. Bu ölü bölge vidanın devir yönünün değişimlerinde hataya neden olur. Ayrıca eksenlerin pozisyonlanmasında vida boşluğu kadar hataya neden olacaktır.

Tip, vida ve somun ikilisinin hangi malzemeden yapıldığı, bilyalı olup olmadığı gibi özellikler diğer parametreleri yanında fiyatı da yakından etkilemektedir.

6.2 Hareket Sağlayıcılar (Adım Motorları)

Hareketli sistemde 1 adet, adım açısı 2° olan yani tam bir dönme hareketi için ($360^\circ / 2^\circ$) 180 darbeye ihtiyaç duyan adım motoru kullanılmıştır.

130 in-oz tutma torku olan bu motor 1000 adım/sn (60inch/dk) değerinde rahatlıkla sürülebilmektedir

Marka	Tip	Derece/Adım	Gerilim	Akım
Sanyo Step Syn	103-820-2	2	DC 4.3V	1.4A



Şekil 6.7 Step Motor

Adım motorlarının genel olarak çalışma prensipleri, çeşitleri ve özellikleri bir sonraki kısımda ayrıntılı olarak verilmiştir.

6.2.1 Adım Motorları

Açısal konumu adımlar halinde değiştiren, çok hassas sinyallerle sürülen motorlara adım motorları denir. Adından da anlaşılacağı gibi adım motorları belirli adımlarla hareket ederler. Bu adımlar, motorun sargılarına uygun sinyaller gönderilerek kontrol edilir. Herhangi bir uyarımda, motorun yapacağı hareketin ne kadar olacağı, motorun adım açısına bağlıdır. Adım açısı motorun yapısına bağlı olarak 90° , 45° , 18° , $7,5^\circ$, $1,8^\circ$ veya daha değişik açılarda olabilir. Motora uygulanacak sinyallerin frekansı değiştirilerek motorun hızı kontrol edilebilir.

Adım açısı, bir tam dönüş için kaç tane adım atılacağını belirler. Örneğin $1,8^\circ$ adım açılı bir motor, şaftın bir tam dönüş yapması için 200 darbe ile tahrik edilmelidir ($360^\circ / 1,8^\circ = 200$). Bir adım motorun hassasiyeti ve fiyatı bir tam dönüşteki adım sayısı yükseldikçe artar.

Daha küçük bir adım açısı, motorun hassasiyetini artırmaktadır fakat adım motorların saniyede kabul edebilecekleri darbeler için bir üst sınır vardır. Ağır iş motorları saniyede 200-300 arasında darbe oranına sahiptir, yani yüksek hızda dönmektedirler (dakikada 60–180 tam tur). Daha küçük bazı adım motorlar saniyede 1000 ve üzeri darbe alabilir fakat yüksek tork üretmediğinden sürme ve dümenleme motorları için uygun değildir.

Adım motorlarının bobinleri belirli voltajlara göre ayarlıdır. Bobinler üzerlerine gerilim uygulandığında indüktör gibi davranır. Öyle ki, aniden en yüksek akım değerlerini yansıtamadıkları gibi, yüksek adım frekanslarında bu en üst değere ulaşamayabilirler. Bobinler tarafından üretilen elektromanyetik alan, akım miktarı ile orantılıdır. Elektromanyetik alan ne kadar büyük olursa, motorların tork üretme potansiyelleri de o denli fazla olur. Torku yükseltmenin yolu bobinlerin her adımda en yüksek akım değerine ulaşmasından geçer.

Adım motorlar, komütatörsüz elektrik motorları gibi algılanabilir. Tipik olarak motordaki tüm sarımlar statorun bir parçası iken, rotor sürekli bir mıknatıs veya kaplanmış yumuşak manyetik malzemedan meydana gelir. Burada bütün iletişim ve kontrolün dışarıdan motor kontrolcüsü tarafından yapılması gerekmektedir. Adım motorlar ve motor kontrolcüleri, motorların herhangi bir yönde dönerken istenen konumda tutulmasına imkân verecek şekilde tasarlanırlar.

Adım motorların hareketsiz haldeyken birden son hızlarında sürülemeyecekleri de belirtilmelidir. Ayrıca, motorun kapasitesini aşan şekilde, çok fazla darbe göndermek de motorun hareketsiz kalmasına veya titreme hareketi yapmasına neden olacaktır. En yüksek hızlara ulaşabilmek için, motor aşamalı olarak hızlandırılmalıdır. İvmelenme, insan kıstaslarına göre gayet hızlı olabilir. Hız ilk ms 'ler için 1/3 değerinde, 50–75 ms 'ler arası 2/3 sonrasında ise son sürat olabilir.

Sarımlardan birini aktive etmek, adım motorlarda şaftı ilerletir. Sarıma akım uygulamaya devam edersek motor dönmez, fren uygulanmış gibi kilitlenir. Bu ilginç kilitlenme özelliği kullanılarak step motorlara ayrıca bir fren uygulanmasına gerek kalmaz. Bir step motorun frenleme gücünün büyüklüğü, *tutma torku* olarak adlandırılır.

Adım motorlarının hangi yöne doğru döneceği, devir sayısı, dönüş hızı gibi değerler mikroişlemci veya bilgisayar yardımı ile kontrol edilebilir. Sonuç olarak adım motorlarının hızı, dönüş yönü ve konumu her zaman bilinmektedir. Bu özelliklerinden dolayı adım motorları çok hassas konum kontrolü istenen yerlerde çok kullanılırlar. Adım motorlarının kullanıldıkları yerlere örnek olarak, endüstriyel kontrol teknolojisi içerisinde bulunan bazı sistemler, robot sistemleri, takım tezgâhlarının ayarlama ve ölçmeleri verilebilir. Ayrıca, adım motorları konumlandırma sistemlerinde ve büro makineleri ile teknolojisi alanında da kullanma alanı bulmaktadır.

Adım motorlarının bu kadar çok kullanılma alanı bulmasının nedeni bu motorların bazı avantajlara sahip olmasıdır. Bu avantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Geri beslemeye ihtiyaç göstermezler. Açık döngülü olarak kontrol edilebilirler.
- Motorun hareketlerinde konum hatası yoktur.
- Sayısal olarak kontrol edilebildiklerinden bilgisayar veya mikroişlemci gibi elemanlarla kontrol edilebilirler.
- Mekanik yapısı basit olduğundan bakım gerektirmezler.
- Herhangi bir hasara yol açmadan defalarca çalıştırılabilirler.

Adım motorlarının bu avantajları yanında bazı dezavantajları da aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

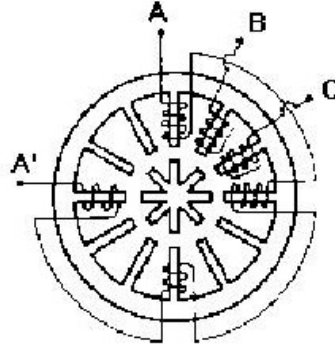
- Adım açıları sabit olduğundan hareketleri sürekli değil darbelidir.
- Sürtünme kaynaklı yükler, açık döngülü kontrolde konum hatası meydana getirirler.
- Elde edilebilecek güç ve moment sınırlıdır.

6.2.2 Adım Motoru Tipleri

6.2.2.1 Kademeli Adım Motorları

Kademeli adım motorları, yumuşak demir rotorlara ve yarık statorlara sahiptir. Genellikle 5° ila 15° arasında adım açıları, nispeten yüksek adım oranlarında, tetik torku (motordan akım geçmediği anlardaki tutma torku) olmadan çalışırlar.

Şekil 6.8'de Kademeli adım motorunun yapısını göstermektedir: A fazına enerji verildiğinde, dört rotor dişi, manyetik çekimle A fazının dört stator dişinin karşısında yerini alır. Bir sonraki adım, A fazının kapatılıp B fazına enerji verilmesiyle atılır. Rotor saat yönünde döndürülerek, C fazına ve sonra tekrar A fazına geçilir. Faz sırası terse çevrilirse saat yönünün tersi yönde dönme elde edilir.

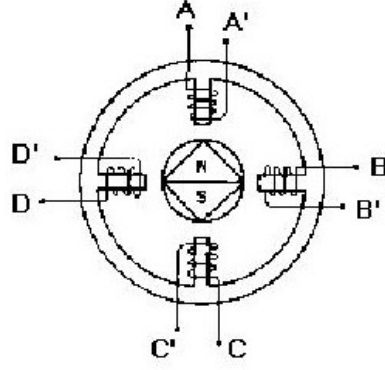


Şekil 6,8 Kademeli adım motoru

6.2.2.2 Sabit Mıknatıslı Adım Motorları

Sabit mıknatıslı motorlar, eksene dik olarak mıknatıslanmış olmaları ve dişsiz sürekli mıknatıslı rotorlarıyla ayrılırlar. Dört faza sırasıyla enerji verilirken, rotor manyetik kutuplara çekiliyormuşçasına döner.

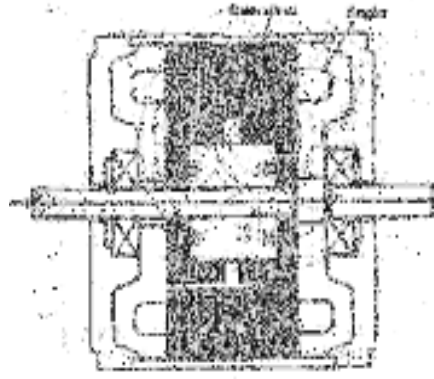
Şekil 6.9 Sabit mıknatıslı adım motorunun yapısını göstermektedir: Motor, sarımlara ABCD sırasıyla enerji verildiğinde 90° 'lik adımlarla dönecektir. Sabit mıknatıslı motorlar genelde 45° ya da 90° 'lik adım açılarına ve nispeten düşük step oranlarına sahiptir. Buna karşın yüksek tork ve iyi sönümleme karakteristikleri gösterirler.



Şekil 6,9 Dört fazlı sabit mıknatıslı adım motorunun yapısı

6.2.2.3 Hibrid Adım Motorları

Hibrid adım motorları, kademeli ve sabit mıknatıslı adım motorlarının arzu edilen özellikleri alınarak oluşturulmuş motor tipleridir. Yüksek tetik ve tutma torkuna sahip bu motorlar yüksek hızlarda çalışabilir. Normalde $0,9^\circ - 5^\circ$ derece arası adım açılarında çalışırlar. Çift telli sarım uygulandığından tek fazlı güç kaynağı kullanılabilir. Fazlara sırasıyla enerji verildiğinde, rotor artışlarla dönecektir. Bu motor daha çok tork üretmek adına, aynı anda 2 fazlı olarak sürülebilir veya tek fazlı, çift fazlı sonra yeniden tek fazlı sürülerek yarım adımlar oluşturulabilir.

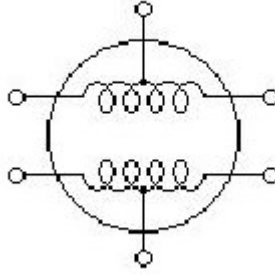


Şekil 6.10 Hibrid adım motorunun yapısı

6.2.3 Bobin Tahrikli Adım Motoru Tipleri

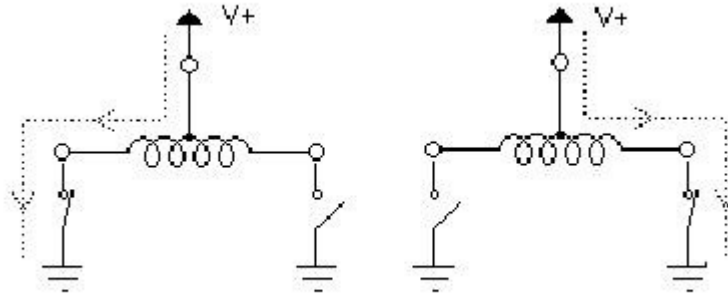
6.2.3.1 Ünipolar Adım Motorları

Ünipolar motorlar, nispeten kontrolü daha kolay motorlardır. Basit bir sayaç devresi, doğru bir adım sırasını sağlayabilir, ayrıca sarım başına bir transistor şeklindeki basit sürücüler bu motorlarda kullanılabilir. Ünipolar adım motorları ortada merkezlenmiş tapalı sarımlarla tanımlanabilir. Bütün sarımları $+V_m$ (motor voltajı) ile besleyecek genel bir yapı vardır. Sürücü devre, her sarıma enerji vermek için sarımları topraklamaktadır.



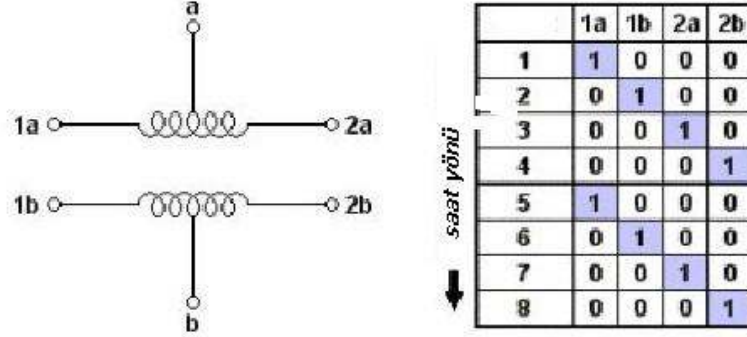
Şekil 6.11 Ünipolar adım motorunun yapısı

Sabit mıknatıslı ve hibrid (5–6 kablolu) ünipolar adım motorları, genelde Şekil 6.12’deki gibi bağlanır. Kullanımda, sarımların merkez uçları kaynağın pozitif ucuna bağlanırken, sarımın diğer iki ucu, üretilen manyetik alanı ters yöne çevirmek için topraklanır.



Şekil 6.12 Ünipolar adım motorunun bobinindeki akımın ters yöne çevrilmesi

Ünipolar adım motorlarında her bobin ikiye ayrıldığından fazların sayısı bobin sayısının iki katıdır. Şekil 6.13'de iki merkez bobini olan diyagram, 4 fazlı bir ünipolar adım motoru simgelemektedir.

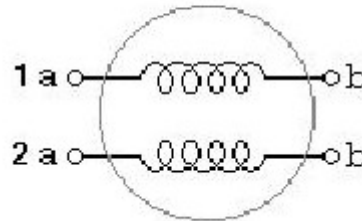


Şekil 6.13 Ünipolar sürüm sırası

Standart sürüm sırasına ek olarak, yüksek tork ve yarım-adım sürüm sıraları da kullanılabilir. Yüksek tork sürüm sırasında, her motor adımı için 2 adet sarım aktiftir. Bu iki sarımlı birleşim standart sürümün 1.4 katı kadar kazanç getirirken 2 katı kadar da akım çekmektedir. Yarım adım sürümü ise 2 sürümün birleşmesinden meydana gelir. İlk olarak bir sarım aktive edilir sonra diğeri, tekrar ilki vs. Bu durum motor shaftının her dönme hareketi için adım sayısını 2 katına çıkarırken, adım açısını yarıya indirir.

6.2.3.2 Bipolar Adım Motorları

Bipolar kademeli ve sabit mıknatıslı adım motorları, tamamen ünipolar motorlardaki mekanizmalar kullanılarak yapılmıştır tek fark ortadaki 2 sarımın daha basit yapıda ve merkez tapalar olmadan bağlanmasıdır. Motor daha basitken, sürücü devre her motor kutbu çiftinin polaritesini terse çevirebilmek için daha karmaşıktır.



Şekil 6.14 Bipolar adım motorunun yapısı

6.2.4 Adım Motorlarına Ait önemli Parametreler

6.2.4.1 Çözünürlük

Çözünürlük; bir devirdeki adım sayısı veya dönen motorlar için adım açısı (derece), lineer motorlar için ise adım uzunluğu (mm) olarak tanımlanır. Bu sabit değer, üretim sırasında tespit edilen bir büyüklüktür. Bir adım motorunun adım büyüklüğü, çeşitli kontrol düzenleri ile değiştirilebilir. Yarım adım çalışmada adım büyüklüğü normal değerinin (çözünürlüğünün) yarısına indirilir.

6.2.4.2 Doğruluk

Bir adım motorunun adım konumu, tasarım ve üretim sırasında bir araya getirilen birçok parçanın boyutları ile belirlenir. Bu parçaların boyutlarındaki toleranslar ve dâhili sürtünmeler adımların nominal denge konumlarında da toleranslara neden olurlar. Bu durum adım motorunun doğruluğu olarak isimlendirilir ve belli bir konumdaki maksimum açısal hatanın nominal tek adım değerinin yüzdesi olarak ifade edilmiş halidir. Klasik adım motorlarında bu hata % ± 1 ile % ± 5 arasında değişmektedir. Sürtünme momenti veya kuvveti nedeniyle oluşan konum hataları bu doğrulukla ilgisi olmayan, daha az veya çok olabilen rasgele hatalardır. Ancak her iki tip hata toplanarak sistemin toplam hatası elde edilir.

6.2.4.3 Tutma Momenti

Tutma momenti, bir adım motorunun en temel moment karakteristiğidir. Tutma momenti eğrisi, motorun ürettiği tutma momentinin rotor konumuna bağlı olarak değişimini veren eğridir. Eğrinin merkezi motorun bir fazının uyarılmış olduğu durumda rotorun kararlı adım konumuna karşılık düşer. Bu eğri, rotor adım pozisyonundan uzaklaştırılırsa, motorda indüklenecek olan ve rotoru sıfır momentli adım pozisyonuna geri getirmeye çalışan momentin (tutma momenti) yönünü ve miktarını verir. Tutma momenti eğrisi, motorun tüm rotor konumları ve statik uyarma koşullarındaki ani momentini tam olarak tanımlamak için gereklidir. Diğer moment karakteristikleri (statik ve dinamik) bu eğri baz alınarak elde edilebilir.

6.2.4.4 Tek Adım Tepkisi

Motor fazlarından biri uyarılmış durumdaysa motor kararlı bir adım konumundadır. Bu fazın uyarımı kesilip yeni bir faz uyarılırsa motor bir adım atacaktır. Rotor konumunun zamana göre bu değişimi tek adım tepkisi olarak tanımlanır. Tek adım tepkisi, motorun adım

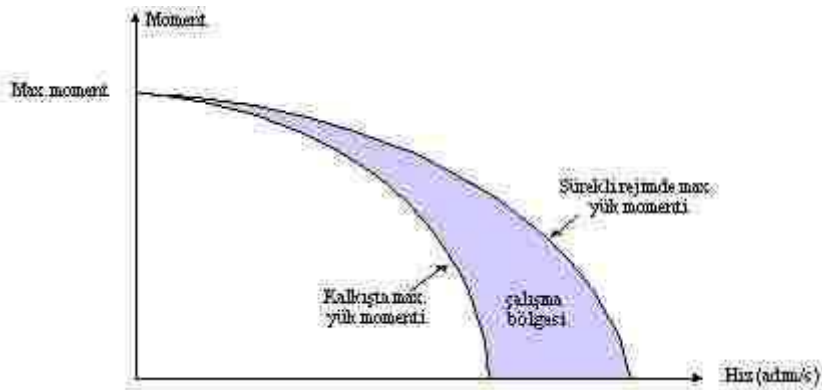
hareketinin hızını, tepkinin aşım ve salınım miktarını, adım açısının hassaslığını veren önemli bir karakteristiktir. Adım motorlarından maksimum performans elde edebilmek için tek adım tepkisindeki aşım ve salınımların azaltılması ve yerleşme zamanının kısaltılması gerekmektedir. Bu nedenle tek adım tepkisinin iyileştirilmesi adım motorlarının kontrolünde çok büyük öneme sahiptir.

6.2.4.5 Sürekli Rejimde Maksimum Yük Momenti Eğrisi

Sürekli rejimde maksimum yük momenti / hız eğrisi herhangi bir sabit dönüş hızında, rotor hareketinin giriş darbe dizisiyle olan senkronizasyonunu bozmadan ve rotorun durmasına neden olmadan sürekli halde motor miline uygulanabilecek maksimum yük momentini verir. Bu moment aynı zamanda, söz konusu hızda motorda meydana gelecek maksimum moment anlamına da gelmektedir. Klasik motorlarda bu eğriye karşılık gelebilecek bir karakteristik yoktur. Maksimum yük momenti eğrisi çalışma noktalarını göstermediği gibi bir transfer fonksiyonu eğrisi de değildir. Sadece, çalışma bölgesini sınırlar. Bu eğrinin sınırladığı bölge içinde herhangi bir noktada motor giriş darbe dizilerini kaybetmeden ve durma tehlikesi olmadan ilgili hız ve yük momenti ile çalışır. Sınırların dışına çıkıldığında bu durum değişebilir.

6.2.4.6 Kalkışta Maksimum Yük Momenti Eğrisi

Özellikle açık döngülü sistemlerde duran bir sistemi istenen pozisyona getirebilmek için motora uygulanan uyarım darbelerinin motor tarafından hiç kaçırılmadan takip edilmesini sağlamak çok önemlidir. Fakat uygulanan uyarım sinyallerin sıklığı, motorun miline bağlı yükü sıfır hızından itibaren kaldırıp hızlandırmasına izin vermeyebilir. Bu yüzden adım motorları için, kalkışta maksimum yük momenti eğrileri tanımlanır. Şekil 6.15’de sürekli rejimde maksimum yük momenti ve kalkışta maksimum yük momenti eğrileri gösterilmiştir.



Şekil 6.15 Sürekli rejimde ve kalkışta maksimum yük momenti/hız eğrileri

6.2.5 Adım Motoru Sürme

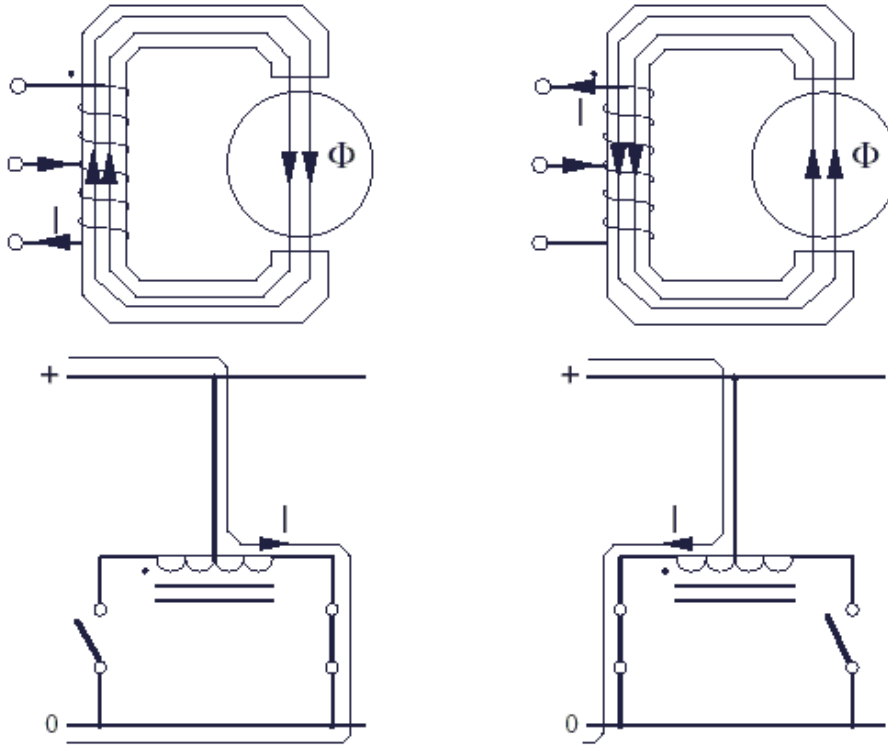
Adım motoru sürücü devresinin iki önemli görevi vardır:

- Faz sargılarındaki akı ve akım yönünü değiştirmek.
- Sargılardan geçen akım miktarının yükselme ve düşme zamanlarını mümkün olduğunca düşük tutacak şekilde akımı kontrol ederek yüksek hızda performans sağlamak.

Adım motorunun adım atması için, akı yönünün her bir fazda bağımsız olarak yön değişmesine gereksinim vardır. Bu yön değişimi, ünipolar veya bipolar sürücü kullanılmak sureti ile akım yönünün değiştirilmesi sayesinde yapılır.

6.2.5.1 Ünipolar Sürme

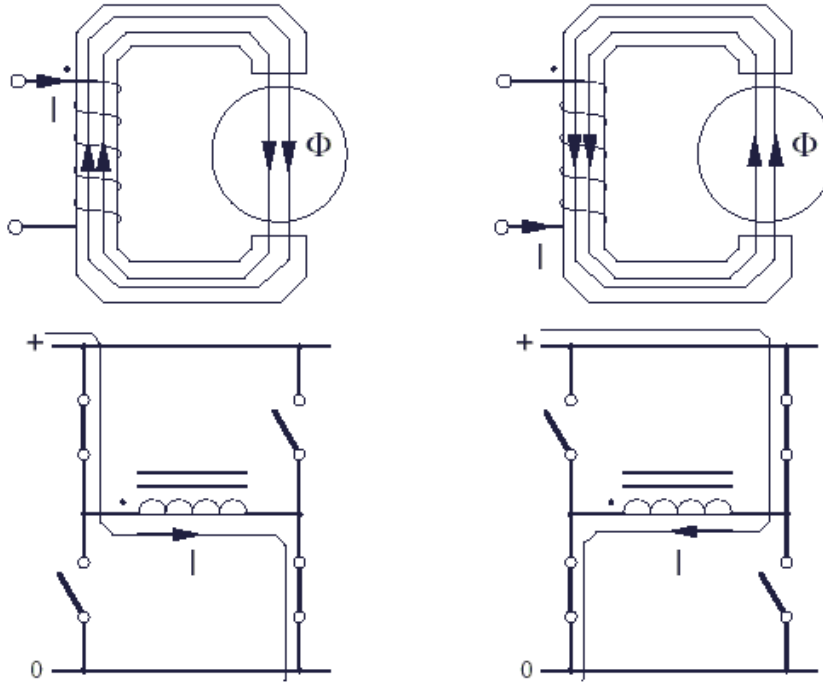
Ünipolar sürme prensibi, ortada merkezlenmiş tapalı sarım veya her faz için iki ayrı sarım temeli üzerine kurulmuştur. (Şekil 6.16) Akı yönü, akımın sarımın bir yarısından diğer yarısına kaydırılması sureti ile değiştirilmektedir. Bu yöntem faz başına sadece iki anahtarlama gerektirmektedir. Öte yandan, ünipolar sürme, mevcut sargının ancak yarısının kullanılmasına olanak vermektedir. O yüzden buradaki güç kaybı, aynı çıkış gücüne sahip bipolar sürmedeki güç kaybının iki katı olacaktır.



Şekil 6.16 Ünipolar Sürme

6.2.5.2 Bipolar Sürme

Bipolar sürme prensibi, sarımın üzerinden geçen akım yönünün, sarım üzerindeki gerilim kutuplarının kaydırılması suretiyle yön değiştirmesi üzerine kurulmuştur. Kutupları değiştirmek için dört adet anahtar, “H” harfi meydana getirecek şekilde kullanılmaktadır. Bu yüzden bipolar sürücüler “H-Köprüleri” olarak anılırlar.



Şekil 6.17 Bipolar sürme

6.2.6 Akım Kontrolü

Sarım direncindeki güç kayıplarını azaltmak ve aynı zamanda motorun torkunu kontrol altında tutmak için, sardı akımı kontrol edilmeli veya sınırlandırılmalıdır. Yarım adım metodunda, sıfır seviye akım; mikro adımlamada ise sürekli değişen akım gerekmektedir.

6.2.7 Adım Motoru Sürücü Uygulaması

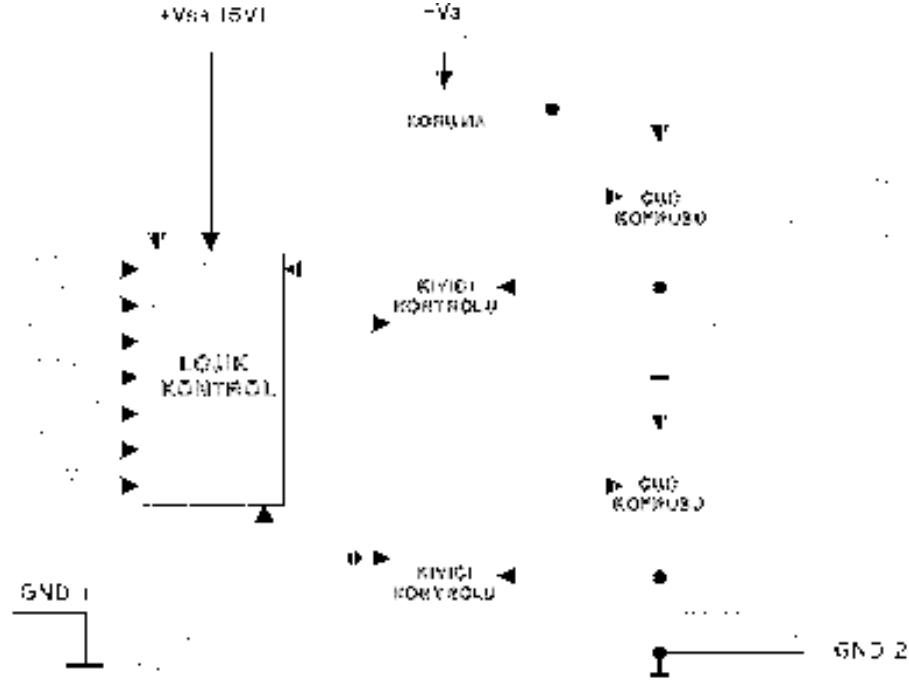
6.2.7.1 GS-D200S Bipolar Adım Motoru Sürücü Modülü

GS-D200S adım motoru sürücü modülleri, iki fazlı, bipolar ve kalıcı mıknatıslı adım motorlarına bir mikroişlemci tarafından doğrudan kumanda edebilecek şekilde üretilmişlerdir. GS-D200S ile motor sürebilmek için, saat darbesi, yön ve manüel etkin sinyallerini göndermek yeterlidir. Faz akımı, kıyıcı kontrollüdür ve faz sırası içerden kaydırılmak sureti ile kontrolcünün yükünü azaltarak kontrolcü yazılımının basitleşmesini sağlar.

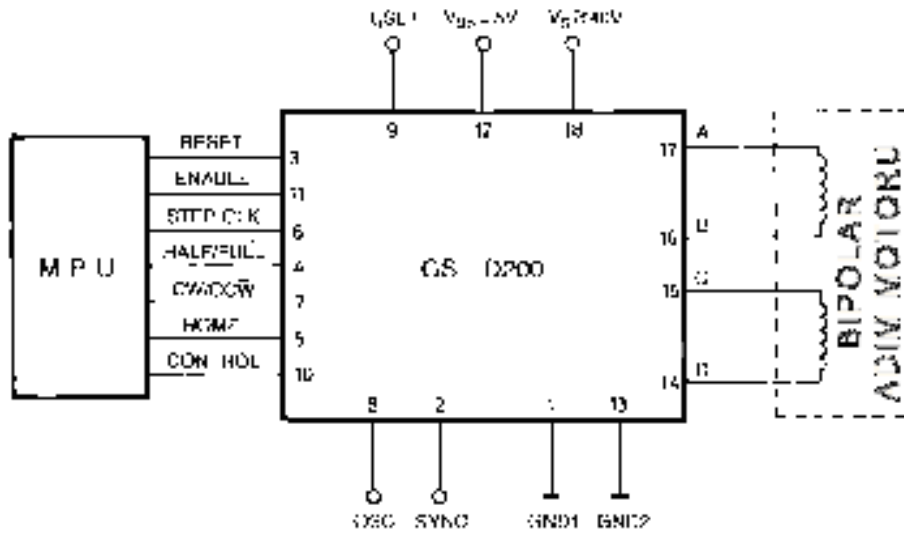
GS-D200S, dönemsel anahtarlama ve iletim kayıplarını kayda değer derecede azaltmak için powermos çıkışlarına sahiptir. GS-D200S tarafından sunulan diğer bir önemli özellik de, kısa devre ihtimaline karşı tam korumalı olmasıdır.

Şekil 6.18 GS-D200S adım motoru sürücü modülünün blok diyagramını göstermektedir.

Şekil 6.19 GS-D200S adım motoru sürücü modülünün tipik bir uygulamasını göstermektedir.



Şekil 6.18 GS-D200S adım motoru sürücü modülünün blok diyagramı



Şekil 6.19 GS-D200S adım motoru sürücü modülünün tipik bir uygulaması

6.2.7.2 Adım Motoru Sürücü Kartı

Adım motoru sürücü kartı, Harkon firmasına ait olup, bir önceki bölümde bahsedilen GS- D200S adım motoru sürücü modülünü kullandığı için ismini de ondan almıştır. Harkon GSD kodlu ürün aşağıda belirtilen giriş pinleri ile adım motorunun istenilen yönde, hızda ve manüel etkin / etkin değil durumlarında sürülmesini sağlamaktadır.

Çizelge 6.1 Harkon GSD bağlantı noktaları

Pin No	Adı	Görevi
1	AC Gerilim	27V~
2	AC Gerilim	27V~
3	Motor B -	Adım Motoru B Fazı (-) Ucu
4	Motor B+	Adım Motoru B Fazı (+) Ucu
5	Motor A -	Adım Motoru A Fazı (-) Ucu
6	Motor A +	Adım Motoru A Fazı (+) Ucu
7	Etkin	Motoru Kilitle / Bırak
8	Yön	Motor Dönme Yönü
9	Saat Darbesi	Her darbeye bir adım atar
10	Toprak	Sinyal (-)

AC Gerilim: Sürücü kartının çalışması için gerekli olan AC 27V, 220V'lik şebeke elektriğinin ~220-27V'lik bir transformatör ile düşürülerek elde edilmiştir.

Motor B-: Motor sarımlarından 2. fazın (-) ucu bu girişe uygulanmıştır.

Motor B+: Motor sarımlarından 2. fazın (+) ucu bu girişe uygulanmıştır.

Motor A-: Motor sarımlarından 1. fazın (-) ucu bu girişe uygulanmıştır.

Motor A+: Motor sarımlarından 1. fazın (+) ucu bu girişe uygulanmıştır.

Etkin: Bu pine gönderilen +5V DC gerilim ile adım motoru sürücü kartı, motorun manüel olarak döndürülmesini engeller.

Yön: Motorun saat yönünde veya saat yönünün tersinde döndürülmesi, bu pine gönderilen +5V DC veya 0V DC gerilim ile sağlanır.

Saat Darbesi: Bu pine uygulanan her +5V DC 'ye çıkıp tekrar 0V DC 'ye inmesi ile adım motorunun bir adım atması sağlanır. Şekil 2.51 adım motorunun sürmek için kullanılan kare dalgayı göstermektedir.

7. SİSTEMİN PLC İLE KONTROLÜNÜN SAĞLANMASI

7.1 PLC'ler Hakkında Genel Bilgi

7.1.1 PLC (Programlanabilir Lojik Kontrolcü) Giriş

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

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

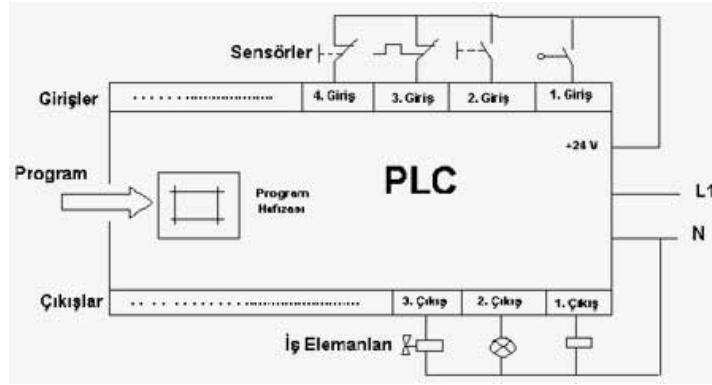
Programlanabilir lojik kontrolörlerin çıkışı 60'li yılların sonu ile 70'li yılların başlarına dayanır. İlk kumanda kontrolörleri bağlantı programlamalı cihazlardı. Bu cihazların fonksiyonları, lojik modüllerin birbirine bağlantı yapılarak birleştirilmesi ile gerçekleştiriliyordu. Bu cihazlarla çalışmak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

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

7.1.2 PLC Nedir?

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

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



Şekil 7.1 PLC Genel Blok Şeması

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

7.1.3 PLC Sistemlerinin Avantajları

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

7.1.3.1 PLC ile Röleli Sistemlerin Karşılaştırılması

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

7.1.3.2 PLC'ler ile Bilgisayarlı Kontrol Sistemlerinin Karşılaştırılması

Endüstriyel kontroldeki yeni eğilimler, yazılım tabanlı kontrol sistemlerini gündeme getirdi. PC tabanlı kontrol sistemi seçimiyle sürecin sadece ilk adımı atılmaktadır. Kontrol sistemleri için PC tabanlı ya da PLC' ye dayalı kontrol yapısında karar vermeden önce, dikkate alınması gereken tüm noktaların titizlikle analiz edildiğinden emin olunmalıdır.

Yazılım

PC tabanlı kontrol sistemleri, uygulama için gerekli operasyonları gerçekleştirecek şekilde geliştirilen bir yazılım programıdır. Bu nedenle, bu tip sistemler, aynı zamanda yazılım motoru (soft control engine) olarak da adlandırılmaktadır. Unutulmamalıdır ki, PC tabanlı kontrol sistemi sipariş edildiğinde, özel bir işletim sistemi için geliştirilmektedir. Bu noktada asıl mesele bu işletim sisteminin seçimidir. Windows NT, gerçek zamanlı (real time) veya bir başka gerçek zamanlı işletim sisteminin seçimi yapılmalıdır. Bu sistemler için en yaygın olarak kullanılanı Windows NT'dir. Bu işletim sisteminin zorlu endüstriyel ortamlarda gerçek zamanlı kontrol amaçlı dizayn edilmemiş olması nedeniyle, üzerinde yoğunlaşan tartışmalara rağmen, PC tabanlı kontrol sistemlerinde, % 90 civarında bu işletim sisteminin kullanıldığı tahmin edilmektedir. Konuya genel olarak bakıldığında, Windows NT, kabul edilebilir bir işletim sistemi olarak düşünülebilir.

Donanım

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

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

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

Diğer taraftan endüstriyel PLC'ler sanayideki ağır çalışma koşulları için gelişmiş özelliklere sahip cihazlardır. (sarsıntılı, nemli, tozlu, gürültülü ortamlar için önleyici donanımlara sahiptirler). 0- 60 C ortam ısılarında ve %0 ve %95 arası nem oranı olan ortamlarda çalışabilir. Bununla birlikte farklı programlama dili, arıza bulma ve bakım kolaylıklarının olması gibi özelliklerden dolayı bilgisayarlardan farklıdırlar. Bilgisayarların arıza ve bakım servisi ile programlama dillerinin öğrenilmesi için özel bir eğitime gerek vardır.

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

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

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

Hafıza

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

Özet olarak PLC ile PC hakkında şunlar söylenebilir;

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

7.1.4 PLC'lerin Genel Kullanım Amacı

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

PLC sistemi sahada meydana gelen fiziksel olayları, değişimleri ve hareketleri çeşitli ölçüm cihazları ile belirleyerek, gelen bilgileri yazılan kullanıcı programına göre bir değerlendirmeye tabi tutar. Mantıksal işlemler sonucu ortaya çıkan sonuçları da kumanda ettiği elemanlar aracılığıyla sahaya yansıtır: Sahadan gelen bilgiler ortamda meydana gelen aksiyonların elektriksel sinyallere dönüşmüş halidir. Bu bilgiler analog yada dijital olabilir. Bu sinyaller bir transduserden, bir kontaktöre yardımcı kontağından gelebilir. Gelen bilgi analog ise, gelen değer belli bir aralığı için, dijital ise sinyalin olması yada olmamasına göre sorgulama yapılabilir. Bu hissetme olayları giriş kartları ile, müdahale olayları da çıkış kartları ile yapılır.

PLC ile kontrolü yapılacak sistem büyüklük açısından farklılıklar gösterebilir. Sadece bir makine kontrolü yapılabileceği gibi, bir fabrikanın komple kumandası da gerçekleştirilebilir. Aradaki fark sadece kullanılan kontrolörün kapasitesidir. PLC'ler, bugün akla gelebilecek her sektörde yer almaktadır. Kimya sektöründen gıda sektörüne, üretim hatlarından depolama

sistemlerine, marketlerden rafinerilere kadar çok geniş bir yelpazede kullanılan PLC'ler, bugün kontrol mühendisliğinde kendilerine haklı bir yer edinmişlerdir. Elektronik sektöründeki hızlı gelişmelere paralel olarak gelişen PLC teknolojisi, gün geçtikçe ilerlemekte otomasyon alanında mühendislere yeni ufuklar açmaktadır. Bu yüzden de her teknikerin yüzeysel bile olsa biraz bilgi sahibi olması gereken bir dal konumuna gelmektedir.

7.1.5 PLC'lerin Genel Uygulama Alanları

Yakın zamana dek PLC'lerin bugünkü kadar yaygın kullanılmamasının 2 nedeni vardır. Mikroişlemcilerin ve ilgili parçaların fiyatlarının oldukça düşmesiyle maliyet verimliliğinin (I/O noktası başına maliyet) artması ve karmaşık hesap ve iletişim görevlerini üstlenme yeteneğinin, PLC'yi daha önce özelleştirilmiş bir bilgisayarın kullanılıyor olduğu yerlerde kullanılabilir hale getirmesi. PLC uygulamaları iki sınıfta toplanabilir: Genel ve Endüstriyel uygulamalar hem ayrıık hem de proses sanayilerinde mevcuttur. PLC'lerin doğduğu sanayi olan otomotiv, en büyük uygulama alanı olmayı sürdürmektedir. Yiyecek işleme ve hizmetleri gibi sanayilerde şu an dünyada gelişen alanlar arasında PLC'lerin kullanıldığı 5 genel uygulama alanı vardır. Tipik bir kurulum, kontrol sistemi sorununa çözümü, bunların bir ya da daha çoğunu içererek bulunur. Bu 4 alan şunlardır:

7.1.5.1 Sıra(Sequence) Kontrol

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

7.1.5.2 Hareket Kontrolü

Bu doğrusal ve döner hareket denetim sistemlerinin PLC' de tümleştirilmesidir ve servo adım ve hidrolik sürücülerde kullanılabilen tek yada çok eksenli bir sistem denetimi olabilir. PLC hareket denetimi uygulamaları, sonsuz bir makine çeşitliliği içerir. (örn. metal kesme, metal şekillendirme, montaj makineleri) ve şoklu hareket eksenleri ayrıık parça ve süreç sanayi uygulamalarında koordine edebilirler. Bunlara örnek olarak; kartezyen robotlar, film, kauçuk ve dokunmamış kumaş tekstil sistemleri gibi, ağla ilgili süreçler verilebilir.

7.1.5.3 Süreç Denetimi

Bu uygulama PLC'nin birkaç fiziksel parametreyi (sıcaklık, basınç, debi, hız, ağırlık vb gibi) denetleme yeteneğiyle ilgilidir. Bu da bir kapalı çevrim denetim sistemi oluşturmak için, analog I/O gerektirir. PID yazılımının kullanımıyla PLC, tek başına çalışan çevrim denetleyicilerinin (single loop controllers) işlevini üstlenmiştir. Diğer bir seçenek de her ikisinin en iyi özelliklerini kullanarak PLC ile kontrolörlerin tümleştirilmesidir. Buna tipik örnekler de plastik enjeksiyon makineleri, yeniden ısıtma fırınları ve bir çok diğer yığın denetimi (batch-control) uygulamasıdır.

7.1.5.4 Veri Yönetimi

PLC'yle veri toplama, inceleme ve işleme son yıllarda gelişmiştir. İleri eğitim setleri ve yeni PLC'lerin genişletilmiş bellek kapasiteleriyle sistem, artık denetlediği makine veya proses hakkında veri yoğunlaştırıcı olarak kullanılabilir. Sonra bu veri, denetleyicinin belleğindeki referans veri ile karşılaştırılır ya da inceleme ve rapor alımı için başka bir aygıtta aktarılabilir. Bu uygulamada büyük malzeme işleme sistemlerinde ve kağıt, birincil metaller ve yiyecek işleme gibi bir çok proses sanayinde sıkça kullanılır.

Bir PLC Programlama ortamı;

- Değişken adı ve tipi tanımlamayı
- Değişkenleri ilişkisel ve mantıksal olarak bağlamayı (Binary, Analog)
- IEC 61131 standartlarına uygun bir programlama platformunu
- Simulasyon imkânlarını (Sanal Çevrim)
- PLC-PC haberleşme protokolünü
- PLC'deki mevcut programı okuma veya kayıt yapabilmeyi
- PLC'deki programı eşzamanlı gösterebilmeyi
- Kullanılan hafıza alanlarının ve giriş-çıkış etiketlerinin oluşturulmasını
- İlgili alanların düzenli biçimde yazıcıdan çıktısının alınabilmesini sağlar.

Dolayısı ile, sadece donanım olarak PLC kullanıcıya programlama açısından anlam ifade etmez. PLC'ler kendi yazılımları ile birlikte kullanılır. PLC'lerde çapraz platform denemeleri günümüzde mevcuttur fakat güvenilirliği konusunda üretici firmalar tarafından sertifikalandırılmamışlardır.

Veri tiplerine giriş yapmadan önce kısaca sayı formatlarına göz atalım;

- Binary Format : 0-1
- Decimal Format: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
- Hex Format : 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

PLC'lerde Dijital veri tipleri;

- Bool (Mantıksal 0 veya 1)
- Byte (1 Byte 8 bitten oluşmaktadır 1111 1111 = FF hex.)
- Word (1 Word = 2 Byte = 16 Bit = 1111 1111 1111 1111 = FF FF hex.)
- Dword (2 Word = 4 Byte = 32 Bit = 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 = FFFF FFFF hex.)

PLC'lerde Analog veri tipleri;

- BYTE
- WORD
- DWORD
- SINT
- INT
- UINT
- DINT
- UDINT
- REAL
- LREAL

7.1.6 PLC' nin Yapısı

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

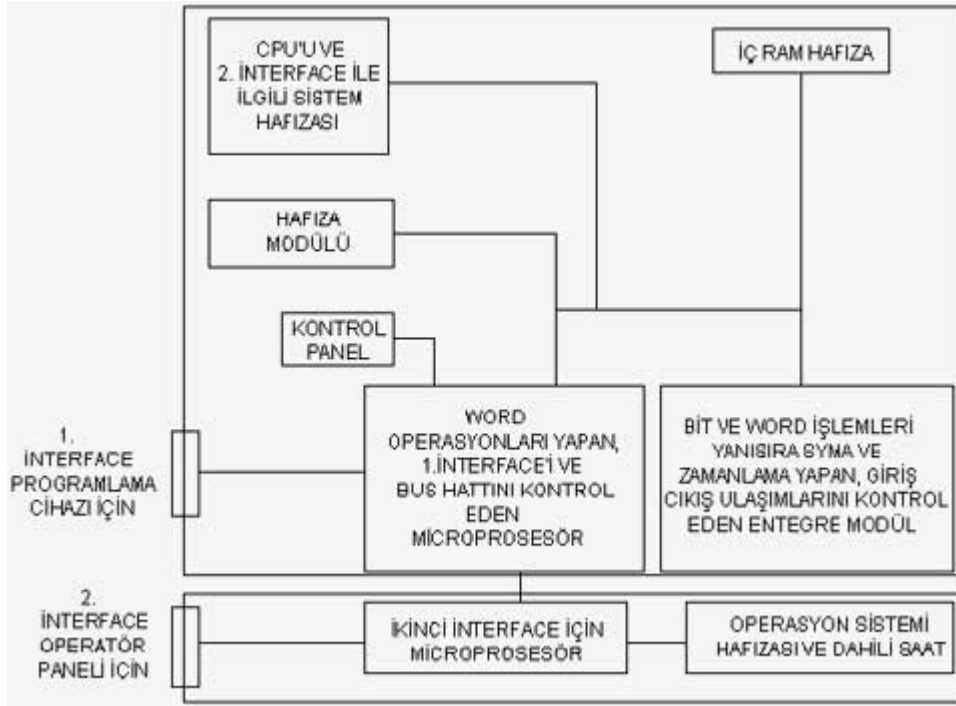
7.1.6.1 Güç Kaynakları

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

7.1.6.2 Merkezi İşlem Birimleri (CPU's)

Merkezi işlem birimleri PLC sisteminin beyni olarak düşünülebilir. Bu birimler kumanda edilen sisteme ait yazılımın (sadece mantık yazılımının) saklandığı ve bu yazılımın işlendiği kartlardır. Merkezi işlemci haricinde program hafızası ve programlama cihazı bağlantısı için bir interface içerir. Ayrıca bazı modellerde başka PLC gurupları ile beraber çalışabilmeleri için özel interface'lerde bulunur.

CPU'lar çoklu işlemci sistemi ile dizayn edilmiştir. Bir standart mikroişlemcinin yanı sıra CPU tipi ile bağlantılı olarak bir yada daha fazla Gate-Array Tekniği ile özel olarak geliştirilmiş dil işlemcisi bulunur. Bu dil işlemcileri tanımlanmış olan kumanda komutlarını çok kısa sürede işlerler. Dil işlemcilerinin işleyemediği komutları da standart mikro işlemci yorumlar. Standart mikroişlemci ile dil işlemcisinin yada işlemcilerinin Co-Procassing diye adlandırılan bu çalışma tarzı ile çalışmaları, PLC kumanda programının çok kısa zaman aralıklarında işlenmesini sağlar. Standart mikroişlemci aynı zamanda işletim sisteminin çalışmasından ve interface'lerin sorgulanmasından sorumludur. Sadece okumaya yönelik (ROM) hafıza içinde işletim sistemi bulunur. Kullanıcı tarafından yazılan PLC programı ise CPU'nun okunabilir-yazılabilir (RAM) hafızası içinde yer alır. Örnek olarak CPU 944'ün iç yapısı şu şekildedir;



Şekil 7.2 CPU 944'ün iç yapısı

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

Serinin en alt modeli olan 941 modelinde bir bit operasyonu yerine getirilmesi için gereken zaman 1,6 uS iken, serinin en üst modeli olan CPU 945'te aynı işlem 0,1uS'dir. Buradan da anlaşılacağı üzere sistemi kontrol eden CPU'nun performansı sahadaki aksiyonları fark etme, değerlendirme ve karara varma aşamalarını minimum zamanda gerçekleyebilecek durumda olmalıdır.

CPU'lar ayrıca kumanda edilen sisteme göre PID fonksiyonlarını da işleyebilir. Analog modüller ve PID yardımcı software ile bağlantılı olarak sekiz PID kontrol çevrimine kadar işlem yapılabilir. CPU'ların program işlemesi daha ileride detaylı olarak işlenecektir.

7.1.6.3 Dijital Giriş/Çıkış Birimleri

PLC'nin giriş bilgileri kontrol edilen ortamdan veya makineden gelir. Gelen bu bilgiler içimde PLC var ya da yok şeklinde değerlendirilmeye tabi tutulan sinyaller sisteminin dijital girişlerini oluşturur. Dijital girişler PLC 'ye çeşitli saha ölçüm cihazlarından gelir. Bu cihazlar fark etmeleri gereken olay gerçekleştiğinde PLC'nin ilgili giriş bitimini '0' sinyal seviyesinden '1' sinyal seviyesine çıkarırlar. Böylece sistemin sahada olan hadiselerden haberdar olmasını sağlar. Dolayısıyla sistem içindeki fiziksel değişimleri PLC'nin anlayabileceği 0–1 sinyallerine dönüştürürler. PLC'nin girişine gelen sinyaller basınç şalterlerinden, sınır şalterlerinden, yaklaşım şalterlerinden vaye herhangi bir röle, kontaktör ya da otomatın yardımcı kontağından gelebilir. Sinyal PLC dışı binary sinyaldir ve giriş modüllerinde PLC'nin iç sinyal seviyesine indirirler. Tek bir giriş modüllerinde 8, 16 ya da 32 bit dijital saha bilgisi okunabilir. Modüller üzerinde her girişe ait bir LED bulunur ve gelen sinyalin seviyesi buradan anlaşılabilir. PLC'nin giriş sinyallerini okuyabilmesi için bu sinyallerin kartın tipine göre ilgili aralıkta olması gerekmektedir. Örnek olarak SIMATIC S5 –115U PLC'nin giriş modüllerinde 24V DC bir giriş için 0 sinyal seviyesi –30V ile +5V arasındadır aynı girişin bir sinyal seviyesi için olması gereken gerilim seviyesi ise, +13V ile +30V aralığında olmalıdır. Alternatif gerilimli girişler için gerilim seviyesinin yanı sıra gelen sinyalin frekansında önem taşımaktadır. Bu sinyallerin izin verilen frekans aralığı 47Hz ile 63Hz'dir. Bazı giriş modüllerinde girişlerin okunması yine başka bir girişin tetiklenmesi ile engellenebilir. Bu şekilde istenilen sinyaller için PLC kör olarak çalıştırılabilir. Yarıca giriş modülleri kesmeli çalışma (interrupt) modunda çalışabilir.

PLC'nin sahadaki yada prosesdeki bir şeye binary olarak müdahale edeceği zaman kullanıldığı birimler dijital çıkış birimleridir. Dijital çıkış modülleri PLC iç sinyal seviyeleri prosesin ihtiyaç duyduğu binary sinyal seviyeleri çeviren elemanlardır. Bu modüller üzerinden bir çıkışın set edilmesi ile sahadaki yada kumanda panosu içimdeki herhangi bir eleman kumanda edilebilir. Bu eleman bir lamba, bir röle yada bir kontaktör olabilir. Dijital çıkış modülleri röle, triyak yada transistör çıkışlı olabilir. Sahaya yapılan kumandanın hızlı olması gerektiği durumlarda doğru gerilimle çalışıyorsa transistör, alternatif gerilimle çalışıyorsa triyak kullanımlı yüzden de kart üzerine çekilecek max. Çıkış akımlarına dikkat etmek gerekir. SIMATIC S5-115U sistemlerinde kullanılan 24V çıkış modüllerinde max. Çıkış akımı 0,5A olabilir. Alternatif akım çıkışlarında ise çıkış akımı 2A'e kadar çıkabilir. Dijital çıkış kartları da, giriş kartları gibi 8, 16 ya da 32 bit olabilir. Bu modüllerde de her bite ait sinyal durumunu gösteren bir LED bulunur. Ayrıca kartın özelliğine göre kısa devre dedektörü de bulunabilir.

Sadece giriş sinyalleri okutan ve sadece çıkış sinyallerini gösteren kartlar yanında hem giriş hem de çıkış birimleri içeren kombine giriş çıkış kartları da vardır. Bu kartlar sınırlı sayıda giriş çıkışı için yer tasarrufu sağlar.

7.1.6.4 Analog Giriş/Çıkış Birimleri

Kontrol edilen sistemdeki bütün sinyallerin varlıklarına yada yokluklarına göre sorulan sinyaller beklenemez. Örnek olarak bir sıcaklık yada basınç değeri dijital olarak sorgulanabilir ancak bu değer net bir şekilde belirlenmesi dijital giriş modülleri ile mümkün olmaz. İşte burada devreye analog olarak yapılan kontrol devreye girer. Analog değer kullanımında alt sınır ve üst sınır değerlerin arasında kalan bölgeye kontrol yapılır. Bu kontrollerin yapılması analog giriş çıkış kartları ile mümkün olmaktadır. Analog giriş modülleri prosesten gelen analog değerleri dijital değerlere dönüştürür. Yalnız öncelikle ölçümü yapılan fiziksel büyüklüğün PLC'nin anlayacağı dile çevrilmesi gerekir. Bu işlemi gerçekleştiren cihazlara transmitter adı verilir. Transmitterler problemlerinden ölçtükları büyüklüğü değerlendirerek 0-20mA, 4-20mA yada 0-10V gibi belli aralıkta ifade edilen sinyallere çevirirler. Bu sinyaller de PLC'nin analog giriş kartları ile intern bus hattı üzerinden CPU'ya okutulur. Böylece PLC belli aralıklarda değişen değerleri işleyebilir duruma gelir.

SIMATIC analog giriş kartlarında ölçüm yapıla aralığı belirleyen 'ölçüm aralık modülleri' bulunur. Bu modülün takılması ile beraber analog kart üzerindeki switch ayarı da yapılarak analog değer okuma için gerekli şartlar yerine getirilmiş olur. Analog değer kartları mümkün olduğu kadar gürültüye karşı korumalı üretilirler. Bütün modüller değer aralığı aşımını belirleyebilir ve kablo kopma durumunu ihbar edebilir. SIMATIC S5-115U kartları 50mV, 500mV, Pt100, 1V, 5V, 10V, 20mA +4-20mA aralıklarında ölçüm yapabilirler.

Analog çıkış modülleri sisteme analog olarak müdahale edilmesi gereken durumlarda kullanılır. Bu modüllerle sahadaki bir eleman 0-10V, 0-20mA yada 4-20mA çıkışları ile oransal olarak kontrol edilebilir. PLC'nin analog çıkışları ile bir actuator yönetilebilir. CPU tarafından karar verilen çıkış değerleri dijital formda analog çıkış kartının işlemcisine iletilir. Bu değerler bir dijital-analog çevirici ile analog voltaj değerlerine çevrilir. Ayrıca bir voltaj-akım çevirici ile çıkış akımları oluşturulur.

Bir programlanabilir lojik kontrolör CPU'sunun performansı o CPU'nun analog değer işlemesi ile orantılıdır.

7.1.6.5 Akıllı Giriş/Çıkış Modülleri

PLC'lerin normal lojik fonksiyonları dışında birtakım özel fonksiyonları da bulunmaktadır. Bu fonksiyonlarla çıkış gözetimli, diğer bir deyişle kapalı çevrim geri besleme kontrol uygulamaları gerçekleştirilebilir. Bu tip modüller yüksek hızda ve çok ileri derecede hassas kontrol imkânları sağlamak için tasarlanmışlardır. Akıllı giriş-çıkış kartları kapalı çevrim kontrolünde, pozisyonlamada, sayma ve oranlamada ve analog değer işlemede kullanılır. Akıllı I/Q modüllerin sağladığı avantaj, bu modüllerin zaman açısından kritik olan görevlerini tamamıyla kendilerinin görmesidir. Birçok durumda bu kontrolleri kendi özerk işlemçileri gerçekleştirirler. Böylece CPU'nun kendi görevlerine konsantre olması sağlanarak sistemin kontrol hızı büyük oranda arttırılmış olur. Bu akıllı giriş-çıkış modülleri, saha ile birebir giriş-çıkış kanalları üzerinden bağlantılıdır.

7.1.6.6 Özel Modüller

PLC ler için tasarlanmış özel modüller isminden de anlaşılacağı üzere PLC nin vazifesi olmayan daha çok kişisel bilgisayarların görevi olan bilgi saklama uygulamalarında kullanılır. Bu saklanacak bilgilerin CPU içerisinde sabit olarak yer alması gereksiz ve çoğu zaman imkansızdır. Bu yüzden PLC sistemi içine dahil edilen bir kart ile bilgi alınması, alınan bu bilgilerin işlenmesi ve büyük oranlarda (CPU içerisinde saklanamayacak boyutta) saklanması sağlanır. Bu tür işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için özel modül içerisinde birtakım yazılımlar yapılması gerekir. CPU bu kartlara bilgileri "internal bus" hattı üzerinden çeşitli komutlarla gönderir. Dos ortamı komutlarını çalıştırabilir ve örnek olarak database içerisinde bilgi saklayabilir. PLC ye takılabilen bu tip kart modeli PC'ler ayrıca floppy drive üzerinden bilgilerin backup olarak yedeklenmesini de sağlarlar. Burada saklanan değerlere ulaşılabilmesi için CPU içerisinde ilgili veri blokların açılmış olması gerekmektedir. CPU içindeki STEP5 veri blokları herhangi bir ara işlem gerektirmeden excel yada lotus dosyaları içine entegre edilebilir.

7.1.6.7 Haberleşme Modülleri

Kominikasyon modülleri PLC'lerle giriş-çıkış birimleri arasındaki ya da başka PC'ler arasındaki veri alışverişini sağlarlar. Bu modüller direkt bağlantı (point to point) ile işletilebileceği gibi bir network üzerinden de işletilebilir. Bire bir bağlantıda bağlantı yapılan CPU çift interface içerir. Bir porta programlama cihazı ile ulaşılırken diğeri üzerinden

haberleşme sağlanır. Böylece sisteme daha fazla sayıda I/Q dâhil edilmesi mümkün olur. Ayrıca LAN (local area network) üzerinden de data alışverişi sağlanır. Bu networklar içinde PLC'ler PC'ler saha elemanları ve Workstationlar bulunabilir. Prosesin monitör üzerinden izlenmesi yazıcı raporlamaları da bu tip haberleşme modülleri üzerinden yapılır.

7.1.6.8 Kartların Takıldığı Raflar

PLC kartlarının takıldığı bu raflar PLC sınıflarına göre farklılıklar göstermektedir. PLC grubu içinde S5-90 ve S5-95 direkt olarak raylı montaj olup herhangi bir rafa monte edilmemektedir. S5-100 kartları submodüle olarak tabir edilen elemanlar üzerine monte edilmektedir. Bu elemanlar üzerinde bulunan bus hattı ile haberleşme sağlanmaktadır. Ayrıca modüler yapıda olan bu elemanlar montaj kolaylığı sağlamaktadır. Submodüler ray üzerine takılırlar. S5-100 tipi PLC'ye ait kartlarda submodüller üzerine vidalanmak suretiyle monte edilir. S5-115 sistemlerinde submodüllerin görevlerini subrack'ler yerine getirir. Subrack'ler ray sistemine uyumlu olmayıp vida montajı ile sabitlenirler. Bu elemanların ihtiyaca göre değişik tipleri bulunmaktadır. Bazı modellere sadece giriş-çıkış kartları takılabildiği gibi bazılarında da çeşitli özel modüller takılabilmektedir. S5-115 sistemi subrack'lerin de ayrıca bazı yüksek akım çekebilen kartların soğutulabilmesi için fan ünitesi montajı da yapılabilmektedir. S5-135 ve S5-155 sistemlerinde kartların takıldığı raflar daha özellikli olup PLC de kullanılan kartların beslemelerini sağlayan güç kaynağı da barındırmaktadır. Ayrıca bu güç kaynağı içinde soğutucu fanlar bulunmaktadır.

7.1.7 PLC Programlama

7.1.7.1 Bilgisayar Programlarıyla PLC Programlarının Farkı

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

döngü içine bütün komutları yazmak ve döngüyü de bütün olayların en iyi şekilde kontrolü için döngüyü mümkün olan en yüksek hızda çalıştırmaktır.

PLC 'lerde, bilgisayarlarda olduğu gibi bir işlemi bitirip başka bir işleme geçmek mantıklı değildir. Mesela bir motora kapıyı kapaması için çıkışlardan voltaj veriyorsunuz. Bu işi bir bilgisayar programı yazarak yapıyorsanız, kapanma komutunu verirsiniz ve kapı kapanana kadar dolayısıyla işlem bitene kadar Program alt satıra geçmez, yani bu sırada başka hiçbir işlemi yapamazsınız. PLC sistemlerinde ise işlemin tamamlanması önemli değildir, program baştan sona saniyede binlerce kez iletilir. Programda komutlar, yapılması gerekiyorsa, yani önlerindeki mantıksal işlemin sonucu izin veriyorsa işletilir. Böylelikle aynı anda birbirinden bağımsız olarak hem A kapısı açılıyor hem de B vanası kapatılıyor ve bu sırada yazıcıya bilgi yollanıyor olabilir.

7.1.7.2 Programlama Açısından PLC'nin Bilgisayara Göre Avantajları

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

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

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

7.1.8 Standart Programlama

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

Control System Flowchart ile program yazılabilir.

Üç program gösterimi arasındaki farklar özellikle binary operasyonlarda göze çarpmaktadır. Yazılan program çok özel komutlar içermediği sürece bir gösterimden diğerine kolaylıkla dönüştürülebilir. Ayrıca bu programlama imkanları içinde kapasite farklılığı vardır. Sözgelimi LAD ile gerçekleştirilemeyen bazı fonksiyonlar CSF ile, CSF ile gerçekleştirilemeyen bazı fonksiyonlar da STL ile gerçekleştirilebilir. STEP5 programlama dilinde lojik operasyona tabi tutulacak sinyaller adreslenirken öncelikle adresin yer aldığı byte yazılır. Byte ve bit numarası nokta ile ayrılır. Örnek olarak 19. byte içinde ilk bit kastediliyor ise bu adres “19.0” olarak yazılmalıdır. Bu adresin giriş mi yoksa çıkış mı olduğu ise bu adresin önüne yazılan harf ile belirtilir. Yazılmak istenen adres çıkış ise, İngilizce sürümünde “Q19.0” olarak yazılır. Misal olarak bir girişin olup diğerinin olmadığı (10.0 var, 10.1 yoksa çıkış 20.0 verilsin) bir VE fonksiyonu gerçekleştirilmek isteniyor olsun. Bu fonksiyonu yerine getiren program 3 ayrı gösterimde şu şekilde gösterilir;

7.1.8.1 Lojik Kapı Gösterimi (CSF)

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

7.1.8.2 Kontak Planı Gösterimi (LAD)

ProgramLAD modunda yazılacak yada izlenecek ise, binary kilitlemeler kontak sembollerinin ard arda yada alt alta sıralanması şeklinde yapılır. Operasyona tabi tutulacak sinyaller köşeli parantezler olarak resmedilirler. Sinyal lojik 1 seviyesine göre sorulacak ise köşeli parantez

içerisi boş halde, lojik 0 seviyesine göre sorulacak ise köşeli parantez içerisine “/ “ şekli ile gösterilir. Sorgulama sonucu, bir akım yolu hattı gibi resmedilen lojik kilitlemenin sağ tarafına eklenen parantez ile gösterilen bobindir. Kilitlenme şartları sağlandığında bu bobinin enerjilendiği düşünülebilir. Kontaklar normalde açık ve normalde kapalı kontak olarak kilitleme şartları meydana getirilebilir. Grafik olarak gösterilemeyen komutlar CSF’ de olduğu gibi otomatik olarak STL’e geçilerek ekrana getirilir.

7.1.8.3 Komut Listesinin Gösterimi

```
A   I 10.0
AN  I 10.1
=   Q20.0
```

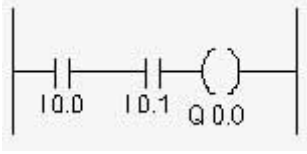
Bir diğer programlama cinsi olan STL modunda, yerine getirilmesi istenen lojik fonksiyonun şartları ve sonuçları ve komut listesi (mnemonic) olarak hazırlanmaktadır. Mnemonic komutlar iki kısımdan oluşur. Birinci kısım operasyon kısmıdır ve prosesörün bu komutla ne yapması gerektiğini belirler. İkinci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

7.1.9 Programlama

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

Herhangi bir kontaklı kumanda devresi bir lojik fonksiyon ile ifade edilebilir. Bazı temel PLC komutları sıralanmıştır.

7.1.9.1 VE (AND) İşlemi



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

Bu diyagramın STL karşılığı ise:

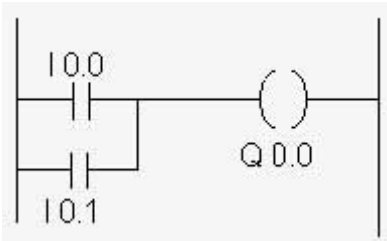
LD I 0.0 //I0.0 Girişini oku

A I 0.1 //ve bu sonucu I0.1 girişi ile A(nd) yani VE işlemine tabi tut

= Q0.0 //And işleminin sonucuna göre Q0.0 çıkışını 1 yap

7.1.9.2 VEYA (OR) İşlemi

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



Bu diyagramın STL karşılığı;

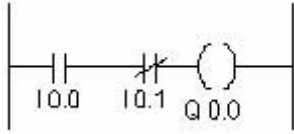
LD I 0.0 //I0.0 Girişini oku

O I 0.1 //bu sonucu I0.1 girişiyle O(r) yani VEYA işlemine tabi tut

= Q0.0 //Or işleminin sonucuna göre Q0.0 çıkışını 1 yap

7.1.9.3 VE DEĞİL (AND NOT) İşlemi

Normalde kapalı kontaklar için paralel bağlantı komutudur.



Bu LAD diyagramın STL karşılığı;

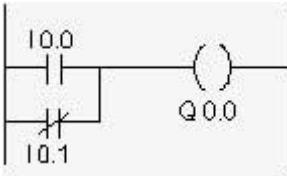
LD I 0.0 //I 0.0 Girişini oku

AN I 0.1 //I 0.0 ile I 0.1'i Ve Değil işlemine tabi tut

= Q0.0 //Ve Değil işleminin sonucuna göre Q0.0 çıkışını 1 yap

7.1.9.4 VEYA DEĞİL (OR NOT) İşlemi

Normalde kapalı kontaklar için paralel bağlantı komutu.



Bu diyagramın STL karşılığı;

LD I 0.0 //I 0.0 girişini oku

OR I 0.1 //I 0.0 girişi ile I0.1 girişini Veya Değil işlemine tabi tut

= Q0.0 //Veya Değil işleminin sonucuna göre Q0.0 çıkışını 1 yap

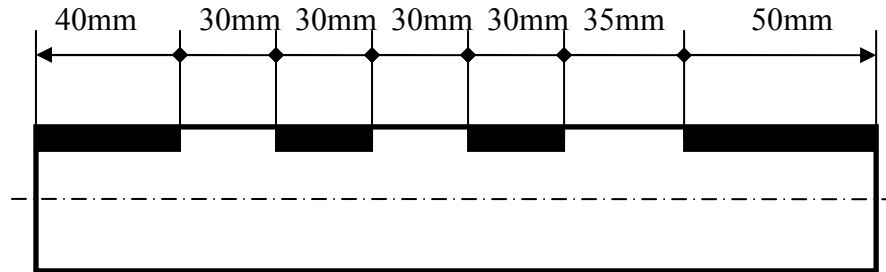
7.2 Sistemin PLC ile Kontrolü

7.2.1 Sistemin Çalışma Prensipleri

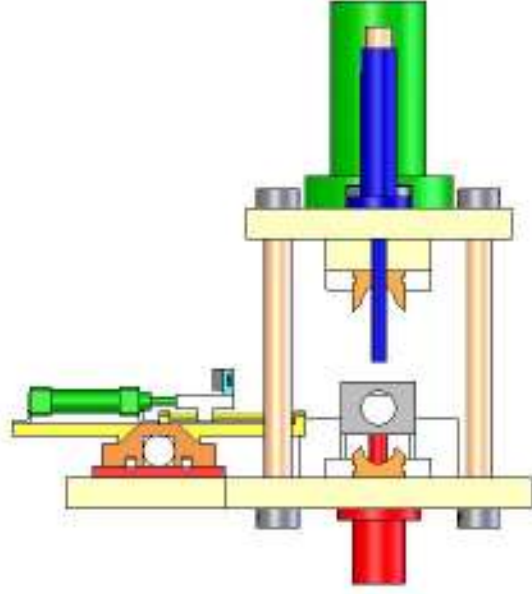
Başlangıç konumu Şekil 7.3 de gösterilen sistemin start butonuna basıldığında sıfırlama valfinin Y0 bobini enerjilendirilir sisteme basınç gelir ve 1 ve 2 numaralı pistonlar Y3 bobini hareketlendirilmek suretiyle parçayı sıkıştırıp U haline getirir (Şekil 7.4) . S4 basınç sensörü 60 bar değerine ulaştığında 3 numaralı silindirin bağlı olduğu yön valfinde Y1 bobini enerjilenir ve 3 numaralı silindir parçaya O formunu verir (Şekil7.5). S3 basınç sensöründe 80 bar değeri okunduğunda Y2 bobini enerjilenir ve 3 numaralı piston S1 anahtarını görene kadar geri hareket yapar(Şekil7.6) .S1 anahtarı enerjilendiğinde pnömatik pistonun bağlı bulunduğu yön valfinin Y5 bobini hareketlenir ve S6 anahtarına kadar kaynak torcu ileri itilir (Şekil7.7). S6 anahtarı enerjilendiğinde Step Motor devreye girerek torçun üzerinde bulunduğu küte sola doğru hareketlenir. Önceden girilmiş değerlerde K1 kaynak makinesi anahtarı açılarak gerekli bölümlerde parça kaynak edilir(Şekil7.8). Vidalı milin üzerinde hareket eden kaynak torçunun bulunduğu tabla S8 sonlandırma anahtarına değdiğinde pnömatik pistonun bağlı olduğu yönlendirme valginde Y6 bobini enerjilendirilir ve step motorun yönü değiştirilir(Şekil7.9). Pnömatik piston S5 anahtarına enerji verdiğinde 1 ve 2 numaralı hidrolik silindirlerin bağlı olduğu yön kontrol valfinin Y4 bobini hareketlenir ve S2 sınır anahtarını gördüğünde enerjisi kesilir. (Şekil 7.10) Bu sırada Step motor S7 sonlandırma anahtarına kadar hareketine devam eder ve en son olarak Y0 bobinindeki enerji kesilir.

Sistemin çalışmasının herhangi bir anında müdahale etmek gerektiğinde bir kısıtlama olmaması açısından sisteme elle kumanda eklenmiştir.

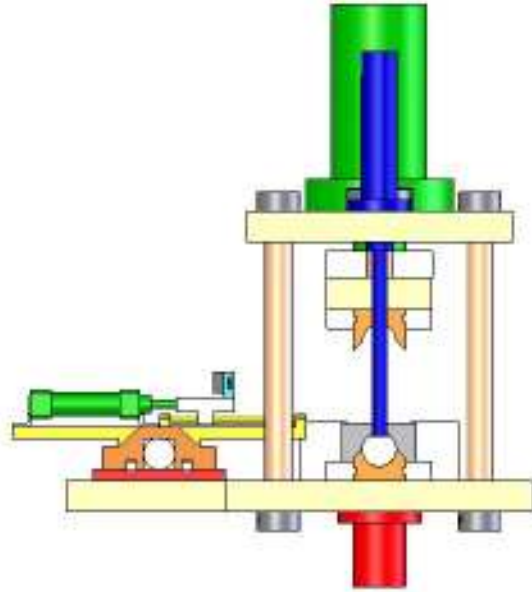
Kaynak edilecek borunun kaynak bölgesi ölçüleri:



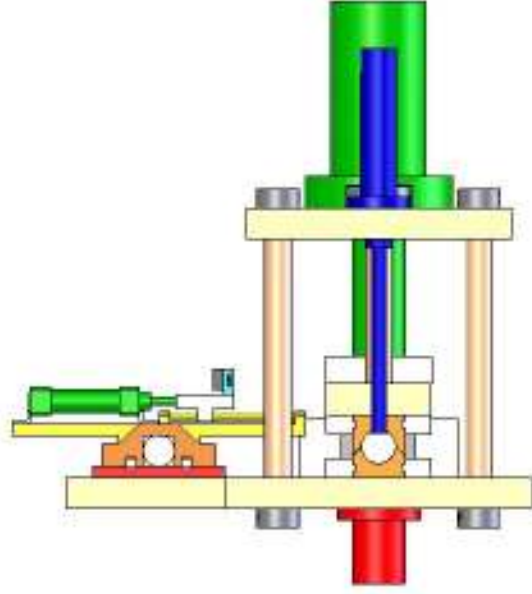
Not: İlk 10 mm boş geçilecek.



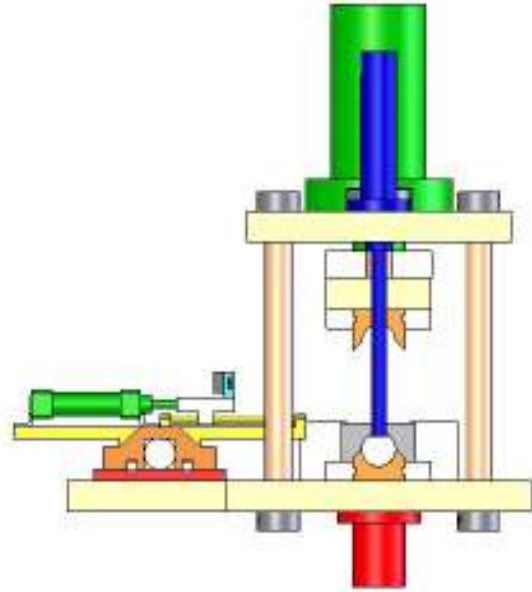
Şekil 7.3 Sistemin başlangıç konumu



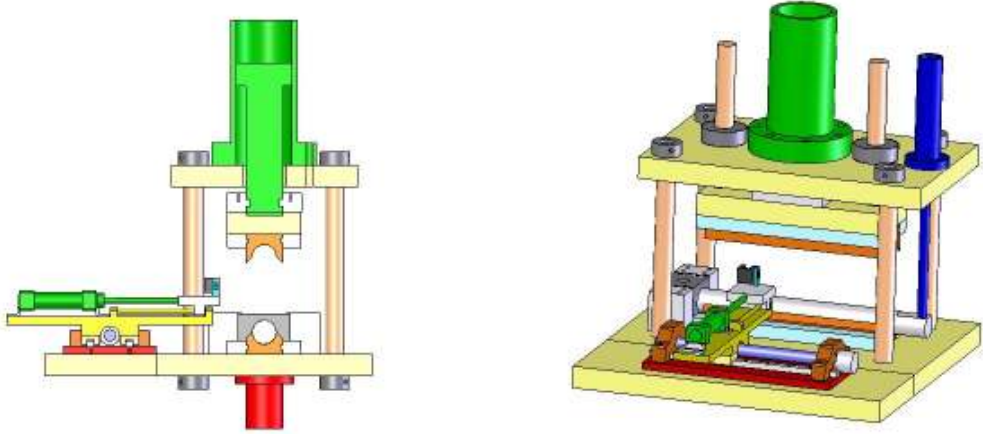
Şekil 7.4 1 ve 2 numaralı piston parçayı U haline getirir.



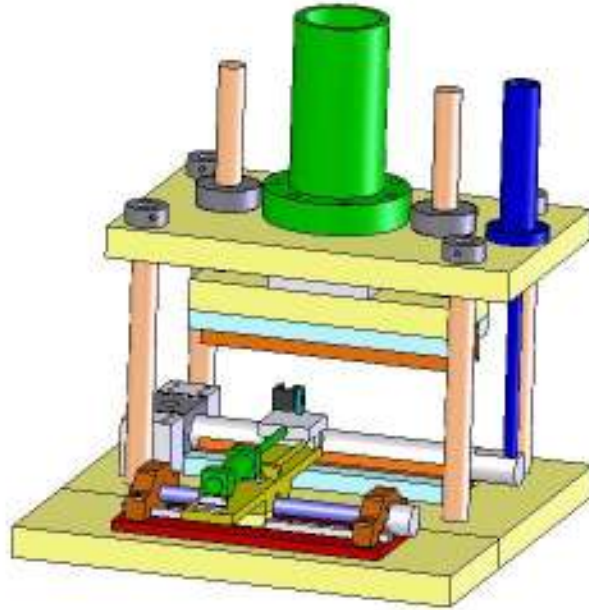
Şekil 7.5 3 numaralı silindir parçaya O formunu verir.



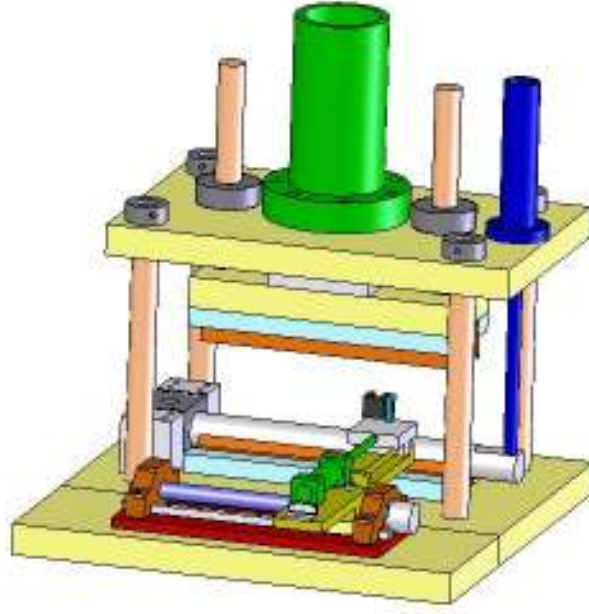
Şekil 7.6 3 numaralı silindir , basınç sensörü ayarlanan değeri gösterdiğinde kalkar.



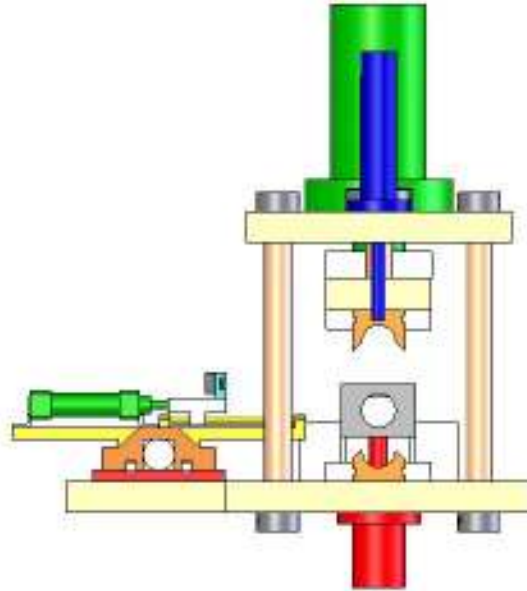
Şekil 7.7 Pnömatik piston ileri hareketi



Şekil 7.8 Kaynak Makinesi Devrede ,Vidalı Mil İlerliyor



Şekil 7.9. Pnömatik piston geri gelir . Step Motor Yönü değişir.

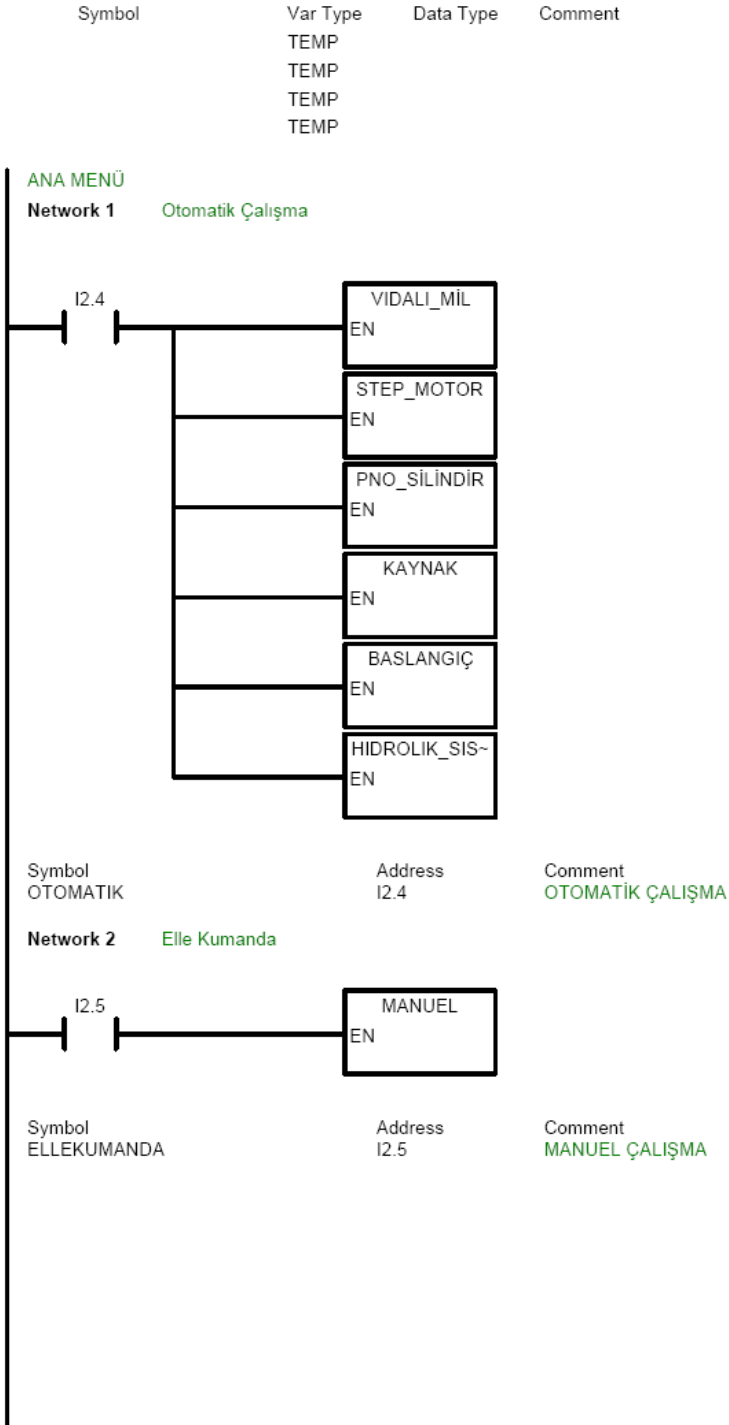


Şekil 7.10 Sistem başlangıç konumuna geri döner.

7.2.2 Step 7 –Micro/Win 32 programı ile ladder diyagramı metoduyla sistemin programlaması

BORU YUVARLAMA VE KAYNAK MAKINASI / MAIN (OB1)

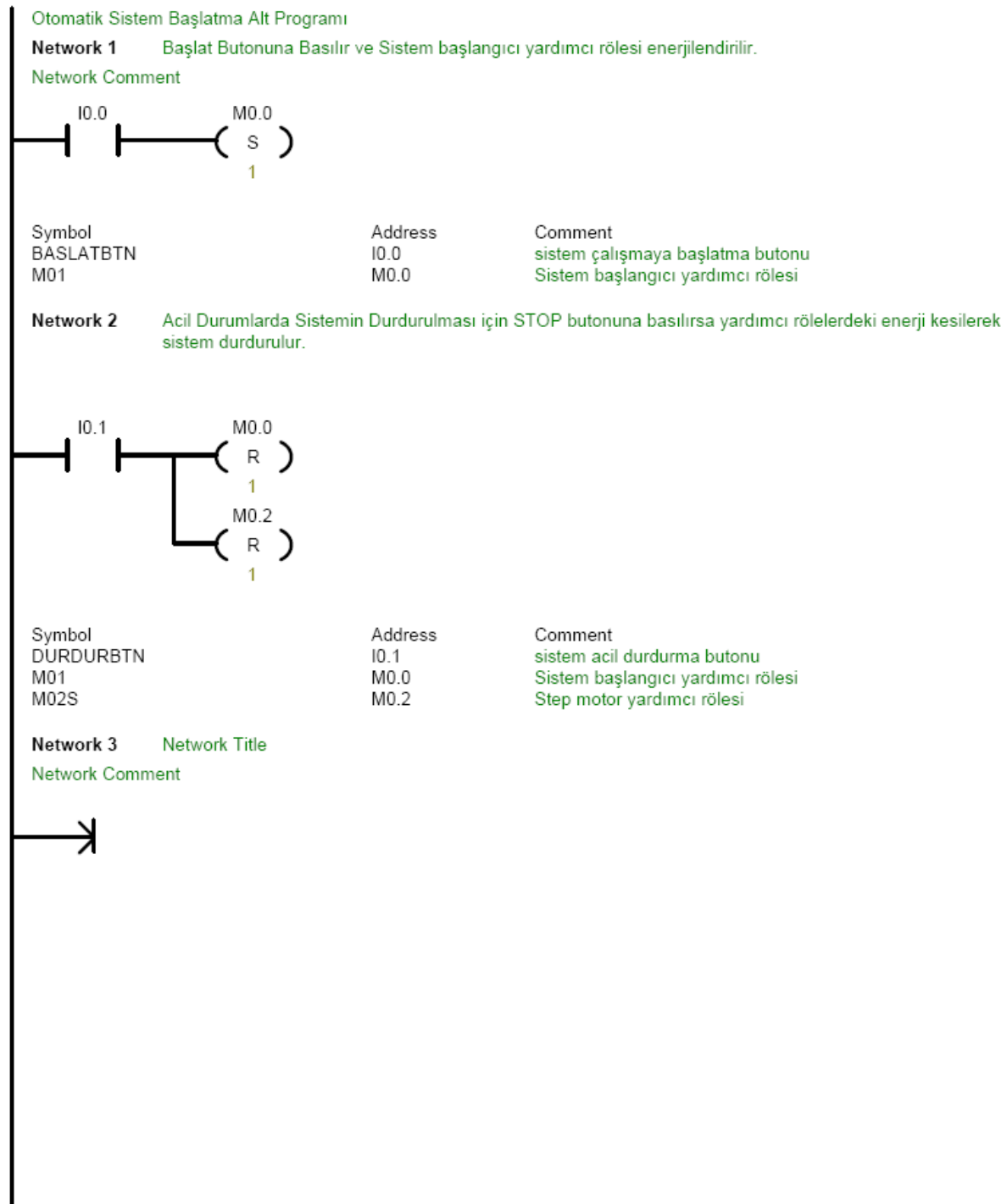
Block: MAIN
 Author:
 Created: 12/31/1998 11:18:23 pm
 Last Modified: 08/28/2006 06:10:57 pm



BORU YUVARLAMA VE KAYNAK MAKINASI / BASLANGIÇ (SBR4)

Block: BASLANGIÇ
 Author:
 Created: 01/01/1999 01:42:59 am
 Last Modified: 08/14/2006 11:33:42 am

Symbol	Var Type	Data Type	Comment
EN	IN	BOOL	
	IN		
	IN_OUT		
	OUT		
	TEMP		



BORU YUVARLAMA VE KAYNAK MAKINASI / VIDALI_MİL (SBR0)

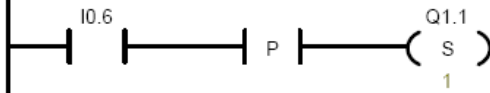
Block: VIDALI_MİL
 Author:
 Created: 12/31/1998 11:18:23 pm
 Last Modified: 08/17/2006 11:55:07 pm

Symbol	Var Type	Data Type	Comment
EN	IN	BOOL	
	IN		
	IN_OUT		
	OUT		
	TEMP		

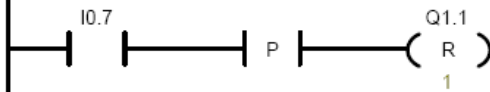
Vidalı Mil Alt Programı

Network 1 Step Motor Kaynak Yönünde Hareketi

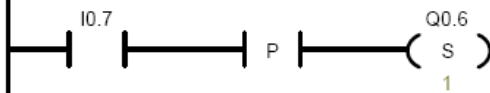
Network Comment



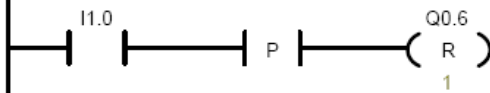
Symbol	Address	Comment
MOTOR_HAREKET S6	Q1.1 I0.6	Step motor hareket çıkış Pnömatik piston (4) ileri sonlandırıcı anahtarı

Network 2 Kaynak torçunun bulunduğu kütlenin sonlandırma anahtarı ve ters yön hareket başlangıcı

Symbol	Address	Comment
MOTOR_HAREKET S8	Q1.1 I0.7	Step motor hareket çıkış Vidalı mil geri hareketi sonlandırma anahtarı

Network 3 Pnömatik silindirin geri hareketinin başlangıcı

Symbol	Address	Comment
S8 Y6	I0.7 Q0.6	Vidalı mil geri hareketi sonlandırma anahtarı Pnömatik pistonun geri hareketini sağlayan valfin bobini

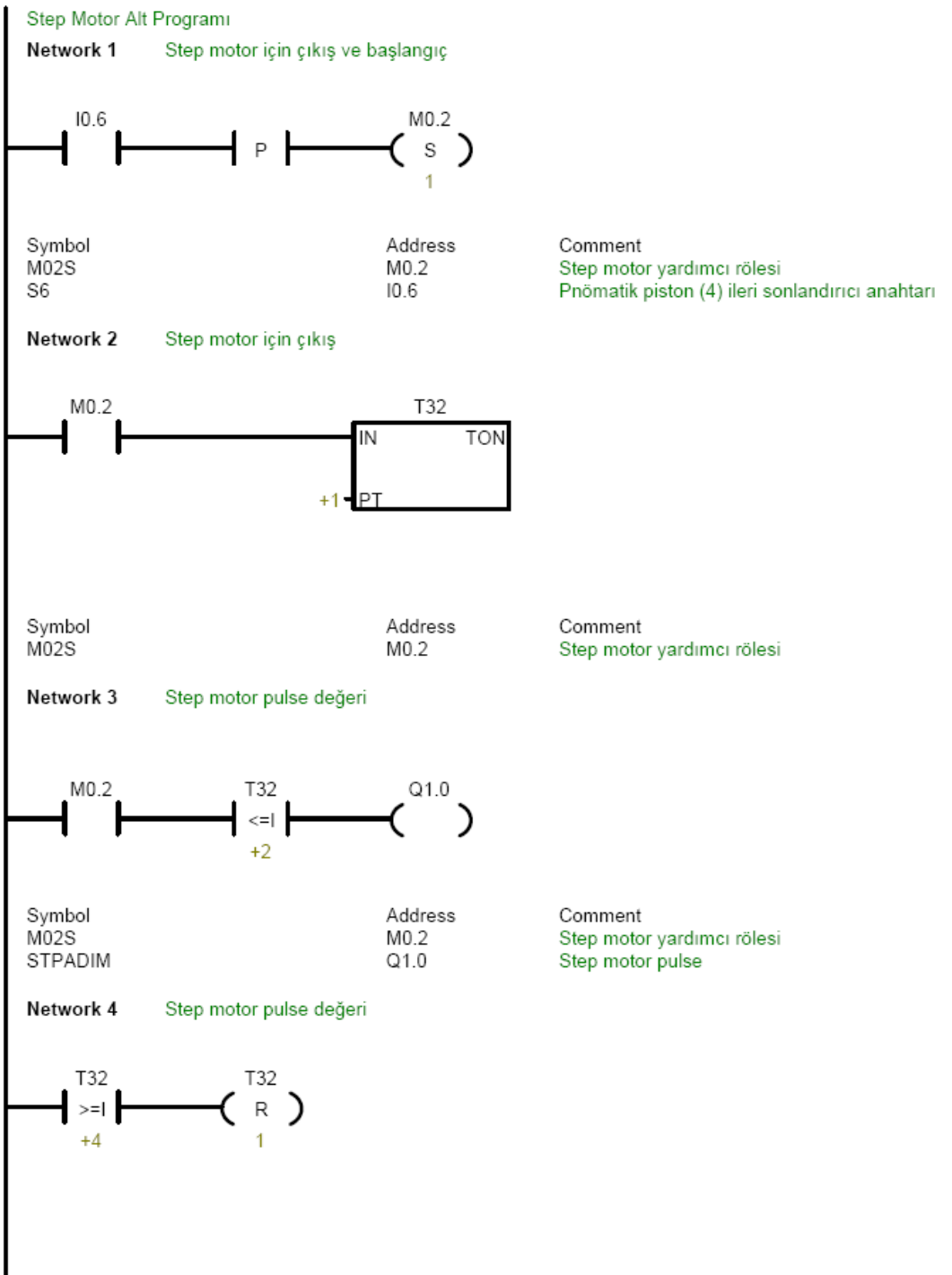
Network 4 Pnömatik silindirin geri hareketinin sonlanması

Symbol	Address	Comment
S5 Y6	I1.0 Q0.6	Pnömatik piston geri hareketi sonlandırıcı anahtarı Pnömatik pistonun geri hareketini sağlayan valfin bobini

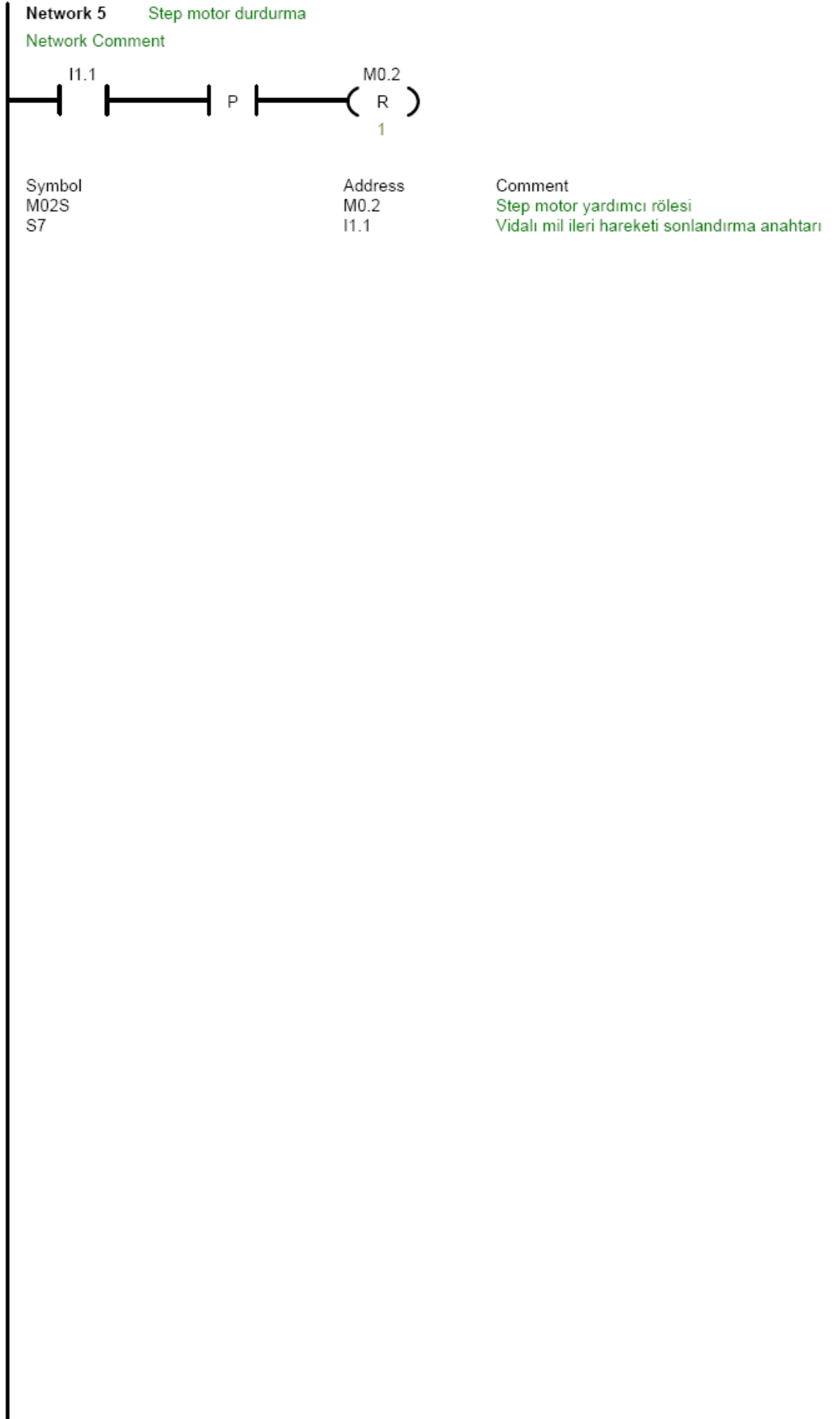
BORU YUVARLAMA VE KAYNAK MAKINASI / STEP_MOTOR (SBR1)

Block: STEP_MOTOR
 Author:
 Created: 01/01/1999 01:18:40 am
 Last Modified: 08/28/2006 01:16:20 pm

Symbol	Var Type	Data Type	Comment
EN	IN	BOOL	
	IN		
	IN_OUT		
	OUT		
	TEMP		



BORU YUVARLAMA VE KAYNAK MAKINASI / STEP_MOTOR (SBR1)



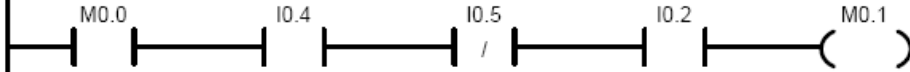
BORU YUVARLAMA VE KAYNAK MAKINASI / PNO_SİLİNDİR (SBR2)

Block: PNO_SİLİNDİR
 Author:
 Created: 01/01/1999 01:18:43 am
 Last Modified: 01/01/1999 01:22:03 am

Symbol	Var Type	Data Type	Comment
EN	IN	BOOL	
	IN		
	IN_OUT		
	OUT		
	TEMP		

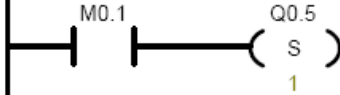
Pnömatik Silindir Alt Programı

Network 1 Pnömatik silindir çalışma şartı



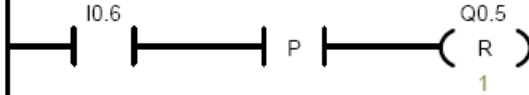
Symbol	Address	Comment
M01	M0.0	Sistem başlangıcı yardımcı rölesi
S1	I0.4	3 numaralı silindir sonlandırma anahtarı
S2	I0.5	1 ve 2 numaralı silindirlerin sonlandırıcı anahtarı
S4	I0.2	1 ve 2 numaralı silindire bağlı basınç sensörü

Network 2 Pnömatik silindirin ileri hareketi



Symbol	Address	Comment
Y5	Q0.5	Pnömatik pistonun ileri hareketini sağlayan valfin bobini

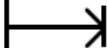
Network 3 Pnömatik piston sonlandırma anahtarını enerjilendirip durması



Symbol	Address	Comment
S6	I0.6	Pnömatik piston (4) ileri sonlandırıcı anahtarı
Y5	Q0.5	Pnömatik pistonun ileri hareketini sağlayan valfin bobini

Network 4 Network Title

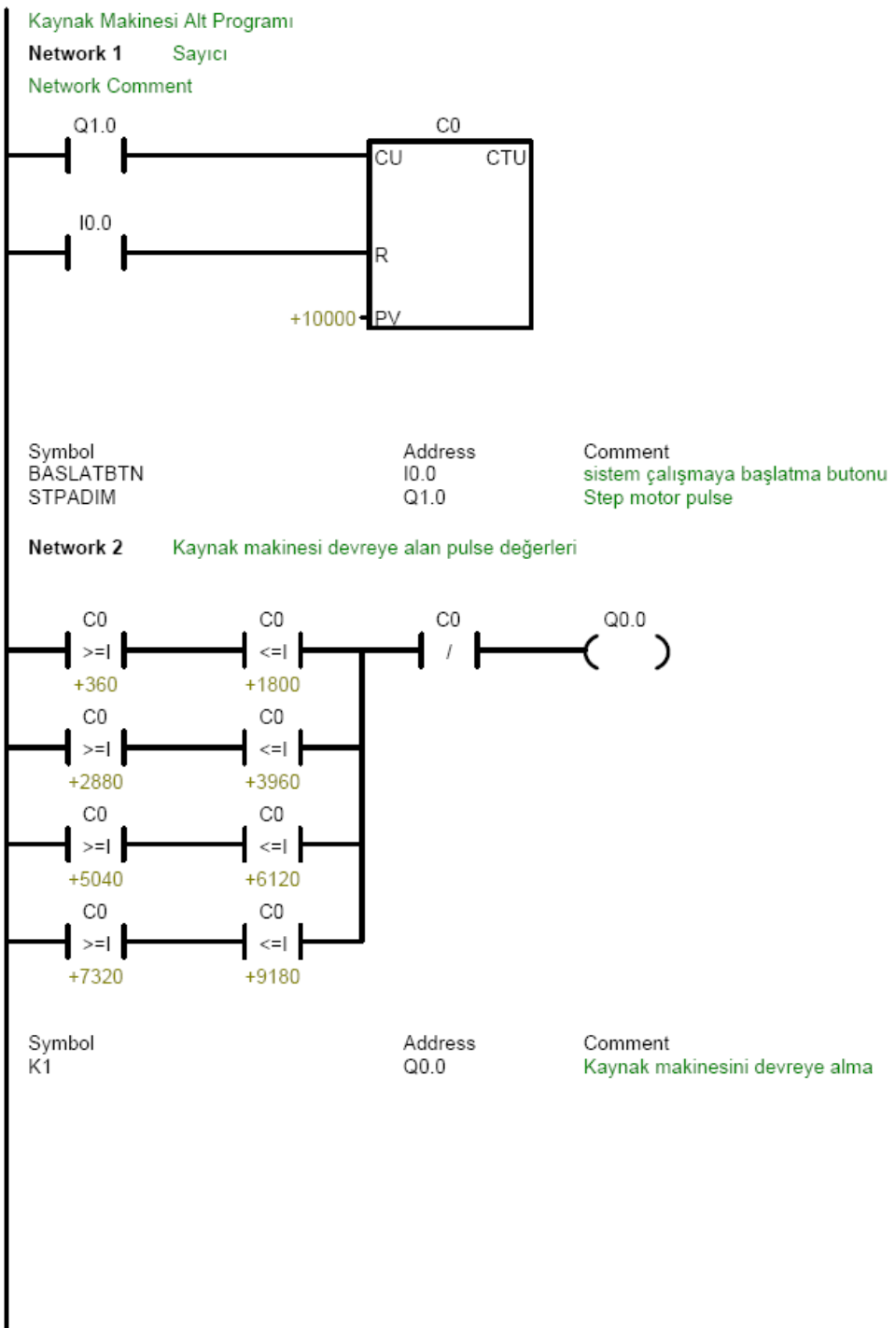
Network Comment



BORU YUVARLAMA VE KAYNAK MAKINASI / KAYNAK (SBR3)

Block: KAYNAK
 Author:
 Created: 01/01/1999 01:18:50 am
 Last Modified: 08/28/2006 06:00:14 pm

Symbol	Var Type	Data Type	Comment
EN	IN	BOOL	
	IN		
	IN_OUT		
	OUT		
	TEMP		



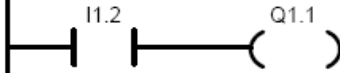
BORU YUVARLAMA VE KAYNAK MAKINASI / MANUEL (SBR5)

Block: MANUEL
 Author:
 Created: 08/14/2006 12:04:13 pm
 Last Modified: 08/28/2006 06:10:57 pm

Symbol	Var Type	Data Type	Comment
EN	IN	BOOL	
	IN		
	IN_OUT		
	OUT		
	TEMP		

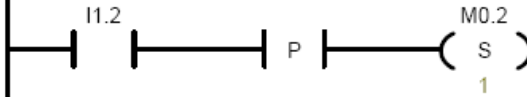
Elle Kumanda Alt Programı

Network 1 Step Motor elle başlangıç



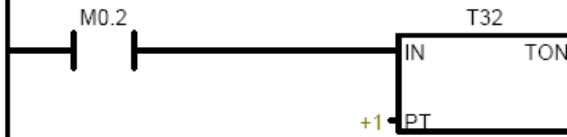
Symbol	Address	Comment
MOTOR_HAREKET	Q1.1	Step motor hareket çıkış
ST1	I1.2	Step motor hareket giriş

Network 2 Step Motor yardımcı rölesinin enerjilendirilmesi



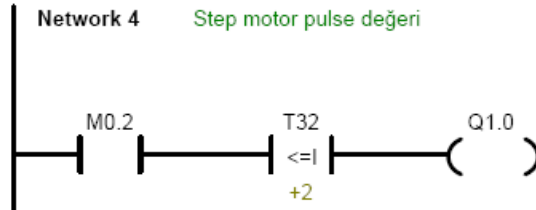
Symbol	Address	Comment
M02S	M0.2	Step motor yardımcı rölesi
ST1	I1.2	Step motor hareket giriş

Network 3 Step motor için çıkış

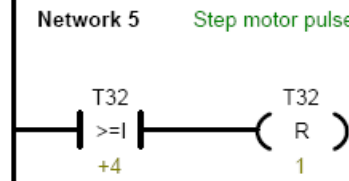


Symbol	Address	Comment
M02S	M0.2	Step motor yardımcı rölesi

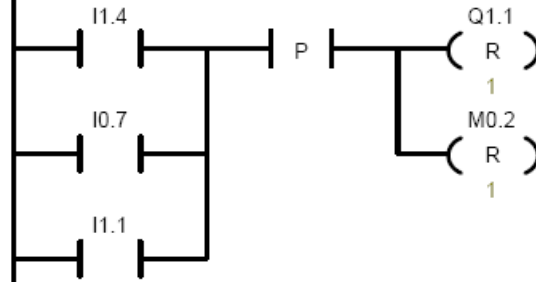
BORU YUVARLAMA VE KAYNAK MAKINASI / MANUEL (SBR5)



Symbol	Address	Comment
M02S	M0.2	Step motor yardımcı rölesi
STPADIM	Q1.0	Step motor pulse

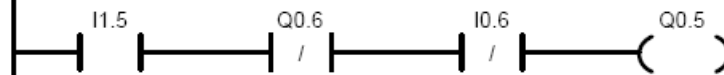


Network 6 Step Motoru devreden çıkaran butonlar



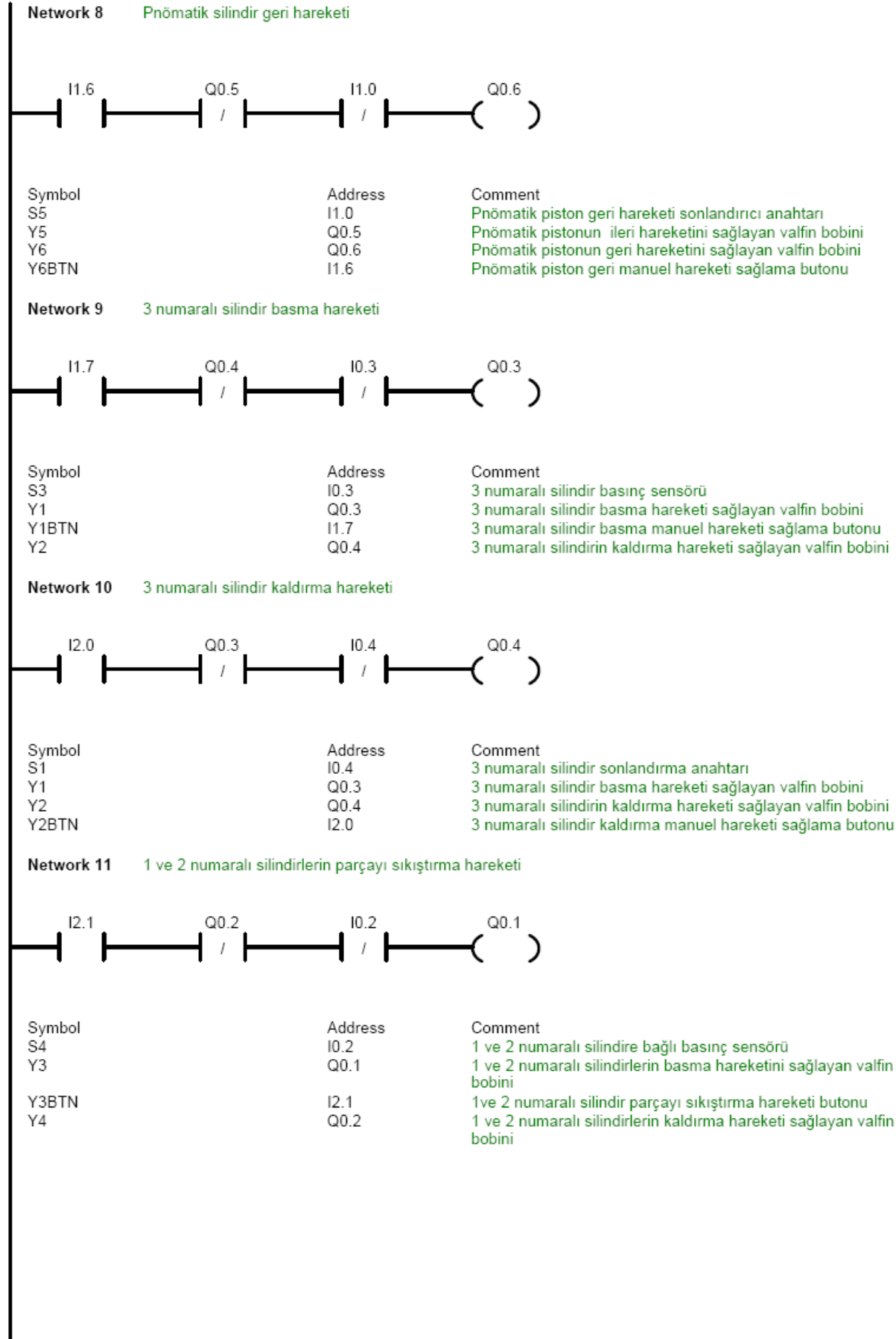
Symbol	Address	Comment
M02S	M0.2	Step motor yardımcı rölesi
MOTOR_HAREKET	Q1.1	Step motor hareket çıkış
S7	I1.1	Vidalı mil ileri hareketi sonlandırma anahtarı
S8	I0.7	Vidalı mil geri hareketi sonlandırma anahtarı
ST2	I1.4	Step motor durdurma

Network 7 Pnömatik silindir ileri hareketi

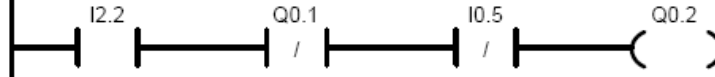


Symbol	Address	Comment
S6	I0.6	Pnömatik piston (4) ileri sonlandırıcı anahtarı
Y5	Q0.5	Pnömatik pistonun ileri hareketini sağlayan valfin bobini
Y5BTN	I1.5	Pnömatik piston ileri manuel hareketi sağlama butonu
Y6	Q0.6	Pnömatik pistonun geri hareketini sağlayan valfin bobini

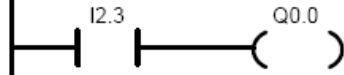
BORU YUVARLAMA VE KAYNAK MAKINASI / MANUEL (SBR5)



BORU YUVARLAMA VE KAYNAK MAKİNASI / MANUEL (SBR5)

Network 12 1 ve 2 numaralı silindirlerin parçayı kaldırma hareketi

Symbol	Address	Comment
S2	I0.5	1 ve 2 numaralı silindirlerin sonlandırıcı anahtarı
Y3	Q0.1	1 ve 2 numaralı silindirlerin basma hareketini sağlayan valfin bobini
Y4	Q0.2	1 ve 2 numaralı silindirlerin kaldırma hareketi sağlayan valfin bobini
Y4BTN	I2.2	1 ve 2 numaralı silindir parçayı kaldırma manuel hareketi butonu

Network 13 Kaynak Makinesinin devreye alınması

Symbol	Address	Comment
K1	Q0.0	Kaynak makinesini devreye alma
K1BTN	I2.3	Kaynak makinesi manuel çalışma butonu

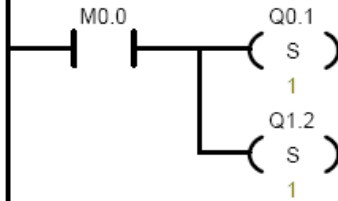
BORU YUVARLAMA VE KAYNAK MAKINASI / HIDROLİK_SISTE (SBR6)

Block: HIDROLİK_SISTE
 Author:
 Created: 08/14/2006 12:31:15 pm
 Last Modified: 08/28/2006 01:59:53 pm

Symbol	Var Type	Data Type	Comment
EN	IN	BOOL	
	IN		
	IN_OUT		
	OUT		
	TEMP		

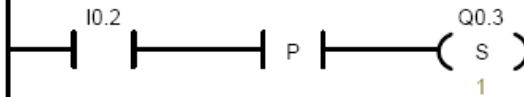
SUBROUTINE COMMENTS

Network 1 1 VE 2 Numaralı silindirler parçayı U formuna getirmek için sıkıştırırlar



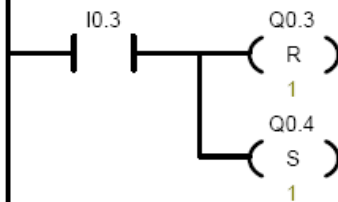
Symbol	Address	Comment
M01	M0.0	Sistem başlangıcı yardımcı rölesi
Y0	Q1.2	Sıfırlama Valfinin bobini
Y3	Q0.1	1 ve 2 numaralı silindirlerin basma hareketini sağlayan valfin bobini

Network 2 1 ve 2 numaralı silindirlerin bağlı olduğu S4 basınç sensörü 60 bar'a ulaştığında 3 numaralı silindir parçaya U formunu vermek üzere basma hareketine başlar



Symbol	Address	Comment
S4	I0.2	1 ve 2 numaralı silindire bağlı basınç sensörü
Y1	Q0.3	3 numaralı silindir basma hareketi sağlayan valfin bobini

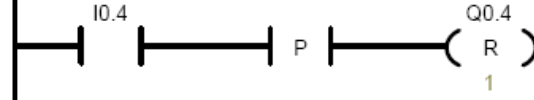
Network 3 3 Numaralı Silindir S3 basınç sensötü 80 bar değerine ulaşıncaya dek yönlendirme valfinin Y1 bobini enerjilendirilir . S3 80 barı gördüğünde Y2 bobini enerjilenir ve silindir ters yönde harekete başlar.



Symbol	Address	Comment
S3	I0.3	3 numaralı silindir basınç sensörü
Y1	Q0.3	3 numaralı silindir basma hareketi sağlayan valfin bobini
Y2	Q0.4	3 numaralı silindir kaldırma hareketi sağlayan valfin bobini

BORU YUVARLAMA VE KAYNAK MAKINASI / HIDROLİK_SISTE (SBR6)

Network 4 3 Numaralı Hidrolik Silindirin geri hareketi S1 sınır anahtarı enerjilenene kadar sürer.

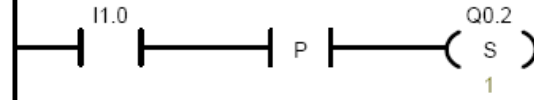


Symbol
S1
Y2

Address
I0.4
Q0.4

Comment
3 numaralı silindir sonlandırma anahtarı
3 numaralı silindirin kaldırma hareketi sağlayan valfin bobini

Network 5 1 ve 2 numaralı silindirler Y4 bobininin enerjilenmesiyle parçayı yukarı kaldırır.

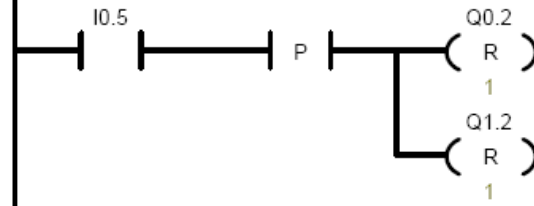


Symbol
S5
Y4

Address
I1.0
Q0.2

Comment
Pnömatik piston geri hareketi sonlandırıcı anahtarı
1 ve 2 numaralı silindirlerin kaldırma hareketi sağlayan valfin bobini

Network 6 1 ve 2 numaralı silindirler S2 sonlandırma anahtarı enerjilendiğinde Y4 valfindeki enerji kalkar.





Symbol
S2
Y0
Y4

Address
I0.5
Q1.2
Q0.2

Comment
1 ve 2 numaralı silindirlerin sonlandırıcı anahtarı
Sıfırlama Valfinin bobini
1 ve 2 numaralı silindirlerin kaldırma hareketi sağlayan valfin bobini

Sembol Tablosu

BORU YUVARLAMA VE KAYNAK MAKİNASI / USR1 (USR1)

	  Symbol	Address	Comment
1	BASLATBTN	I0.0	sistem çalışmaya başlatma butonu
2	DURDURBTN	I0.1	sistem acil durdurma butonu
3	S4	I0.2	1 ve 2 numaralı silindire bağlı basınç sensörü
4	S3	I0.3	3 numaralı silindir basınç sensörü
5	S1	I0.4	3 numaralı silindir sonlandırma anahtarı
6	S2	I0.5	1 ve 2 numaralı silindirlerin sonlandırıcı anahtarı
7	S6	I0.6	Pnömatik piston (4) ileri sonlandırıcı anahtarı
8	S8	I0.7	Vidalı mil geri hareketi sonlandırma anahtarı
9	S5	I1.0	Pnömatik piston geri hareketi sonlandırıcı anahtarı
10	S7	I1.1	Vidalı mil ileri hareketi sonlandırma anahtarı
11	ST1	I1.2	Step motor hareket giriş
12	ST2	I1.4	Step motor durdurma
13	Y5BTN	I1.5	Pnömatik piston ileri manuel hareketi sağlama butonu
14	Y6BTN	I1.6	Pnömatik piston geri manuel hareketi sağlama butonu
15	Y1BTN	I1.7	3 numaralı silindir basma manuel hareketi sağlama butonu
16	Y2BTN	I2.0	3 numaralı silindir kaldırma manuel hareketi sağlama butonu
17	Y3BTN	I2.1	1ve 2 numaralı silindir parçayı sıkıştırma hareketi butonu
18	Y4BTN	I2.2	1 ve 2 numaralı silindir parçayı kaldırma manuel hareketi butonu
19	K1BTN	I2.3	Kaynak makinası manuel çalışma butonu
20	OTOMATİK	I2.4	OTOMATİK ÇALIŞMA
21	ELLEKUMANDA	I2.5	MANUEL ÇALIŞMA
22	M01	M0.0	Sistem başlangıcı yardımcı rölesi
23	M02S	M0.2	Step motor yardımcı rölesi
24	K1	Q0.0	Kaynak makinesini devreye alma
25	Y3	Q0.1	1 ve 2 numaralı silindirlerin basma hareketini sağlayan valfin bobini
26	Y4	Q0.2	1 ve 2 numaralı silindirlerin kaldırma hareketi sağlayan valfin bobini
27	Y1	Q0.3	3 numaralı silindir basma hareketi sağlayan valfin bobini
28	Y2	Q0.4	3 numaralı silindirin kaldırma hareketi sağlayan valfin bobini
29	Y5	Q0.5	Pnömatik pistonun ileri hareketini sağlayan valfin bobini
30	Y6	Q0.6	Pnömatik pistonun geri hareketini sağlayan valfin bobini
31	STPADIM	Q1.0	Step motor pulse
32	MOTOR_HAREKET	Q1.1	Step motor hareket çıkış
33	Y0	Q1.2	Sıfırlama Valfinin bobini
34			
35			
36			
37			
38			
39			

Alt Program Tablosu

BORU YUVARLAMA VE KAYNAK MAKINASI / POU Symbols (SYS1)

	 	Symbol	Address	Comment
1		VIDALI_MİL	SBR0	Vidalı Mil Alt Programı
2		STEP_MOTOR	SBR1	Step Motor Alt Programı
3		PNO_SİLİNDİR	SBR2	Prömatik Silindir Alt Programı
4		KAYNAK	SBR3	Kaynak Makinesi Alt Programı
5		BASLANGIÇ	SBR4	Otomatik Sistem Başlatma Alt Programı
6		MANUEL	SBR5	Elle Kumanda Alt Programı
7		HIDROLİK_SISTE	SBR6	SUBROUTINE COMMENTS
8		MAIN	OB1	ANA MENÜ

Çapraz Referans Listesi

BORU YUVARLAMA VE KAYNAK MAKINASI / Cross Reference

	Element	Block	Location	Context
1	I0.0	KAYNAK (SBR3)	Network 1	-|-
2	I0.0	BASLANGIÇ (SBR4)	Network 1	-|-
3	I0.1	BASLANGIÇ (SBR4)	Network 2	-|-
4	I0.2	PNO_SİLİNDİR (SBR2)	Network 1	-|-
5	I0.2	MANUEL (SBR5)	Network 11	-|-
6	I0.2	HIDROLİK_SISTE (SBR6)	Network 2	-|-
7	I0.3	MANUEL (SBR5)	Network 9	-|-
8	I0.3	HIDROLİK_SISTE (SBR6)	Network 3	-|-
9	I0.4	PNO_SİLİNDİR (SBR2)	Network 1	-|-
10	I0.4	MANUEL (SBR5)	Network 10	-|-
11	I0.4	HIDROLİK_SISTE (SBR6)	Network 4	-|-
12	I0.5	PNO_SİLİNDİR (SBR2)	Network 1	-|-
13	I0.5	MANUEL (SBR5)	Network 12	-|-
14	I0.5	HIDROLİK_SISTE (SBR6)	Network 6	-|-
15	I0.6	VIDALI_MİL (SBR0)	Network 1	-|-
16	I0.6	STEP_MOTOR (SBR1)	Network 1	-|-
17	I0.6	PNO_SİLİNDİR (SBR2)	Network 3	-|-
18	I0.6	MANUEL (SBR5)	Network 7	-|-
19	I0.7	VIDALI_MİL (SBR0)	Network 2	-|-
20	I0.7	VIDALI_MİL (SBR0)	Network 3	-|-
21	I0.7	MANUEL (SBR5)	Network 6	-|-
22	I1.0	VIDALI_MİL (SBR0)	Network 4	-|-
23	I1.0	MANUEL (SBR5)	Network 8	-|-
24	I1.0	HIDROLİK_SISTE (SBR6)	Network 5	-|-
25	I1.1	STEP_MOTOR (SBR1)	Network 5	-|-
26	I1.1	MANUEL (SBR5)	Network 6	-|-
27	I1.2	MANUEL (SBR5)	Network 1	-|-
28	I1.2	MANUEL (SBR5)	Network 2	-|-
29	I1.4	MANUEL (SBR5)	Network 6	-|-
30	I1.5	MANUEL (SBR5)	Network 7	-|-
31	I1.6	MANUEL (SBR5)	Network 8	-|-
32	I1.7	MANUEL (SBR5)	Network 9	-|-
33	I2.0	MANUEL (SBR5)	Network 10	-|-
34	I2.1	MANUEL (SBR5)	Network 11	-|-
35	I2.2	MANUEL (SBR5)	Network 12	-|-
36	I2.3	MANUEL (SBR5)	Network 13	-|-
37	I2.4	MAIN (OB1)	Network 1	-|-
38	I2.5	MAIN (OB1)	Network 2	-|-
39	Q0.0	KAYNAK (SBR3)	Network 2	-()
40	Q0.0	MANUEL (SBR5)	Network 13	-()
41	Q0.1	MANUEL (SBR5)	Network 11	-()
42	Q0.1	MANUEL (SBR5)	Network 12	-|-
43	Q0.1	HIDROLİK_SISTE (SBR6)	Network 1	-(S)
44	Q0.2	MANUEL (SBR5)	Network 11	-|-
45	Q0.2	MANUEL (SBR5)	Network 12	-()
46	Q0.2	HIDROLİK_SISTE (SBR6)	Network 5	-(S)

BORU YUVARLAMA VE KAYNAK MAKINASI / Cross Reference

	Element	Block	Location	Context
47	Q0.2	HIDROLIK_SISTE (SBR6)	Network 6	-(R)
48	Q0.3	MANUEL (SBR5)	Network 9	-()
49	Q0.3	MANUEL (SBR5)	Network 10	-|/-
50	Q0.3	HIDROLIK_SISTE (SBR6)	Network 2	-(S)
51	Q0.3	HIDROLIK_SISTE (SBR6)	Network 3	-(R)
52	Q0.4	MANUEL (SBR5)	Network 9	-|/-
53	Q0.4	MANUEL (SBR5)	Network 10	-()
54	Q0.4	HIDROLIK_SISTE (SBR6)	Network 3	-(S)
55	Q0.4	HIDROLIK_SISTE (SBR6)	Network 4	-(R)
56	Q0.5	PNO_SİLİNDİR (SBR2)	Network 2	-(S)
57	Q0.5	PNO_SİLİNDİR (SBR2)	Network 3	-(R)
58	Q0.5	MANUEL (SBR5)	Network 7	-()
59	Q0.5	MANUEL (SBR5)	Network 8	-|/-
60	Q0.6	VIDALI_MİL (SBR0)	Network 3	-(S)
61	Q0.6	VIDALI_MİL (SBR0)	Network 4	-(R)
62	Q0.6	MANUEL (SBR5)	Network 7	-|/-
63	Q0.6	MANUEL (SBR5)	Network 8	-()
64	Q1.0	STEP_MOTOR (SBR1)	Network 3	-()
65	Q1.0	KAYNAK (SBR3)	Network 1	-|/-
66	Q1.0	MANUEL (SBR5)	Network 4	-()
67	Q1.1	VIDALI_MİL (SBR0)	Network 1	-(S)
68	Q1.1	VIDALI_MİL (SBR0)	Network 2	-(R)
69	Q1.1	MANUEL (SBR5)	Network 1	-()
70	Q1.1	MANUEL (SBR5)	Network 6	-(R)
71	Q1.2	HIDROLIK_SISTE (SBR6)	Network 1	-(S)
72	Q1.2	HIDROLIK_SISTE (SBR6)	Network 6	-(R)
73	M0.0	PNO_SİLİNDİR (SBR2)	Network 1	-|/-
74	M0.0	BASLANGIÇ (SBR4)	Network 1	-(S)
75	M0.0	BASLANGIÇ (SBR4)	Network 2	-(R)
76	M0.0	HIDROLIK_SISTE (SBR6)	Network 1	-|/-
77	M0.1	PNO_SİLİNDİR (SBR2)	Network 1	-()
78	M0.1	PNO_SİLİNDİR (SBR2)	Network 2	-|/-
79	M0.2	STEP_MOTOR (SBR1)	Network 1	-(S)
80	M0.2	STEP_MOTOR (SBR1)	Network 2	-|/-
81	M0.2	STEP_MOTOR (SBR1)	Network 3	-|/-
82	M0.2	STEP_MOTOR (SBR1)	Network 5	-(R)
83	M0.2	BASLANGIÇ (SBR4)	Network 2	-(R)
84	M0.2	MANUEL (SBR5)	Network 2	-(S)
85	M0.2	MANUEL (SBR5)	Network 3	-|/-
86	M0.2	MANUEL (SBR5)	Network 4	-|/-
87	M0.2	MANUEL (SBR5)	Network 6	-(R)
88	C0	KAYNAK (SBR3)	Network 1	CTU

BORU YUVARLAMA VE KAYNAK MAKINASI / Cross Reference

	Element	Block	Location	Context
89	C0	KAYNAK (SBR3)	Network 2	-|>=|-
90	C0	KAYNAK (SBR3)	Network 2	-|<=|-
91	C0	KAYNAK (SBR3)	Network 2	-|/|-
92	C0	KAYNAK (SBR3)	Network 2	-|>=|-
93	C0	KAYNAK (SBR3)	Network 2	-|<=|-
94	C0	KAYNAK (SBR3)	Network 2	-|>=|-
95	C0	KAYNAK (SBR3)	Network 2	-|<=|-
96	C0	KAYNAK (SBR3)	Network 2	-|>=|-
97	C0	KAYNAK (SBR3)	Network 2	-|<=|-
98	T32	STEP_MOTOR (SBR1)	Network 2	TON
99	T32	STEP_MOTOR (SBR1)	Network 3	-|<=|-
100	T32	STEP_MOTOR (SBR1)	Network 4	-|>=|-
101	T32	STEP_MOTOR (SBR1)	Network 4	-(R)
102	T32	MANUEL (SBR5)	Network 3	TON
103	T32	MANUEL (SBR5)	Network 4	-|<=|-
104	T32	MANUEL (SBR5)	Network 5	-|>=|-
105	T32	MANUEL (SBR5)	Network 5	-(R)

Byte Kullanımı

BORU YUVARLAMA VE KAYNAK MAKINASI / Byte Usage

Byte	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MB0	b
C0	X
T0
T10
T20
T30	X	.	.

Bit Kullanımı

BORU YUVARLAMA VE KAYNAK MAKINASI / Bit Usage

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
I0.0	b	b	b	b	b	b	b	b
I1.0	b	b	b	b	.	b	b	b
I2.0	.	.	b	b	b	b	b	b
Q0.0	.	b	b	b	b	b	b	b
Q1.0	.	.	.	.	.	b	b	b
M0.0	.	.	.	.	.	b	b	b

SONUÇLAR

Bu çalışmada paslanmaz çelik levhadan yuvarlama yöntemiyle boru imal etme ve bu borunun TIG kaynak yöntemiyle kaynak edilmesi için gerekli sistem tasarlanmıştır. Pres bölümünde malafayı aşağı çeken pistonun bağlı olduğu askı elemanı bir yönde aşırı zorlamayla belirli bir süre sonra kırılmıştır. Bu mukavemet sorununu çözmek adına sisteme kuvveti dengeleyici üst taraftan malafaya basan ikinci bir piston yerleştirilmiştir. Kaynak kısmında daha önceden zincir mekanizmasıyla eşit kaynak hızlarında çalışıldığı için herhangi bir problem öngörülmemiştir. PLC olarak S7-212 giriş sayısındaki fazlalık nedeniyle yeterli olmamış modül eklenmiş hali olan S7-226 DC-DC-DC kullanılmıştır.

PLC ile sistemin sadece otomatik olarak kontrolünün yanı sıra emniyet ve parçadaki herhangi bir hatanın sisteme zarar vermemesi adına elle kumandası eklenmiştir.

Parçanın kıvrılmasını sağlayan malafaya bir pnömatik piston ve bu pistonun ucuna yerleştirilecek bir T parça ile parçanın bitmiş halini malafa üzerinden çıkarılarak sistemin otomasyonu daha ileri hale getirilebilir.

Kaynak kısmına üçüncü boyut eklenmek suretiyle eğik boruların kaynağı da mümkün görülmektedir.

KAYNAKLAR

Odabaş,C.,(2004) , Paslanmaz Çelikler, Kullanım Alanları, Kaynak Yöntemleri, Askaynak, İstanbul.

Merkle D.,Schrader B. , Thomes M. , (2000) , Hidrolik – Temel Seviye TP 501 – Festo Didaktik, Ankara

SİMKO Tic.ve San. A.Ş (1998) , Micro PLC ile Makine Otomasyonuna Giriş, ,İstanbul.

MILLER Electric (2003),TIG Handbook, Guidelines To Gas Tungsten Arc Welding (GTAW),

Croser P., Thomson J.,C.E.A. (1991),Elektro pnömatik, Temel Seviye TP201 , Festo Didaktik.

Boğoçlu, M. (2005), İleri Seviye Hidrolik Pnömatik ,Yüksek Lisans Ders Notları .

Ataşimşek S. (1977), Sac Kalıpları , Bursa,

Frank W., Philip D., Charles B. (1965), Die design handbook, New York.

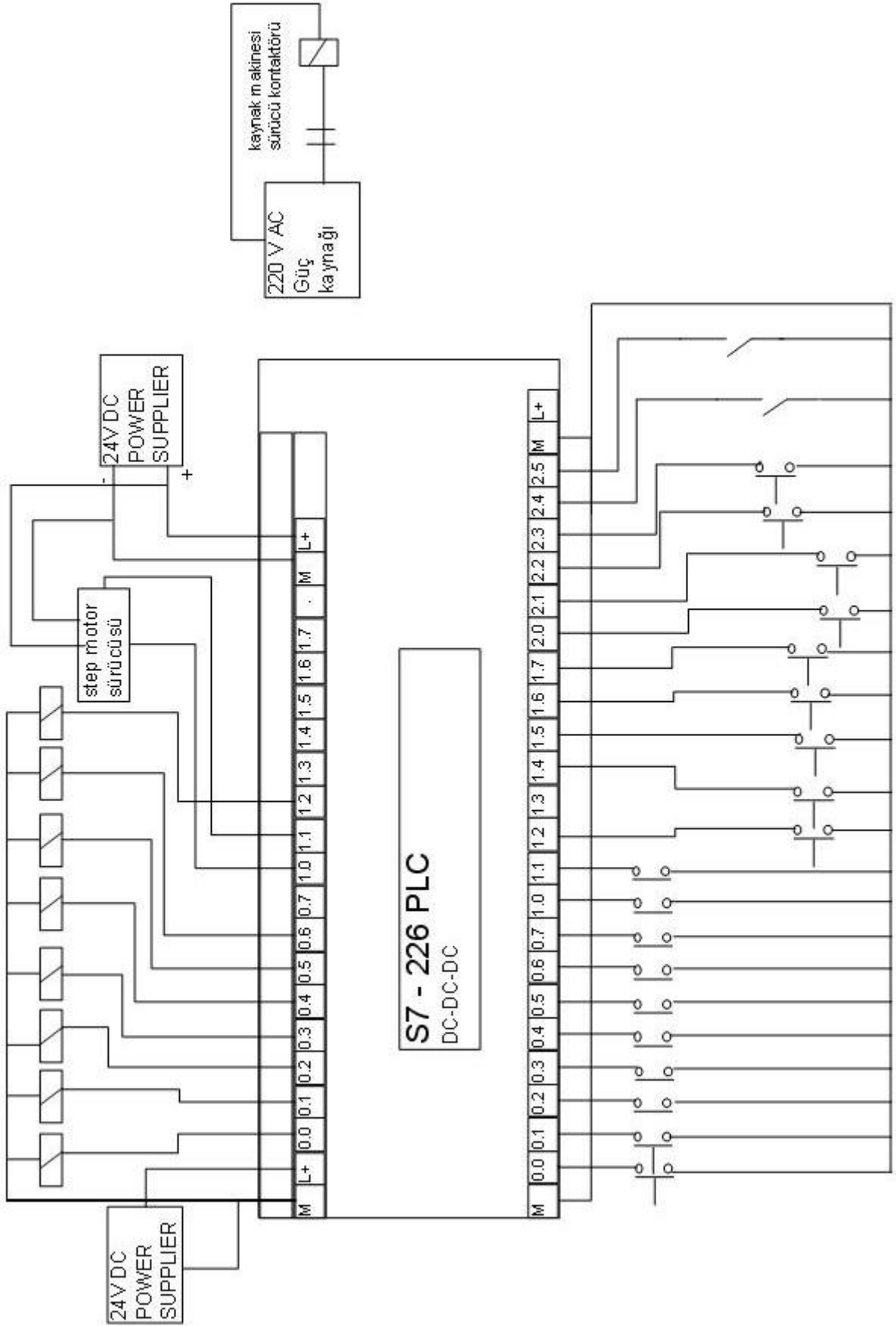
INTERNET KAYNAKLARI

<http://ogrenci.hacettepe.edu.tr/~b0164043/maximus>

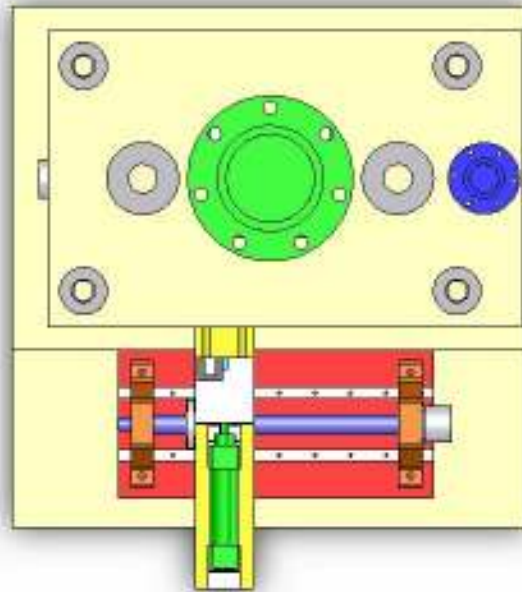
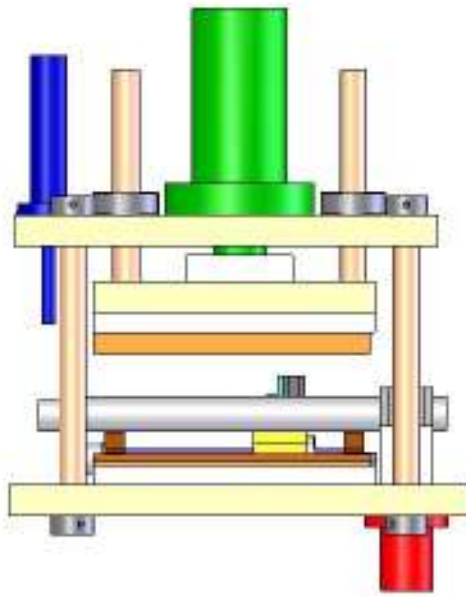
www.wekatronik.com

EKLER

- Ek 1 SIEMENS S7 226 modülünün bağlantılarının gösterilmesi
Ek 2 Sistemin 3 Boyutlu Katı Modellemesi



Ek 1 SIEMENS S7 226 modülünün bağlantılarının gösterilmesi



ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 19.12.1980

Doğum yeri İstanbul

Lise 1994–1997 Marmara Fen Lisesi

Lisans 1997–2002 Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi
Makine Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2003–2006 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Müh. Anabilim Dalı, Makine Teorisi ve
Kontrol Programı

Çalıştığı kurumlar

2003–2004 Öz-Ak Filtre Yedek Parça San. ve Tic. Ltd. Şti.
2004-2006. İKA Ltd.Şti.