

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**



MEGEP

**(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)**

ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

PNOMATİK SİSTEMLER

ANKARA 2007

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşılabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1.....	3
1. PNOMATİK DEVRELER	3
1.1. Pnmatığın Tanımı.....	3
1.1.1. Genel Kavramlar	3
1.1.2. Pnmatik, Hidrolik, Elektrik Sistemlerinin Karşılaştırılması	4
1.2. Pnmatik Devre Elemanları Yapısı ve Çalışma Özellikleri	5
1.2.1. Basınçlı Havanın Hazırlanması.....	5
1.2.2. Basınçlı Havanın Dağıtılması ve Şartlandırılması	5
1.2.3. Kompresör Çeşitleri, Çalışma Prensipleri ve Bakımı.....	11
1.2.4. Havanın Kurutulması	14
1.2.5. Şartlandırıcı (Hava Hazırlayıcı) Elemanlarının Tanıtılması	16
1.2.6. Pnmatik Elemanların İç Yapıları Çalışma Prensipleri ve Bağlantıları	19
1.3. Çalışır Sistemlerden Şema Çıkarmak.....	36
1.3.1. Problemin Tanımlanması.....	36
UYGULAMA FAALİYETİ.....	40
ÖLÇME DEĞERLENDİRME	41
PERFORMANS TESTİ	45
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	47
2. PNOMATİK DEVRE TASARIMI YAPMAK.....	47
2.1. Kontrol Teknikleri ve Çeşitlerinin İncelenmesi.....	47
2.1.1. Konuma Bağlı Kontrol	47
2.1.2. Hıza Bağlı Kontrol	50
2.1.3. Basınca Bağlı Kontrol	53
2.1.4. Zamana Bağlı Kontrol	54
2.2. Pnmatik Devre Çizim Bilgisi	55
2.2.1. Pnmatik Sistemlerde Kullanılan Semboller	55
2.2.2. Pnmatik Devre Çizimlerinde Elemanların Numaralandırılması	57
UYGULAMA FAALİYETİ.....	59
ÖLÇME DEĞERLENDİRME	60
ÖĞRENME FAALİYETİ-3.....	62
3. PNÖMATİK SİSTEM KURMAK.....	62
3.1. Temel Pnmatik Devreler.....	62
3.1.1. Tek Etkili Silindirlerin Kontrolü.....	62
3.1.2. Çift Etkili Silindirlerin Kontrolü.....	63
3.1.3. Tek Etkili Silindirlerin Dolaylı Kontrolü	63
3.1.4. Çift Etkili Silindirlerin Dolaylı Kontrolü	64
3.1.5. Sınır Anahtarı Kullanılarak Silindirlerin Otomatik Geri Dönüşü	64
3.1.6. Çift Etkili Bir Silindirin Ara Konumda Tutulması ve Sabitlenmesi	65
3.1.7. Silindirlerde ve Motorlarda Hız Kontrolü	65
3.2. Veya Valfli Devreler	66
3.2.1. Basınç Kumandalı Devreler.....	67
3.2.2. Zamana Bağımlı Devreler	68
3.3. Birden Fazla Silindirin Çalıştırılması.....	69
3.3.1. Yol Adım Diyagramlarının Çizimi	69

3.3.2. Devrelerin Çizimi.....	69
3.3.3. Sinyal Çakışmasını Önlemek İçin Mafsal Makaralı Valf Kullanarak Devre Diyagramının Kurulması.....	72
3.3.4. Sinyal Çakışmasını Önlemek İçin Geri Dönürlü Valf Kullanarak Devre Diyagramının Kurulması.....	74
3.3.5. Sinyal Çakışmasını Önlemek İçin Hafıza Valfi Kullanılarak (Kaskad) Devre Diyagramının Kurulması.....	75
3.3.6. Kayıt Kaydırma Metodu.....	77
3.3.7. Sıralama Zinciri Metodu.....	78
UYGULAMA FAALİYETİ.....	82
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	83
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	86
CEVAP ANAHTARLARI	88
ÖNERİLEN KAYNAKLAR	89
KAYNAKÇA	90

AÇIKLAMALAR

KOD	523 EO 0072
ALAN	Elektrik Elektronik Teknolojisi
DAL/MESLEK	Otomasyon Sistemleri
MODÜLÜN ADI	Pnmatik Sistemler
MODÜLÜN TANIMI	Pnmatik sistemlerin devre şemalarını normlara uygun olarak çizebilmeyi ve ilgili devreleri kurabilmeyi kapsayan öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Doğru Akım Motorları modülünü tamamlamış olmak.
YETERLİK	Pnmatik sistemlerin arızalarını tespit etmek, onarmak.
MODÜLÜN AMACI	<p>Genel Amaç Pnmatik sistemlerin devre şemalarını normlara uygun olarak çizebilecek ve ilgili devreleri kurabileceksiniz.</p> <p>Amaçlar</p> <ol style="list-style-type: none">1. Sistemin kurulması için gerekli malzeme, araç ve gereçlerini doğru olarak yapabileceksiniz.2. Pnmatik sistemlerin tasarımını yapıp, tasarladığınız pnmatik sistemi normlara uygun çizebileceksiniz.3. Projesi veya şeması verilen pnmatik sistemi, tekniğe uygun kurabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	<p>Ortam: Pnmatik Labaratuvarı</p> <p>Donanım: Pnmatik devre elemanları</p>
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Bu modül içersinde her öğrenme faaliyeti sonunda kendi kendinizi değerlendirebileceğiniz uygulamalı ölçme değerlendirme tekniklerine, modül sonunda çoktan seçmeli ölçme değerlendirme testine tabi tutulacak ve ayrıca öğretmen tarafından değerlendirileceksiniz.



GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

İşletmelerde üretimi arttırma, kaliteyi yükseltme ve maliyetleri düşürme esas amaçtır. Bu anlamda tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de otomatizasyonun önemi büyüktür. Otomatizasyon denilince de akla pnomatik, hidrolik, elektrik ve elektronik kumanda gelmektedir.

Bu modülle pnomatik sistemler hakkında bilgi sahibi olacaksınız ve pnomatik sistemlerin kurulması için gerekli malzeme, araç ve gereç seçimini yapabilecek yeterliliğe ulaşacaksınız. Ayrıca pnomatik sistemlerin tasarımını yapıp bu sistemi normlara uygun olarak çizebileceksiniz. Son olarak projesi veya şeması verilen pnomatik sistemi tekniğe uygun olarak kurabileceksiniz.



ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Sistemin kurulması için gerekli malzeme, araç ve gereçlerini doğru olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Ø Pnömatik malzeme satan veya üreten firmalardan ya da ilgili internet adreslerinden bu malzemeleri içeren katalog ve doküman toplayınız ve sınıfa rapor halinde sununuz.
- Ø Üretim yapan işletmeleri gezerek pnömatik malzemelerin kullanım alanlarını belirleyiniz ve sınıfa rapor halinde sununuz.

1. PNÖMATİK DEVRELER

1.1. Pnömatiğin Tanımı

1.1.1. Genel Kavramlar

Basıncı hava (sıkıştırılmış hava), insanların fiziksel gücünü arttırmak için kullandığı bilinen en eski enerji iletim türüdür. Kesin olarak bilinen ilk basınçlı hava uygulamasını Yunanlı Ktesibios 2000 yıl kadar önce yaptığı basınçlı hava mancınığı ile gerçekleştirmiştir. Pnömatik, Yunanca ‘nefes alıp verme’ anlamına gelen ‘pneuma’ kelimesinden türetilmiştir.

Hava basıncı veya vakum etkisi ile çalışan makineler, aletler ve sistemlerin özelliklerini içeren bilim dalına pnömatik denir.

Gerçek anlamda Pnömatik uygulamaları 1950 yılından sonra başlamıştır. Daha önceleri sadece maden endüstrisinde, yapı endüstrisinde ve demir yollarında (Havalı fren) kullanılmaktaydı.

Pnömatiğin endüstriye asıl girişi ve yayılması seri üretimlerde modernleşme ve otomasyona ihtiyaç duyulmasıyla başladı. Başlangıçta bilgisizlikten kaynaklanan karşı çıkmalara rağmen kullanım sahası her geçen gün daha da artmış olup bugün artık çok değişik endüstriyel uygulamalarda bile pnömatik cihazlar tercih edilmektedir.

1.1.2. Pnmatik, Hidrolik, Elektrik Sistemlerinin Karşılaştırılması

	PNOMATİK	HİDROLİK	ELEKTRİK
Enerji Depolaması, Enerji İletimi, Maliyet	Basınçlı hava elektrik motoru ya da içten yanmalı motorlarla tahrik edilen kompresörlerle sağlanır. Enerji iletimi yavaş ve sınırlıdır. Enerji maliyeti yüksektir.	Enerji depolaması sınırlı ölçüde mümkündür. Enerji iletimi yavaş ve sınırlıdır. Enerji maliyeti yüksektir.	Enerji depolaması güç, enerji iletimi iyi ve fiyatı düşüktür.
Doğrusal Hareket Temini	Kolay ve ucuzdur, çalışma hızları yüksektir, hareket miktarı sınırlıdır. Az yer kaplarlar, elde edilebilir kuvvet sınırlıdır.	Doğrusal hareket temini çok basittir. Çalışma hızları fazla yüksek değildir, az yer kaplarlar ve çok büyük kuvvetler elde edilebilir.	Karmaşık ve pahalıdır. Çünkü dönüşüm için ya mekanik ya da kaldırıcı mıknatıs gereklidir. Hacim olarak çok yer tutarlar
Döner Hareket Temini	Kolay ve ucuzdur. Düşük verim dolayısıyla işletme maliyetleri yüksektir. Çok yüksek devir sayılarına ulaşılabilir. Çok yüksek döndürme momentleri elde edilemez.	Döner hareket kolaylıkla elde edilir. Devir sayıları çok yüksek değildir. Verimi yüksektir ve büyük döndürme momentlerine çıkılabilir.	Yüksek verimli olup çok yer kaplarlar. Devir sayısı sınırlıdır. Devir sayısı ile döndürme momenti ayarı güçtür.
Genel Olarak	Aşırı yük emniyetleri vardır. Patlama emniyeti mevcuttur. Devir sayısı, döndürme momenti, çalışma hızı rahatça ayarlanabilir.	Aşırı yük emniyetleri vardır. Yüksek basınçlar söz konusu olduğundan iletim hatlarının montajı güç ve pahalıdır. Aynı zamanda sızdırmazlığa dikkat edilmelidir.	Aşırı yük emniyetleri yoktur. Ek harcamalar yapılarak aşırı yük emniyetine ulaşılabilir, patlama emniyeti yoktur.

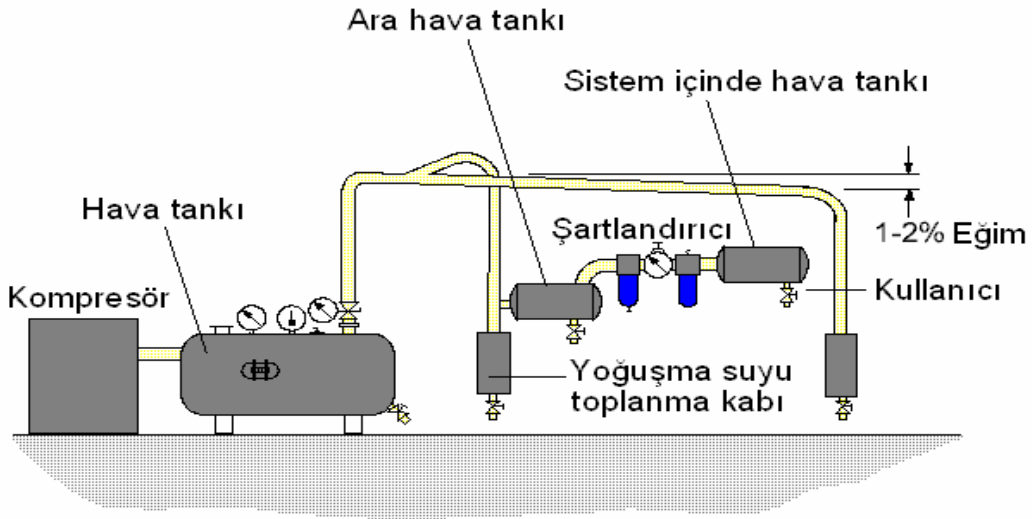
Tablo 1.1: Pnmatik, hidrolik, elektrik sistemlerinin karşılaştırılması

1.2. Pnmatik Devre Elemanları Yapısı ve Çalışma Özellikleri

1.2.1. Basınçlı Havanın Hazırlanması

Pnmatik sistemlerde kullanılan basınçlı hava kompresörler tarafından karşılanır. Basınçlı hava üretimi genellikle merkezi bir basınç kaynağından sağlanır ve sisteme boru ya da hortumlarla iletilir. Böylece her kullanıcı için ayrı bir basınç kaynağı kullanmaya gerek kalmaz. Yer değiştiren makine ya da el aletleri için seyyar kompresörlerden yararlanılır.

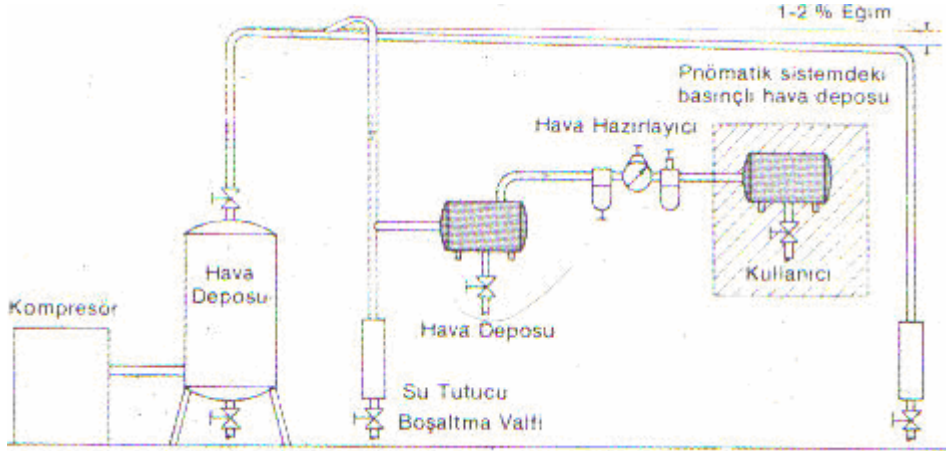
Kompresör seçiminde tesisin hava ihtiyacının belirlenmesi (kapasite tayini) seçimi etkileyen önemli bir etkidir. İhtiyaçtan daha düşük kapasiteli bir kompresör seçimi, üretim verimini düşürdüğü gibi kompresörün sürekli devreye girip çıkması nedeniyle ömrünü de etkiler. İhtiyacın çok üzerindeki bir kompresör seçimi ise yatırım ve işletme maliyetini artırır.



Basınçlı hava dağıtımı

1.2.2. Basınçlı Havanın Dağıtılması ve Şartlandırılması

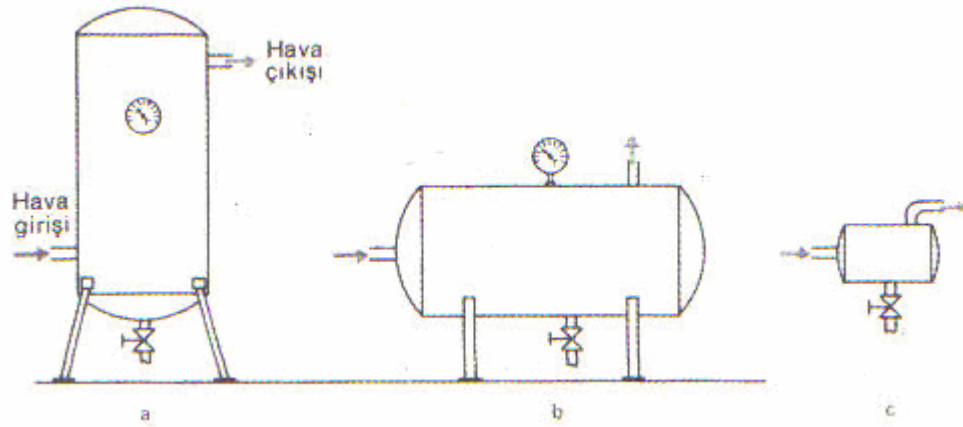
Sistem verimliliği bakımından pnmatik sistemlerde üretilen basınçlı havanın, kayıpları en aza indirecek şekilde dağıtılması önemlidir. Mevcut sistemin ihtiyaçları belirlenirken ilerideki büyüme miktarı da göz önünde tutulmalıdır. Sistem daha başta ileriye dönük olarak kurulmalıdır. Basınçlı hava dağıtım şebekesinde oluşabilecek kaçaklar baştan göz önünde tutulmalıdır. Aksi halde ileride yapılacak bakım masrafları ve ilave edilecek sistemler daha büyük maliyetleri ortaya çıkarabilir. Aşağıdaki şekilde bir basınçlı hava dağıtım şebekesi görülmektedir.



Şekil 1.1: Basınçlı hava dağıtım şebekesi

Basınçlı hava depoları kompresörlerin çıkışına yerleştirilirler. Basınç dalgalanmalarının önüne geçilmesi, basınçlı havanın soğutulması için ek bir yüzey sağlaması ve bu yolla da içindeki nemin yoğunlaşarak ayrılmasına yardımcı olur.

Basınçlı hava depoları yatay veya dikey olabilir. Hava çıkışı daima deponun üst seviyesinde olmalıdır. Böylece depo içerisinde yoğunlaşan suyun devreye karışması önlenmiş olur.



Şekil 1.2: Basınçlı hava depoları montaj şekilleri

1.2.2.1. Boru ve Hortum Malzemeleri

Sanayi işletmelerinde her geçen gün daha da artan otomasyon ve modernleşme isteklerine paralel olarak basınçlı hava talebi de artmaktadır. Her makine ve cihaz kendisi için gerekli olan havayı bir boru şebekesi ile kompresörden temin eder. Pnömatik sistemlerde basınçlı havanın dağıtılmasında boru şebekesinin önemi büyüktür.

1.2.2.2. Boru İç Çapının Hesabı

Pnomatik sistemlerin sağlıklı olarak çalışabilmesi için uygun bir boru çapı seçimi gereklidir. Boru çapının küçük seçilmesi akış hızını arttırarak önemli bir basınç düşümüne sebep olacaktır. Boru çapının büyük olması ise zaman ve hava kaybına neden olacaktır. Ancak ana dağıtım şebeke borularının büyük tutulması ileride sistemin büyütülmesi düşünüldüğünde bir avantaj olarak kendini gösterecektir. Uygun boru çapı seçiminde dikkat edilecek noktalar şunlardır.

- Ø Akış hızı
- Ø Kabul edilebilir basınç düşümü
- Ø Çalışma basıncı
- Ø Devredeki akışı kısıtlayan eleman sayısı
- Ø Boru uzunluğu

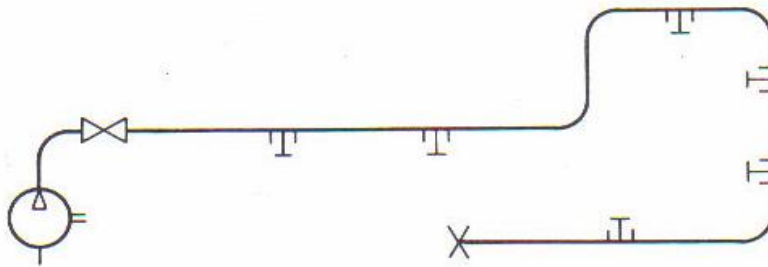
Ana boru şebekesinde boru içindeki akış hızı 6-10 m/s arasında olmalıdır. Basınç kaynağı ile kullanıcı arasındaki basınç düşümünün 0,1 bar değerini aşmaması istenir. Bunun dışında pratikte kullanılan başka bir ölçü de basınç düşümünün işletme basıncının % 15'ini aşmamasıdır.

Örneğin, işletme basıncı 6 bar olan bir sistemde basınç düşümü bu yöntemle göre 0,3 barı aşmamalıdır.

Valfler, dirsekler, T'ler redüksiyonlar gibi devre elemanları akışı kısıtlayan elemanlardır. Bunların boru çapına etkisi ya da bir sürtünme faktörü olarak veya pratikte en çok kullanılan şekliyle eş değer boru uzunluğu olarak göz önüne alınmalıdır.

1.2.2.3. Boru Şebekesinin Döşenmesi

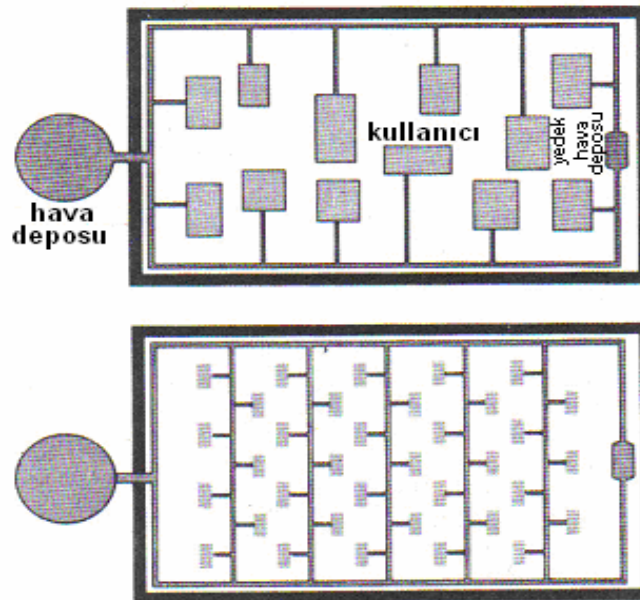
En az boru çapının seçilmesi kadar önemlidir. Pnomatik sistemlerde boru hatlarının bakım ve kontrolü periyodik olarak yapılır. Bu yüzden boru hatları bakımı güçleştirecek dar kanallardan geçirilmemeli ve önüne duvar örülmemelidir. Aksi halde boru hattı üzerinde tespit edilemeyen kaçaklar büyük basınç kayıpları oluşturur.



Şekil 1.3: Çizgisel dağıtım şebekesi

Dağıtım şebekesinde basınç kaynağı ile kullanıcı arasında % 1-2 eğim bulunur. Yoğuşan suyun basınçlı havaya karışmaması için ana dağıtım şebekesinden ayrılmalarda devre boynu ile ve uygun yarıçaplarda yapılmalıdır.

Şekil 1.4: Şebekeden ayrılma şekli ve ana dağıtım şebekesinden ayrılma karakteristikleri



Şekil 1.5: Halka şeklinde dağıtım şebekesi

Pnomatik sistemlerde basınçlı havanın dağıtımı boru ya da hortumlarla gerçekleştirilir. Ana dağıtım şebekesinde kullanılmak üzere aşağıdaki boru malzemeleri seçilebilir:

- Ø Bakır
- Ø Pirinç
- Ø Alaşımli Çelik
- Ø Siyah Çelik Boru
- Ø Galvanizli Çelik Boru
- Ø Plastik

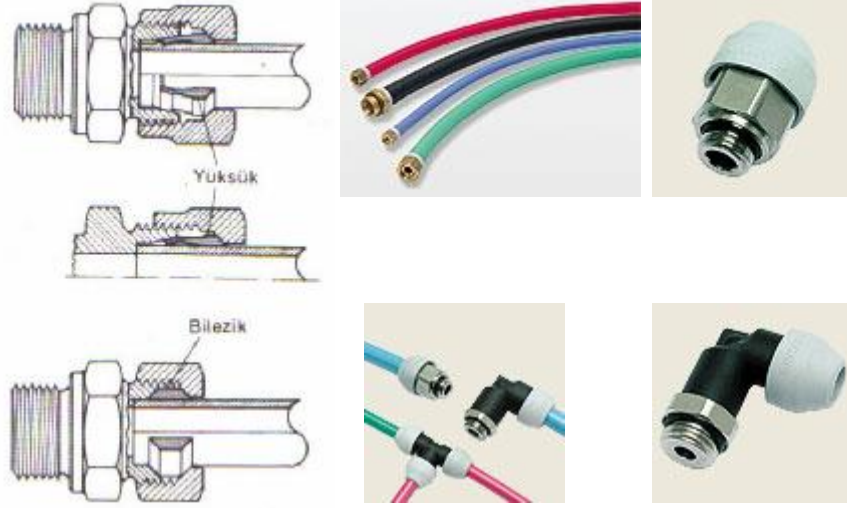
Boru hatları kolay döşenebilmeli, korozyona karşı dayanıklı ve ucuz olmalıdır. Kaynaklı borular ucuz ve sızdırmaz olmalarına rağmen kaynak cürufları sisteme zarar vereceğinden pek tercih edilmezler. Galvanizli borular ise tamamen sızdırmaz değildirler. Diğer borulara oranla korozyona karşı dayanıklılığı iyi değildir. Bu yüzden çelik boru kullanıldığında filtre ve su tutucu elemanların önemi daha da artar. Özel kullanım sahalarında ise bakır ve plastik boru seçilebilir.

Kullanım yerlerindeki dağıtım şebekesinde en çok kullanılan hortum, polietilen ve poliamid plastik hortumlardır. Son zamanlarda geliştirilen bağlantı elemanları ile çabuk, kolay ve ucuz bir şekilde döşenirler. Esnekliğin istendiği yerlerde ise kauçuk hortumlar kullanılır. Kauçuk hortumlar aynı zamanda mekanik gerilmelere karşı plastik hortumlara oranla daha dayanıklıdır. Ancak pahalı olduklarından çok kullanılmayan bir hortum çeşididir.

1.2.2.4. Bağlantı Elemanları

Ø Ana Dağıtım Şebekesi Bağlantı Elemanları

Boru şebekesinde çelik boru bağlantıları tercihen kaynakla gerçekleştirilir. Kuşkusuz kaynak dikişi en sızdırmaz bağlantı türüdür. Kaynaklı bağlantının olumsuz yanı cüruf oluşumu ile kaynak dikişinin kısa zamanda paslanmaya yüz tutmasıdır. Gerek cüruf gerekse pas parçacıkları sistemin uygun yerlerine koyulan filtrelerle tutularak kısmen de olsa bu sakınca giderilir. Kaynaklı bağlantı iyi bir sızdırmazlık sağladığı gibi fiyatının da diğer bağlantı türlerine göre ucuz oluşu tercih edilmesi için bir neden oluşturur. Boru bağlantılarında boruların güvenli, temiz ve kolay sökölüp takılabilirliğini sağlamak için yüksüklü rakorlar geliştirilmiştir. Aşağıdaki şekilde yüksüklü bağlantı rakor tipleri görülmektedir.



Şekil 1.6: Yüksüklü rakor, bilezikli rakor, rakor, hortum ve bağlantıları

Rakorun boruya bağlanan kısmında borunun uç kısmının oturduğu bir yuva vardır. Yüksük boruya takılarak bu yuvaya oturtulur. Somun ilerledikçe içindeki yüksüğü de ileri itecektir. Rakorun konik yüzeyine dayanan ve ilerlemek zorunda olan yüksük konik yüzeyde kayarak boruyu ısırır. Böylece borunun bir parçası haline gelen yüksük borunun rakordan çıkmasını önleyecek ve sızdırmaz bir bağlantı temin edilmiş olacaktır. Bu bağlantı yöntemi daha çok ince etli ve dikişsiz borular için uygundur.



Şekil 1.7: Plastik boru için poliamid bağlantı elemanı

Zaman zaman kullanılan plastik boruların bağlantısı da yine kaynaklı ya da rakor bağlantılı olabilir. Aşağıdaki şekilde plastik borular için kullanılan poliamid bağlantı elemanı görülmektedir. Boruya önceden açılmış olan muf somunun ilerlemesiyle sıkışır.

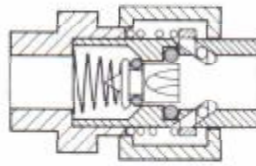
Ø Kullanım Yerlerindeki Dağıtım Şebekesi Bağlantı Elemanları

Buradaki bağlantı elemanlarının önemi daha büyüktür. Özellikle plastik hortumların bağlantısında son zamanlarda en çok kullanılan bağlantı türleri kolayca sökülüp takılabilenlerdir. Ucuz oluşları ise diğer bir tercih sebebidir. Bu bağlantı elemanlarında gövde genellikle pirinç ya da plastik olup kullanım yerine göre istenen tipi rahatlıkla seçilebilir.



Şekil 1.8: Çeşitli plastik hortum bağlantı rakorları

Bazı uygulamalarda çabuk bağlanıp çözülebilen ve çözüldüğünde hava kaçırmayan rakorlara ihtiyaç duyulur. Bu istekleri karşılayan elemana ‘çabuk bağlantı rakoru’ adı verilir. İki elemandan oluşur, içinde tek yönlü valf (çek valf) olduğu için açık dururken hava kaçırmaz. Ancak iki eleman birleştirildiğinde hava geçişi sağlanır. Aşağıdaki şekilde çabuk bağlantı rakoru görülmektedir.



Şekil 1.9: Çabuk bağlantı rakoru

1.2.3. Kompresör Çeşitleri, Çalışma Prensipleri ve Bakımı

İşletme şartları gereğince çalışma basıncı ve gerekli hava miktarı bakımından değişik tiplerde kompresör kullanılır. Genel olarak, sıkıştırma şekline göre kompresörler iki tiptir. Bunlardan birincisinde kapalı bir kap içerisindeki hava, kabın hacmi küçültülerek sıkıştırılır. (Pistonlu Kompresörler, Döner elemanlı Kompresörler) İkinci tipte ise hava bir taraftan emilerek hızlandırılır. Daha sonra bu hız enerjisi basınç enerjisine dönüştürülerek çıkış hattında istenen basınca ulaşılır.

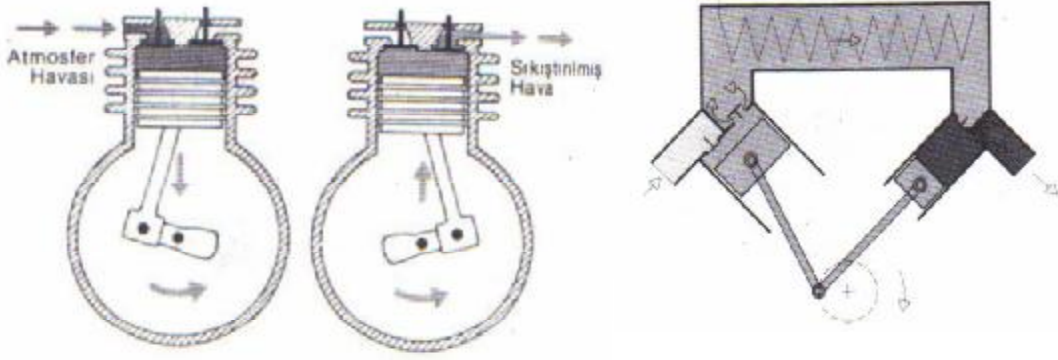
1.2.3.1. Pistonlu Kompresörler

Pistonlu kompresörler ikiye ayrılır:

Ø Biyel Kollu Kompresörler

En çok kullanılan kompresör tiplerindendir. Düşük ve orta basınçlar yanında yüksek basınç sağlayan tipleri de vardır. Yüksek basınçlı tipleri birden fazla kademelidir ve bu tiplerde kademeler arası soğutma kullanılır. (Hava veya su soğutma) Ardı ardına gelen sıkıştırma hacimleri bir öncekinden küçüktür. Böylece toplam sıkıştırma oranı büyütülmek suretiyle çıkış basıncının yüksek değerlere ulaşması sağlanır.

Genellikle 4 bara kadar tek kademeli, 15 bara kadar çift kademeli, 15 barın üzerindeki basınç değerleri için ise 3 veya daha çok kademeli pistonlu kompresör avantajlıdır.

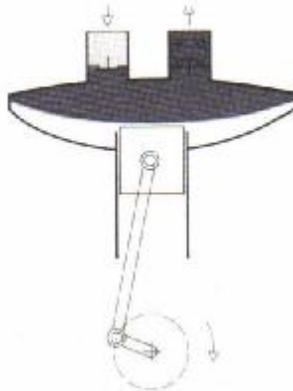


Şekil 1.10: Pistonlu kompresörler ve iki kademeli pistonlu kompresör

Ø Diyaframlı Kompresör

Bu tip kompresörlerde piston emme odasından bir diyafram ile ayrılmıştır. Kompresörün tahrik miline bağlı bir biyel kolu vasıtasıyla diyaframa ileri ve geri hareket verilerek emme ve basma gerçekleştirilir.

Böylece havanın hareketli elemanlarla teması önlenerek temiz kalması sağlanır. Diyaframlı kompresörler teneffüs havası temininde, gıda, ecza ve kimya endüstrisi gibi temiz hava gereği olan uygulamalarda kullanılır.

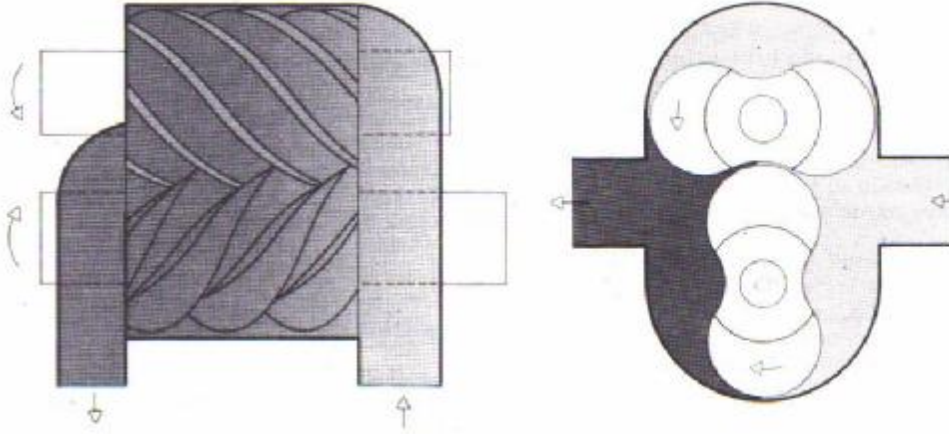


Şekil 1.11: Diyaframlı kompresör

1.2.3.2. Döner Elemanlı Kompresörler

Ø Vidalı Kompresörler

Birbiri ile ters yönde dönen asimetrik profili iki vida elemanı arasında tutulan hava dönme devam ettikçe hacmin daralması nedeniyle sıkışır.



Şekil 1.12: Vidalı kompresör ve roots kompresör

Ø Roots Kompresörler

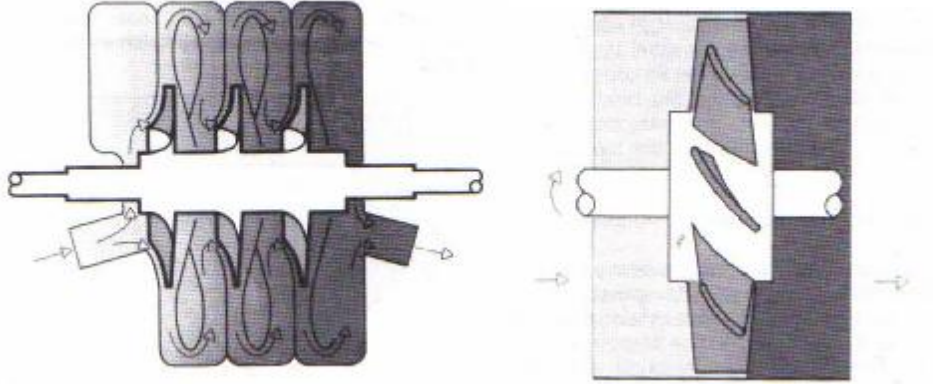
Daha çok vakum pompası olarak kullanılırlar. İki simetrik rotor bir gövde içerisinde birbirinin tersi yönde döner. Gövdede herhangi bir sıkıştırma olmaz. Sıkıştırma, her rotor basma ağzına açıldığında basma hattından geriye doğru oluşan dirençle elde edilir.

1.2.3.3. Türbin Tipi Kompresörler

Bu tip kompresörlerde hava bir taraftan emilerek hızlandırılır. Daha sonra bu hız enerjisi basınca dönüştürülerek istenen çıkış basıncı elde edilir. Türbin tipi kompresörler eksenel ve radyal olmak üzere iki tipte imal edilirler.

Ø Radyal Kompresörler

Yüksek hızda dönen çok kanatlı (kademeli) bir rotor ve bir gövdeden oluşur. Kanatlar arasına alınan hava hızlandırılarak dışa doğru (radyal) savrulur. Bu işlem kademeli olarak devam eder. Son kademede çıkış basıncına ulaşır.



Şekil 1 13: Radyal turbo tip kompresör ve eksenel turbo tip kompresör

Ø Eksenel Kompresörler

Bir rotor üzerine yerleştirilmiş kanatlar ve bir gövdeden oluşur. Kanatlar emilen havayı hızlandırarak bir kinetik enerji kazandırır. Daha sonra bu enerji basınç enerjisine dönüşür.

1.2.4. Havanın Kurutulması

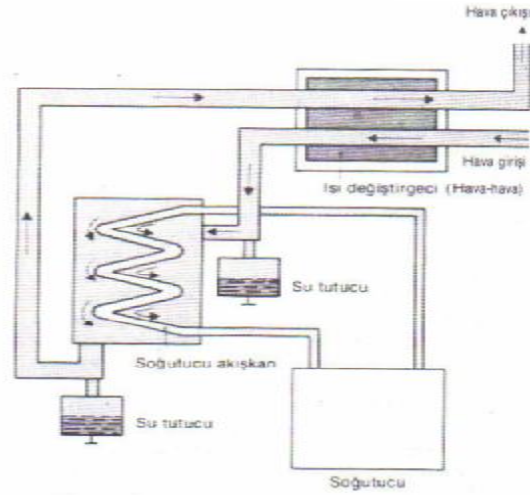
Havanın kurutulmasında üç yöntem kullanılır:

Ø Kimyasal Yöntem (Absorption Yöntemi)

Bu kurutma yönteminde hava su ile bileşik yapabilen bir kimyasal madde üzerinden geçirilir. Bu kimyasal madde ‘tuz’ olarak anılan NaCl’dür. Hava içerisindeki su buharı bu madde içerisinde geçerken kimyasal reaksiyona girerek havadan ayrılır. Ve bir çözelti şeklinde kurutucunun tabanında toplanır.

Bu çözelti belirli zamanlarda dışarı alınır. Tuz zamanla azalacağından belirli aralıklarla tamamlanmalıdır. Bu yöntemde girişteki basınçlı havanın sıcaklığı 30 °C’yi aşmamalıdır.

Kurutucudan sonra hava içine karışması muhtemel tuz parçacıkları için mutlaka bir filtre öngörülür. Bu yöntemde yağ da ayrışır. Fazla miktarda yağın kurutucuya zararlı etkisi olacağından girişte hassas bir filtre kullanılmalıdır.



Şekil 1.15: Soğutma yöntemi

1.2.5. Şartlandırıcı (Hava Hazırlayıcı) Elemanlarının Tanıtılması

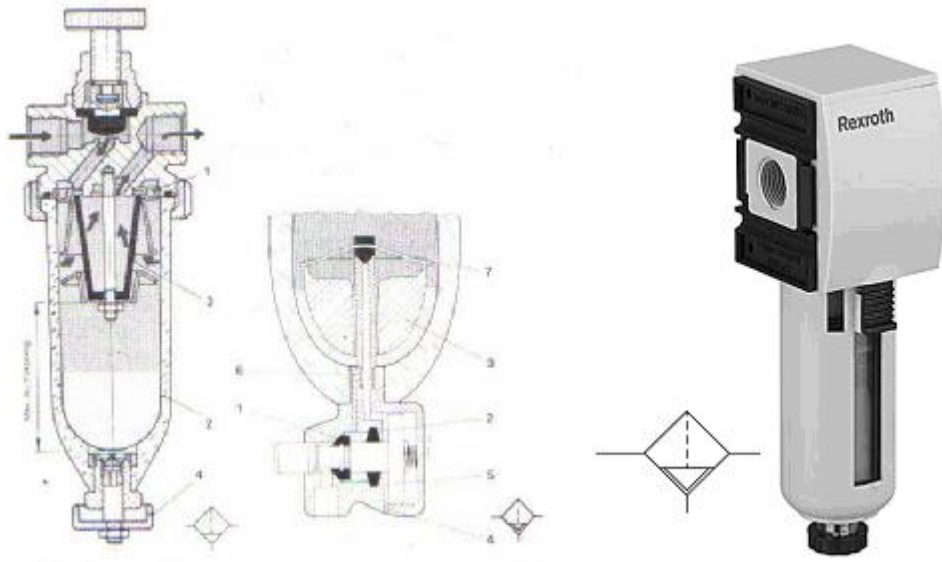
Kullanma yerine gelen hava filtre, basınç regülatörü ve yağlayıcıdan oluşan bir şartlandırıcı (hava hazırlayıcı) takımından geçerek nihai özelliklerini kazanır. Bir hava hazırlayıcı eleman kısaca FRY (Filtre, Regülatör, Yağlayıcı'nın baş harfleri) olarak da isimlendirilebilir.



Şekil 1.16: Şartlandırıcı

Ø Filtre

Hava hazırlayıcının ilk elemanıdır. Basıncı hava içindeki yabancı maddeler ile suyun ayrılması amacıyla kullanılırlar. Filtreye giren hava girişteki oluktan (1) geçerken bir dönme hareketi kazanır. Katı parçacıklar ve su, merkezkaç kuvvet yardımıyla kavanozun iç yüzeyinde (2) birikir. Bu hava daha sonra genellikle sinter bronzdan yapılan filtre elemanından (3) geçerek filtreden dışarı çıkar. Kavanoz dibinde biriken suyu boşaltmanın iki ayrı yöntemi vardır. El ile boşaltmalı filtrelerde su seviyesinde, müsaade edilebilir seviyeye erişmeden boşaltma yapılmalıdır. Bu da kavanozun altında bulunan boşaltma tapasının açılmasıyla gerçekleştirilir. Otomatik tahliyeli filtrelerde ise bu işlem insan dikkatine gerek kalmadan otomatik olarak gerçekleşir.



Şekil 1.17: Filtre (el tahliyeli) ve filtre (otomatik tahliyeli)

Ø Basınç Regülatörü (Basınç Düşürücü)

Her pnomatik devre için belirli bir optimal çalışma basıncı vardır. Gereğinden yüksek bir basınç enerji kaybına ve çabuk aşınmalara, gereğinden düşük bir basınç ise fonksiyonun yerine getirilmemesine veya en azından verimin düşmesine neden olur. Kompresör deposundaki hava basıncı sürekli değiştiğinden bu dalgalanmayı sisteme aktarmamak için bir basınç düşürücüye (regülatör) ihtiyaç duyulur, regülatöre giren havanın basıncı değişse bile çıkan havanın basıncı regülatör üzerindeki manometreden okunabilen ayarlanan sabit değerde kalacaktır. Regülatörler tahliyeli ve tahliyesiz olmak üzere ikiye ayrılır.



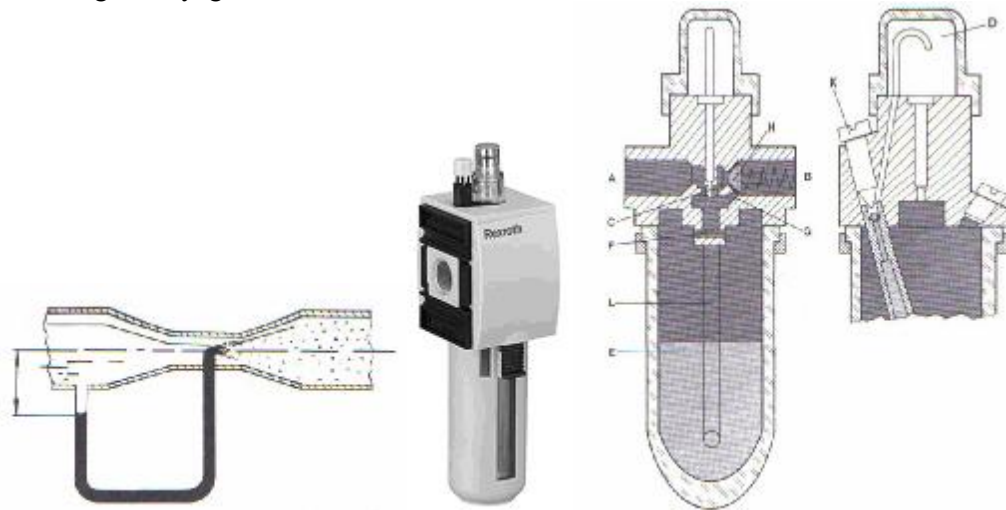
Şekil 1.18: Basınç regülatörü (tahliyeli) ve basınç regülatörü (tahliyesiz)

Ø Yağlayıcı

Pnomatik sistemlerde kullanılacak havanın bir miktar yağlanması şu avantajları sağlar:

- Ø Aşınmaların en aza inmesi
- Ø Sürtünme nedeniyle oluşan kayıpların en aza indirilmesi
- Ø Korozyona karşı koruma

Yağlayıcılar genellikle Venturi ilkesine göre çalışırlar. Dar bir kesitten geçen havanın hızı artarken basıncında bir düşme meydana gelir. Bu kesitte bulunan ince yağ borusundan emiş yaparak yağın hava içine damlamasını sağlar. Ancak damlamanın başlayabilmesi için hava debisinin bir minimum değerin üzerinde olması gerekir. Aksi halde basınç düşümü çok az olacağından yağ emilemez.



Şekil 1.19: Venturi ilkesi ve yağlayıcı

Genellikle uygun bir yağlama için yağlayıcı üzerindeki ayar vidasından 1–12 damla/1000 lt olacak şekilde ayarlanır. Yağlayıcılarda kullanılan yağın 20°C’deki yapışkanlığı 10–50 cSt. civarında olmalıdır.

Şartlandırıcı ile en uzak kullanıcı arasındaki mesafe 5 m’yi aşmamalıdır. Daha fazlakı uzaklıklarda hava içerisine püskürtülen yağın etkisi kaybolur.

1.2.6. Pnmatik Elemanların İç Yapıları Çalışma Prensipleri ve Bağlantıları

1.2.6.1. Pnmatik Silindirler

Pnmatik silindirler basınçlı hava enerjisini doğrusal itme veya çekme hareketine çevirirler. Bir pnmatik silindir ön ve arka kapak, silindir borusu, piston kolu ve sızdırmazlık elemanlarından meydana gelir.

Ø Tek Etkili Silindir

Bu tip silindirde basınçlı hava tek yönde etkir. Yani hava giriş ve çıkışı için bir tek delik mevcuttur. Böylece sadece bir yönde çalışma elde edilir. Piston kolunun geri dönüşü ya bir yayla ya da bir dış kuvvetle (örneğin yükün kendi ağırlığıyla) sağlanır. Bazen yay piston tarafına konarak piston koluna çekme yönünde iş yaptırılabilir. Yay direnci piston kolunu yeteri kadar hızla itebilecek değerde seçilir.



Şekil 1.20: Tek etkili silindir

Ø Çift Etkili Silindir

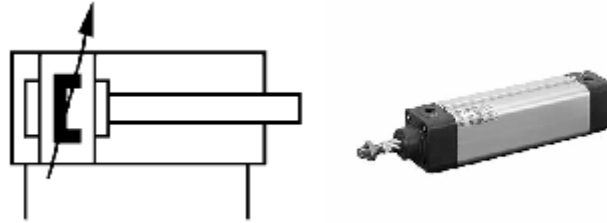
Bu tip silindirde hava basıncına ve piston yüzeyine bağlı olarak elde edilen kuvvet piston kolunu iki yönde hareket ettirir. Böylece iki yönde iş yapılabilir. Her iki yöndeki kuvvet basıncın etkidiği yüzeylere bağlı olarak farklı değerdedir. Silindir üzerinde iki adet giriş ve çıkış deliği bulunur. Çift etkili silindir özellikle piston kolu geri dönüş yönünde de iş yapacağı zaman kullanılır. Çalışma esnasında piston tarafına hava verildiğinde piston kolu tarafındaki hava tahliye edilir veya piston kolu tarafına hava verildiğinde piston tarafındaki hava tahliye edilir.



Şekil 1.21: Çift etkili silindir

Ø Yastıklı Tip Silindirler

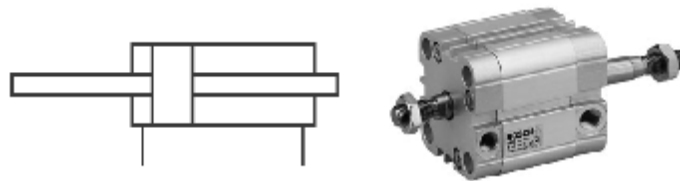
Ağır kütleler silindir tarafından hareket ettirilecekse bir darbe veya hasar meydana gelmemesi için strok sonunda bir yastıklama yapılıır. Strok sonuna yaklaşımadan önce bir yastıklama keçesi havanın serbestçe tahliye olduğu deliği kapatır. Bu durumda hava sadece çok küçük ve genellikle ayarlanabilen bir delikten tahliye olur. Çabuk boşalamayan hava kütlesi piston ile silindir kapağı arasına sıkışır. Geri dönüşte hava bir çek valften geçerek yoluna devam eder. Yastıklama bir yönde veya iki yönde yapılabilir.



Şekil 1.22: Yastıklı tip silindir

Ø Çift Milli Silindir

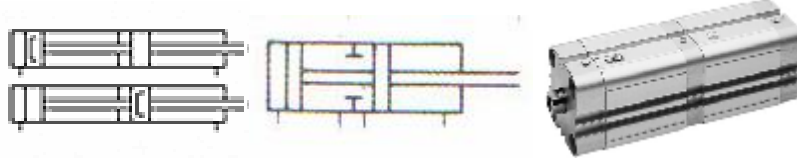
Bu silindirde her iki tarafa da yataklanmış piston kolu mevcuttur. Bunun sayesinde meydana gelebilecek yanıl yükler karşılanmış olur. İki tarafta da yüzeyler aynı olduğu için elde edilen kuvvetler ve hızlar birbirine eşittir.



Şekil 1.23: Tek milli silindir

Ø Tandem Silindir

Böyle bir silindirde aynı gövde içinde birbirine bağlı iki adet çift etkili silindir mevcuttur. Her iki silindirin piston kolu taraflarına aynı anda hava verilir. Böylece basınçlı havanın etkiye yüzeyi yaklaşık iki katına çıkmış olur. Böylece piston kolundaki kuvvet de artmış olur. Bu silindirler piston çapının büyük ve montaja imkan vermediği hallerde kullanılır.



Şekil 1.24: Tandem silindir

Ø Çok Konumlu Silindirler

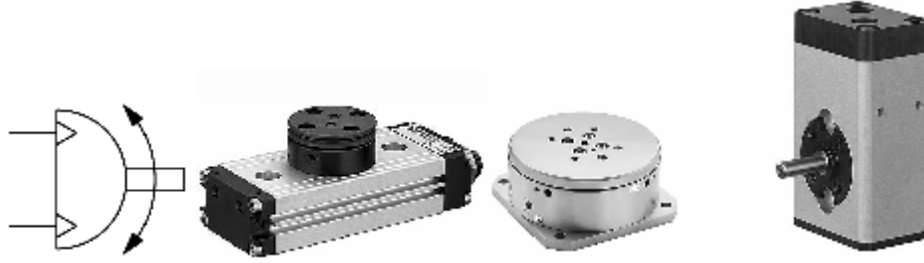
Aynı gövde içerisinde arka arkaya monte edilmiş en az iki adet çift etkili silindirden oluşur. Silindirden bir tanesinin piston kolu sabit bir mafsalla bağlı olduğundan iş, diğer silindirin piston kolu ile yapılır. Bazı uygulamalarda silindir sayısı daha da artırılarak 12 konuma kadar çıkılır.



Şekil 1.25: Çok konumlu silindir

Ø Döner Silindir

Çift etkili silindirin bu çeşidinde piston kolu uç kısmında dişli bir profile sahiptir. Böylece piston kolu bir dişli çarkı tahrik eder ve her iki yönde doğrusal hareket dairesel harekete çevrilmiş olur.(sağa ve sola) Dönme hareketinin açısal değeri için genellikle kullanılan açılar 45°, 90°, 180°, 270°, 720°'dir. Bu silindirler boruların bükülmesinde, iş parçalarının çevrilmesinde, klima cihazlarının kumandasında ve valflerin kumandasında kullanılır.



Şekil 1.26: Döner silindir

1.2.6.2. Pnömatik Motorlar

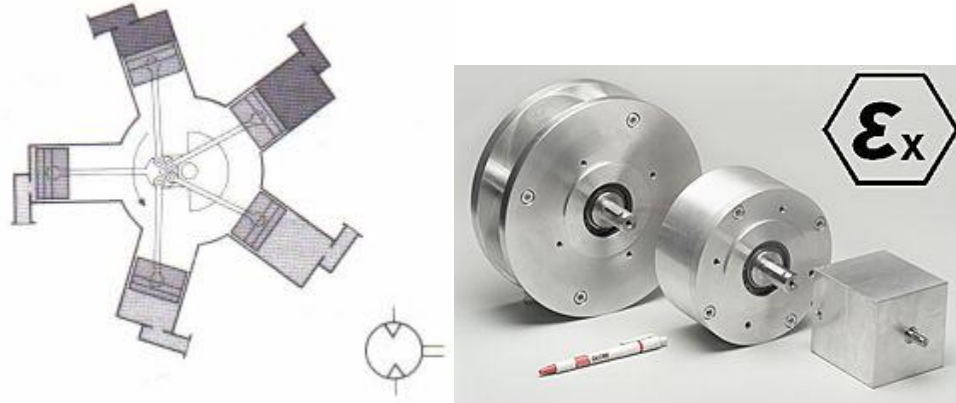
Hava motorları basınçlı hava enerjisini dairesel dönme hareketine çevirirler. En önemli özellikleri güçlerine göre boyutlarının küçüklüğü ve uygun moment karakteristiğinden dolayı geniş bir hız aralığında kolaylıkla kontrol edilebilmeleridir.

Bu motorlar ısı, nem, kir ve titreşim gibi ağır çalışma koşullarında çalışabilirler ve zarar görmeksizin durma noktasına kadar yüklenebilirler. Zehirli gaz yaymazlar ve herhangi bir patlama riski taşımazlar.

Farklı uygulamalara adapte edilebilmeleri nedeniyle hava motorları petrol sondaj platformlarındaki büyük vinçlerden küçük motorlu hava tornavidalarına kadar geniş bir alanda kullanılırlar.

Ø Radyal Pistonlu Motorlar

Pistonlu motorlarda piston ve krank mili aracılığı ile havanın enerjisi mekanik dönel enerjiye dönüştürülür. Düzgün çalışması için çok sayıda pistona gerektirir. Motorların gücü giriş basıncına, piston sayısına, piston yüzeyi alanına ve piston hızına bağlıdır.



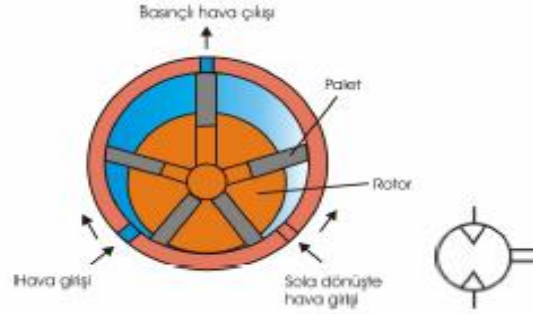
Şekil 1.27: Radyal pistonlu motorlar

Ø Eksenel Pistonlu Motorlar

Eksenel pistonlu motorların çalışma prensibi de aynıdır. Motorun düzgün çalışması ve dengeli moment dağılımı için iki piston aynı anda basınç altına alınır. Bu tür hava motorları sağa ya da sola dönecek şekilde ayarlanabilir devir sayıları yaklaşık 5000 dev/dk'dır. Vinç, beton kırma ve delme gibi ağır yükler gerektiren yerlerde kullanılırlar.

Ø Paletli (Kanatlı) Hava Motorları

Basit yapıda ve düşük ağırlıkta olmaları tercih edilme sebebidir. Kayar kanatlı çeşidi çokça kullanılır. Silindir şeklindeki bir hacme döner göbek merkezden kaçık olarak yerleştirilmiştir. Döner göbek üzerinde bulunan yuvalara kanatlar takılmıştır. Motorun çalışması sırasında kanatlar, merkezkaç kuvvetin etkisiyle silindirik hacim odasının iç çeperine doğru itilirler. Bu şekilde kanatlarla silindir yüzeyi arasında sızdırmazlık sağlanır. Bu motorların devir sayısı 3000 ile 9000 dev/dk arasında değişir. Her iki yönde dönebilirler. Şekilde paletli hava motoru ve sembolü verilmiştir. El aletleri ve karıştırıcılarda kullanılırlar.

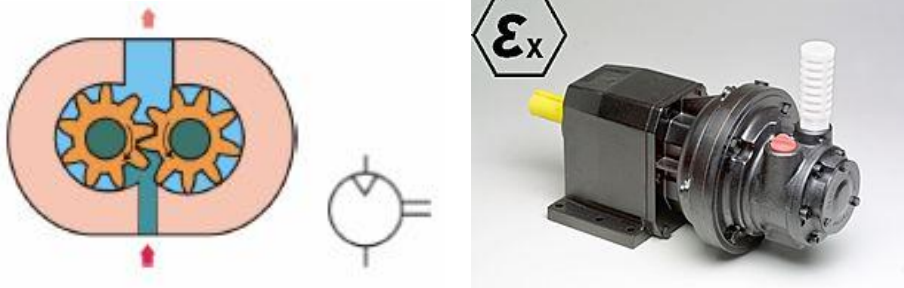


Şekil 1.28: Paletli tip hava motoru

Ø Dişli Hava Motorları

Döndürme hareketi; havanın etki ettiği karşılıklı çalışan iki dişli çark aracılığı ile elde edilir. Dişlilerden biri hareket çıkış miline bağlanmıştır. Düz dişli, helisel dişli, çift helisel dişli biçiminde yapılanları vardır. Yüksek güç istenen yerlerde kullanılırlar. Bu özellikleri nedeniyle,

- Ø Madencilikte, taşıyıcı bant sistemleri, delme kırma aletlerinde
- Ø Petrokimya sanayisinde
- Ø Demir çelik endüstrisinde vinç, gezer köprü, karıştırıcılarda
- Ø Büyük dizel motorlarının marş sistemlerinde kullanılır.



Şekil 1.29: Dişli tip hava motoru

Ø Türbin Tipi Motorlar

Eksenel kompresörlerin çalışma prensibinin tersi prensiple çalışırlar. Küçük güç istenen yerlerde kullanılırlar. Devir sayılar çok yüksektir. Dişli çarklarında olduğu gibi 500000dev/dak dönebilirler. Elmas kesme, taşlama ve dişli frezesi olarak kullanılırlar.

Hava motorlarının genel özellikleri şunlardır:

- Kademesiz devir sayısı, döndürme gücü ayarı yapılabilir.
- Çok geniş aralıkta devir sayısı elde edilebilir.
- Küçük ve hafiftir.
- Aşırı yük emniyetlidir.
- Toza, suya, ısıya, soğuğa karşı dayanıklıdır.
- Patlamaya karşı emniyetlidir.
- Az bakım ister.
- Dönme yönü kolay değişir.

1.2.6.3. Yön Kontrol Valfleri

Pnematik kumanda devreleri sinyal elemanı, kumanda elemanı ve çalışma elemanından meydana gelir. Sinyal ve kumanda elemanı çalışma elemanının hareketini denetler. Pnematik uygulamalarda bunlara valf denir. Valf, bir hidrolik pompadan veya basınçlı tanktan gelen akışkanın basıncını, akış miktarını, yönünü ve start-stop şartlarını denetleyen elemandır.

Gördükleri işe göre valfler üç grupta toplanır:

- Ø Yön denetim valfleri
- Ø Akış kontrol valfleri
- Ø Basınç kontrol valfleri

Valflerin simge olarak gösterilmesinde kareler kullanılır. Kareler valfin konstrüksiyonu hakkında değil, işlevi hakkında bilgi verir.

Ø Yön Kontrol (Denetim) Valfleri

Yön kontrol valfleri konstrüksiyon olarak iki türde imal edilir:

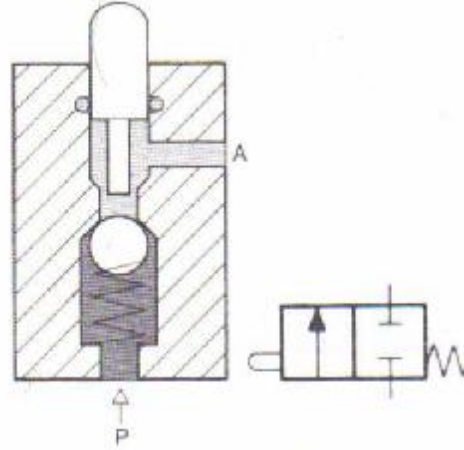
- Oturmalı tip valfler
 - Bilyalı oturmalı tip valf
 - Diskli oturmalı tip valf
- Sürgülü tip valfler

• Oturmalı Tip Valf

Bu tür valflerde geçiş kesiti bilya, disk, plaka veya takoz ile kapatılır. Sızdırmazlık için keçe kullanılır. İçinde birbiri ile çalışan eleman bulunmadığından uzun ömürlü olurlar. Pislik ve toza karşı hassas değildirler. Valfi çalıştıracak uyarı kuvvetlerinin şiddeti içindeki yayın sertliğine göre değişmektedir.

◦ Bilyalı Tip Oturmalı Valf

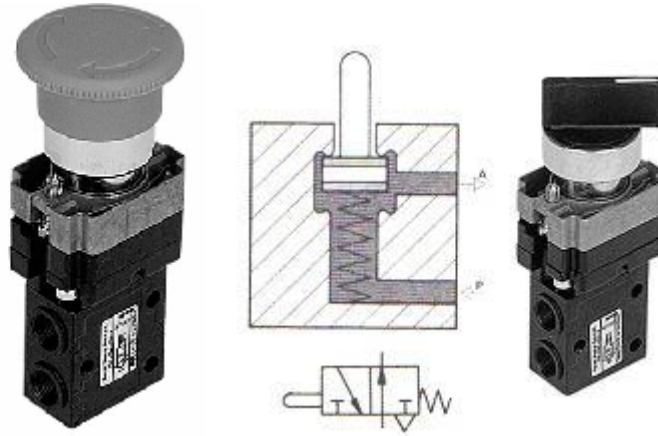
Şekil 1.30'da böyle bir valf görülmektedir. Valf gövdesi üzerinde bağlantı yapılabilecek delik sayısı iki ve valfin konum sayısı da ikidir. O halde bu valf 2/2 valftir. İlk anda bilya, alt kısımdaki yay nedeniyle geçiş kesitini kapatmaktadır. P hattından gelen basınçlı hava A hattına geçemez. Valfin uyarı pimine basıldığında, bilya aşağı itilir, P ile A'nın irtibatı sağlanır. Pim basılı olduğu sürece P hattı A hattına açık kalır. Pimdeki uyarı ortadan kalkınca, bilya altındaki yay nedeniyle tekrar geçiş kesitini kapatır. P basınç hattı kapanır. (Normalde kapalı valf)



Şekil 1.30: Bilyalı tip oturmalı 2-2 valf

° Disk Oturmalı Valf

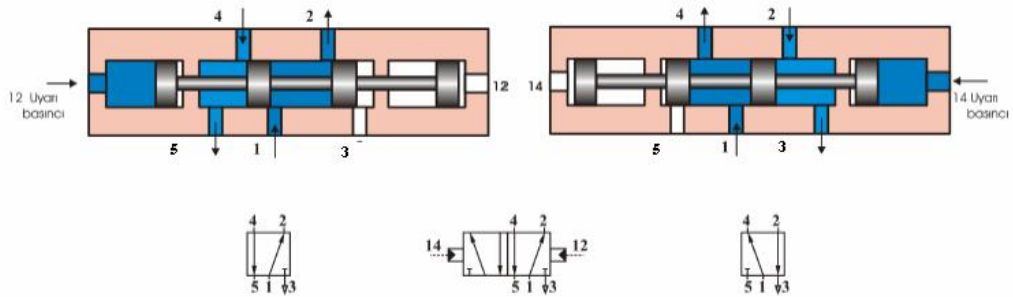
Şekil 1.31’de böyle bir valf kesiti görülmektedir. Geçiş kesiti bir disk üzerine yerleştirilmiş sızdırmazlık elemanı ile sağlanmaktadır. İlk anda pim üzerinde uyarı bir yokken, P hattı A hattına açıktır. Yani valf normalde açık bir valftir. Pime basıldığında diskin altındaki sızdırmazlık elemanı bu defa alt kısma oturur ve P basınç hattı kapanır, A’daki hava pimin yanındaki boşluktan tahliye olur. Pim üzerindeki uyarı kalkınca valf tekrar normal konumuna döner. Şekilde ise normalde kapalı disk oturmalı 3/2 valf kesiti görülmektedir.



Şekil 1.31: Disk oturmalı 3-2 valf

• Sürgülü Tip Valf

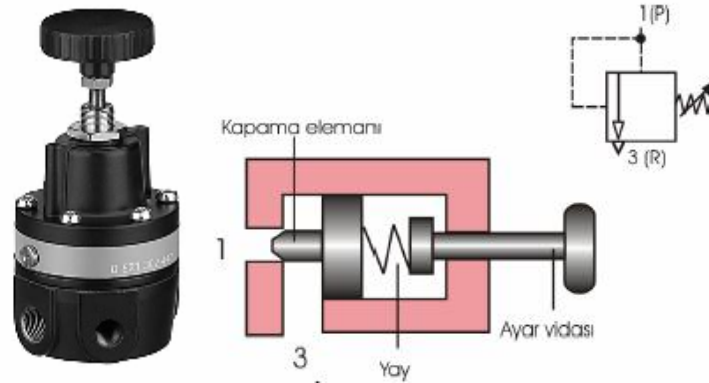
Bu tip valflerde bir kumanda pistonu (sürgü) vasıtasıyla hatların her biri ile bağlantısı sağlanır. Sürgü üzerindeki boğumlara yerleştirilmiş O’ halkalar vasıtasıyla sızdırmazlık gerçekleşir. Bazen valf gövdesi içersine bronz bir burç geçirilerek O’ halkaların bu eleman içinde hareketi sağlanır. Böylece hem iyi bir sızdırmazlık sağlanır hem de sürgüyü hareket ettirecek kuvvet ihtiyacı küçülmüş olur. Aşağıdaki şekilde 5/2 çift hava uyarılı sürgülü tip bir valfin çalışma prensibi görülmektedir.



Şekil 1.32: 5/2 sürgülü tip çift hava uyarılı valf

1.2.6.4. Basınç Kontrol Valfleri

Basınç kontrol valfleri pnomatik sistemlerde nadiren kullanılır. Basınç ayarlayıcı adı verilen elemanı, şartlandırıcı konusunda anlatmıştık. Burada sadece emniyet valfinden bahsedeceğiz. Emniyet valfi basınç ayarlanan değere geldiğinde havanın atmosfere atılmasını sağlar. Hava kazanları üzerinde kullanılır. Şekil 1.33'te basınç kontrol valfinin iç yapısı görülmektedir.



Şekil 1.33: Basınç kontrol valfi

1.2.6.5. Cek Valf

Akışın geçmesine bir yönde müsaade edip diğer yönde etmeyen valftir. Geri döndürmez valf diye bilinir. Ya bilyalı ya da kapakçıklı tipli olarak imal edilirler. İlk anda bir yay kapakçığı geçiş kesitine doğru iter. Sol taraftan gelen havanın basıncı yay kuvvetini yendiğinde eleman sağa doğru itilir ve hat açılır. Sağ taraftan hava verildiğinde hava basıncı ve yay kuvveti nedeniyle geçiş kesiti kapatılır.

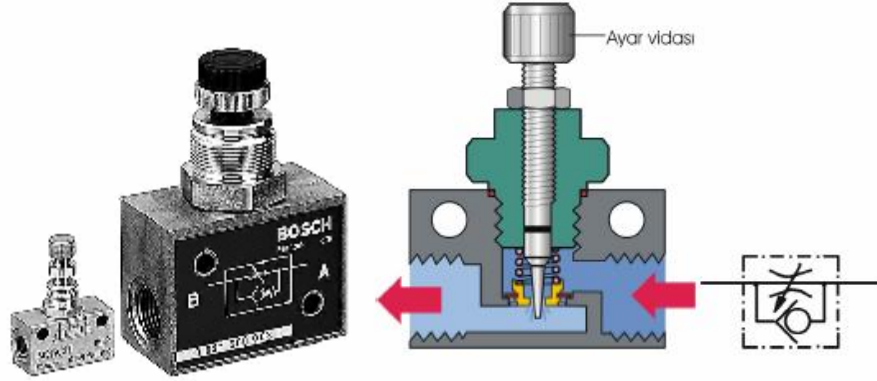


Şekil 1.34: Cek valf

1.2.7.6. Akış Kontrol Valfleri

Ø Hız Ayar Valfi

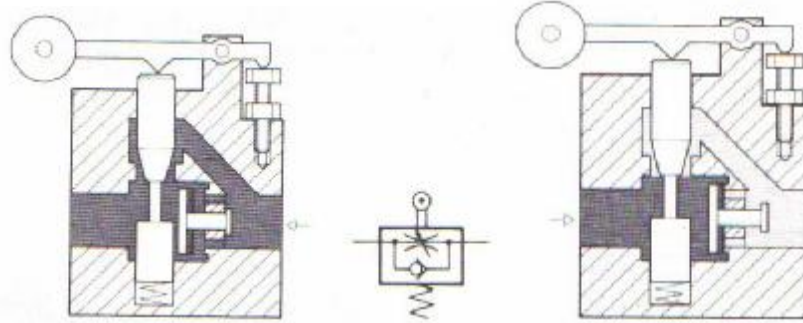
Bünyesinde bir çek valf bulunduğu için tek yönde geçiş kesitini daraltarak, çalışma elemanının hızını denetleyen elemandır. Cek valfin geçişe müsaade etmediği yönde akışkan bir ayar vidası ile ayarlanabilen kısma kesitinden geçmeye zorlanır. Ters yönde akış halinde çek valf açılır ve herhangi bir kısma olmadan akışkan yoluna devam eder.



Şekil 1.35: Akış kontrol valfi

Ø Hız Azaltma Valfi

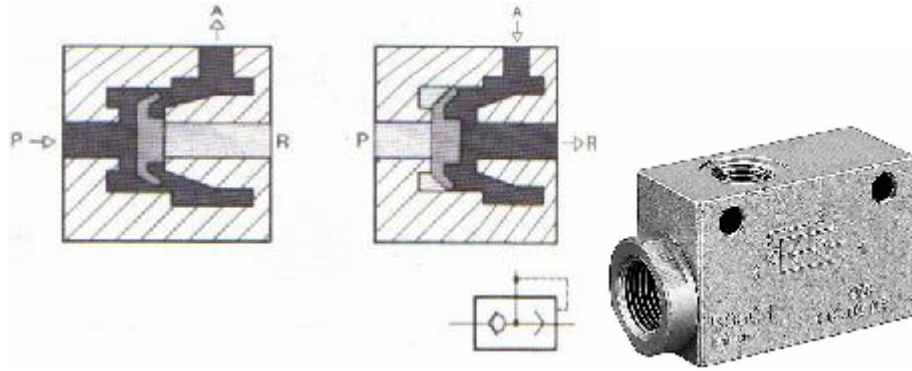
Bu valf tek etkili ve çift etkili silindirlerde strokun herhangi bir noktasında hız ayarı yapılmak istendiği zaman kullanılır. Çift etkili silindirde bazen büyük kütlelere kumanda edildiğinde yastıklama amacıyla kullanılabilir. Bunun için piston koluna yerleştirilmiş bir kam mekanizması valfin makarasına basar ve bu da gövdesine konik bir form verilmiş olan ayar sürgüsünü aşağı doğru iter. Böylece istenen hız ayarı yapılmış olur. Kamın makaraya basma boyu veya makaranın sürgüye basma boyu değiştirilerek ayar yapma imkânı elde edilir. Valf bünyesindeki çek valf sayesinde ancak bir yönde hız ayarı yapılabilir.



Şekil 1.36: Hız azaltma valf

Ø Çabuk Egzoz Valfi

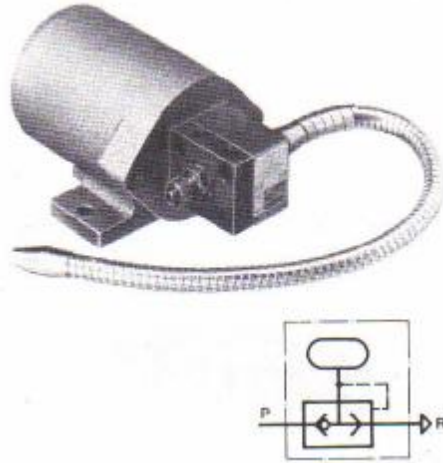
Silindirlerde hız arttırmak amacıyla kullanılır. Bazı uygulamalarda silindirin geri dönüşünde bir iş yapılmaz ve bu ölü zamanın kısaltılması istenir. Çabuk egzoz valfi silindire çok yakına bir yere monte edilir. Böylelikle silindirdeki hava yön denetim valfi üzerinden değil de çabuk egzoz valfi üzerinden tahliye olur. Valfin P, A, R gibi üç tane bağlantı deliği mevcuttur. A hattı silindire bağlanır. R hattı atmosfere açıktır. P hattından basınçlı hava verildiğinde iç kısımdaki hareketli sızdırmazlık elemanı R deliğini kapatır, silindire hava dolar. Geri dönüşte A hattında basınçlı hava vardır. Hareketli sızdırmazlık elemanı bu defa P hattını kapatarak silindir içindeki havanın çabucak R deliğinden tahliye olmasını sağlar.



Şekil 1.37: Çabuk egzost valfi

Ø İmpuls Ejektör (Ani Hava Üfleyicisi)

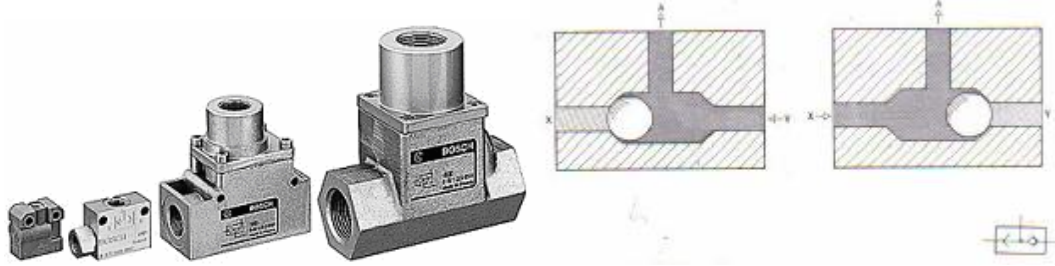
Basınçlı hava uzun zamandan beri endüstride üfleme ve bant dışına itme problemlerinde kullanılmaktadır. Bunun için büyük bir hava sarfiyatı söz konusudur. Bu yüzden bu tür problemlerin çözümünde İmpuls Ejektör kullanılmaya başlanmıştır. Böylelikle hava sarfiyatı da minimuma indirilmiş olur. İmpuls Ejektör'ün bir hava deposu bir de çabuk egzoz valfi vardır. Valfin doldurulmasında normalde açık 3/2 valf kullanılır. Devrede basınçlı hava varsa bu valf sayesinde İmpuls Ejektör'ün deposu dolacaktır. 3/2 valfin konum değiştirmesi ile birlikte doldurma basıncının değerine bağlı olarak depodaki hava hızla R hattından boşalacaktır.



Şekil 1.38: İmpuls enjektör

Ø Veya Valfi

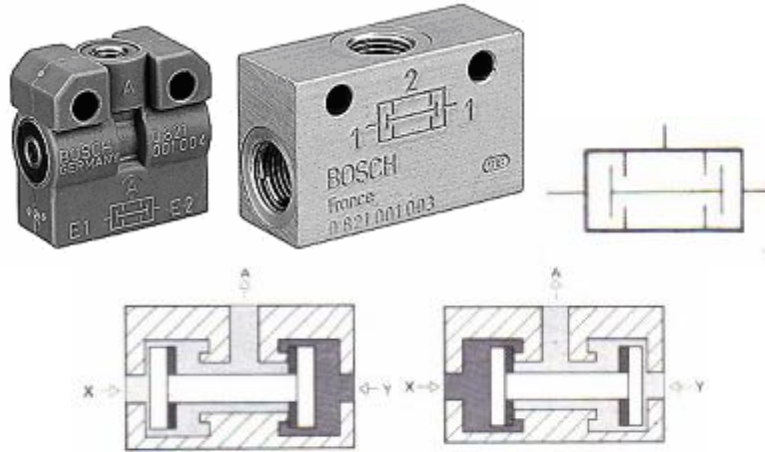
Pnomatik devrelerde mantık işlemlerinde kullanılan bir valftir. Üzerinde üç tane hava bağlantı deliği vardır. Bunlardan X ve Y giriş delikleri, A ise çıkış deliğidir. Valfin yapısı gereği ister X'ten ister Y'den hava verilsin A hattından bir çıkış alınabilir. Yani giriş deliklerinden bir tanesinden hava sinyalinin verilmiş olması A hattından çıkış almak için yeterlidir.



Şekil 1.39: Veya valfi

Ø Ve Valfi

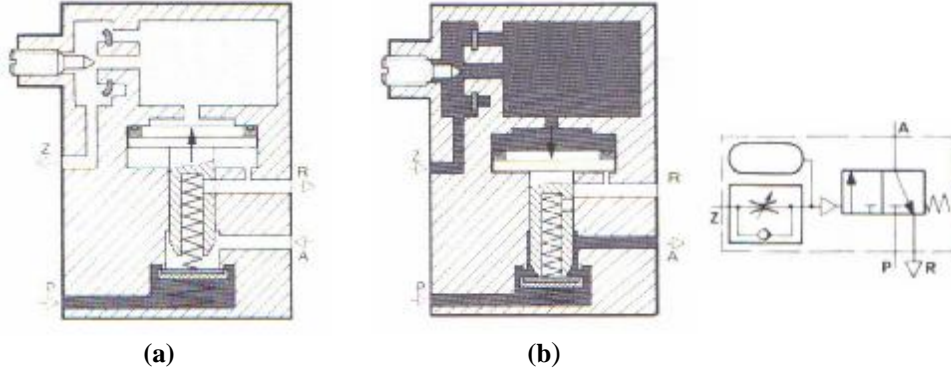
Bu mantık valfinin de üç hava bağlantı deliği vardır. X, Y giriş, A ise çıkış deliğidir. Ancak A hattından hava çıkışı alabilmek için X ve Y hattından aynı anda hava girişi olmalıdır. Eğer sadece X'de hava varsa valfin içindeki hareketli eleman X ile A'nın irtibatını kestiği için A hattından çıkış alınamayacaktır. Bu esnada Y'den de hava verilecek olursa ancak A hattından çıkış elde edilecektir. Aynı durum Y hattı için de söz konusudur.



Şekil 1.40: Ve valfi

Ø Zaman Rölesi

Bu valf bir 3/2 yön denetim valfi, bir hız ayar valfi ve bir de depodan meydana gelir. Normalde açık veya normalde kapalı tipleri vardır. Şekil 1-41-a'da normalde kapalı bir zaman rölesi görülmektedir. P hattından gelen hava ilk anda A hattına geçmemektedir. Z hava uyarı hattından hava verildiği zaman gelen hava önce bir kısma valfinden geçer, daha sonra depoyu doldurur. Böylece valfe konum değiştirecek hava uyarı basıncının oluşumu belli bir süre geciktirilmiş olur. Bu gecikmenin süresi hava basıncının değerine, kısmının şiddetine ve deponun boyutuna bağlıdır. Z hattındaki hava uyarısı kesilince içerideki hava çek valf üzerinden geçerek hemen tahliye olur, valfin kapalı konuma geçmesi de derhal gerçekleşir. Şekil 1-41-b'de ise normalde açık bir zaman rölesi görülmektedir. Burada Z hava uyarısı verildikten bir süre sonra valf konum değiştireceğinden P ile A'nın irtibatı da bir süre sonra kesilecektir. Z uyarısı ortadan kalktığında valf hemen konum değiştirecek P ile A'nın irtibatı da hemen sağlanacaktır.

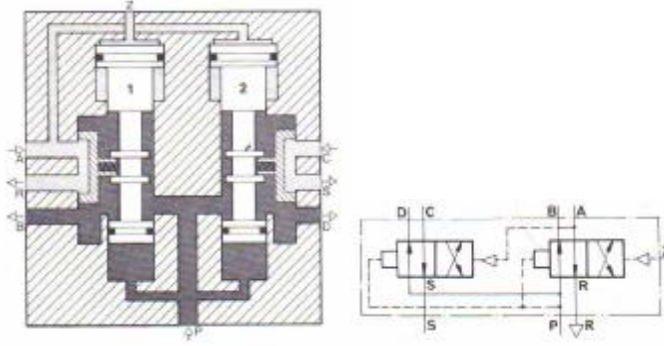


Şekil 1.41: (a) Normalde kapalı zaman rölesi (b) Normalde açık zaman rölesi

1.2.6.7. Özel Valfler

Ø Hava Uyarılı 8 Yollu Valf

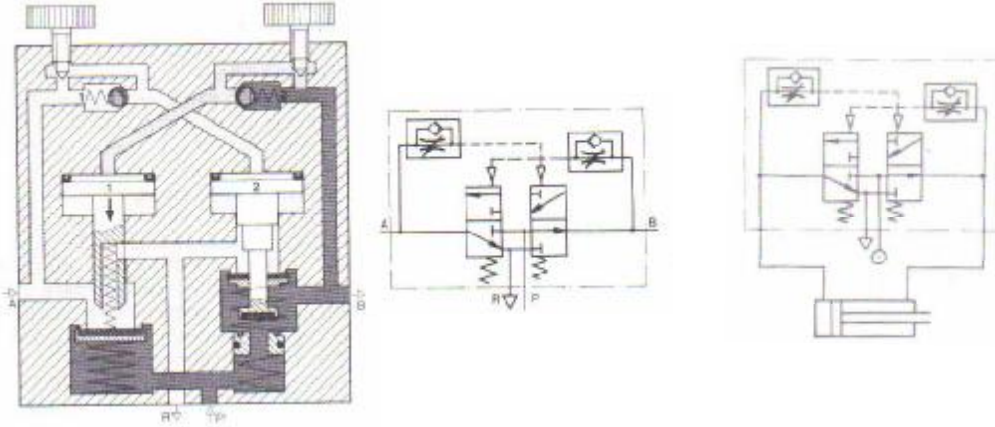
Bu valf bant sürücünün kumandasında kullanılır. Yapısında iki adet 4/2 yön denetim valfi mevcuttur. Valflerin sürgülerinin iki tarafındaki etkiye yüzeyleri farklıdır. Z hava uyarısı ilk anda yoktur. P hattından gelen hava hem her iki sürgünün alt kısmında hem de B ve D hatlarında hissedilir. A ve C hatları R ve S üzerinden tahliyeye açıktır. Bu sayede ilk anda D hattı sıkıştırma silindirine, B hattı ana silindirin piston kolu tarafına havanın gitmesini sağlamaktadır. Z hava uyarısı verildiğinde 1 Nu'lu sürgü alan farkı nedeniyle aşağı doğru hareket eder ve P hattı A'ya yani sürme silindirine bağlanırken B'deki hava R'den tahliye olur. A hattına hava gelir gelmez öncelikle transport silindirinin çenesinin sıkması sağlanır ve basınç oluştuğunda 2 Nu'lu sürgünün üzerindeki kuvvetin artması gerçekleşir, bu sürgü de aşağı iner. Bu takdirde D'deki hava S üzerinden tahliye olurken C hattına yani ana silindirin piston tarafına hava verilir, bant ötelenmiş olur. Z hava uyarısı kesilirse önce 1 Nu'lu sürgü yukarı kalkar, daha sonra 2 Nu'lu sürgü hareket eder. Böylece önce sürme çenesi çözülür daha sonra ana silindir geri çağırılır.



Şekil 1.42: 8 yollu valf

Ø Vibrasyon Valfi

Yapısında bir adet 3/2 normalde kapalı, bir adet normalde açık 3/2 yön denetim valfi ile iki adet hız ayar valfi bulunur. İlk anda P hattı B hattına açıktır. A hattı ise R'den tahliyeye açıktır. B hattındaki hava dahili bir kanalla 1 Nu'lu sürgünün üzerine etkir. Ancak arada bir kısma valfi olduğu için bu sürgüyü aşağı doğru itecek basınç hemen oluşamaz. Yeteri kadar basınç oluştuğunda sürgü aşağı iner, A hattına hava verilirken, R irtibatı kapanır. A hattındaki hava hız ayar valfinden geçerek 2 Nu'lu sürgüyü aşağı iter. Böylece P ile B hattının irtibatı kesilir. B deki hava R'den tahliye olur. B'deki hava tahliye olunca 1 Nu'lu sürgünün üzerindeki etki ortadan kalkar ve bu sürgü yukarı kalkar. A hattındaki hava R'den tahliye olur. Bu takdirde 2 Nu'lu sürgü üzerindeki etki de kalkar yeniden B hattına hava verilir. Valfin bu özelliği çift etkili bir silindirin vibrasyon hareketinde kullanılabilir. Hız ayar valflerinin ayar değeri değiştirilerek değişik vibrasyon strokları alınabilir.



Şekil 1.43: Vibrasyon valfi ve çift etkili silindire uygulaması

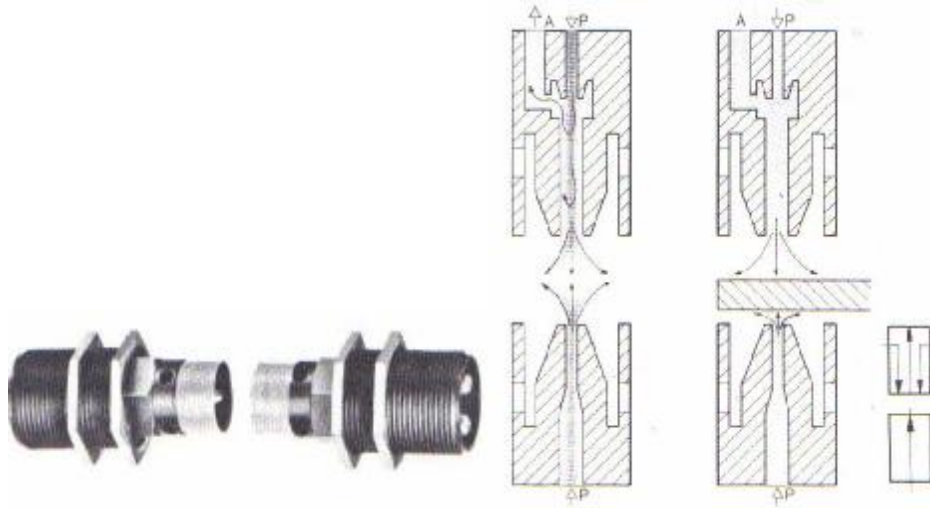
1.2.6.8. Diğer Devre Elemanları

Ø Temassız Sinyal Vericiler

Tezgah ve otomatik çalışan aparatlarda insan ve makine için yeni bir takım koruyucu emniyet talepleri ortaya çıkmaktadır. Bu talepleri karşılamak için temassız sinyal verebilen elemanlar tercih edilmeye başlanmıştır. Bunların basınçlı hava ile çalışanlarına pnomatik duyurga denir. Duyargalarda nemsiz, iyi filtre edilmiş, yağsız hava kullanılır.

Ø Alıcı-Verici Tip Duyurga

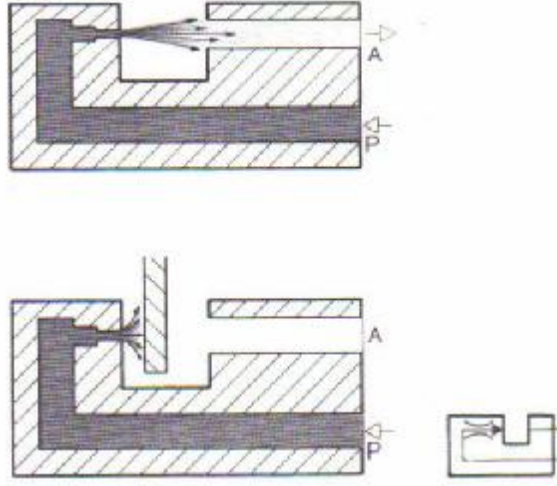
Bu duyarganın alıcı ve verici olmak üzere iki elemanı vardır. Her iki elemanın da P hatları nemsiz, yağsız hava ile beslenir. Besleme basıncı 0,1-0,2 bardır. Hava tüketimi $Q=0,5-0,8$ m³/saat'tir. Havanın kalitesini artırmak için eleman girişinden önce bir filtre ve düşük basınç regülatörü kullanılır. İyi bir çalışma için iki eleman arasındaki mesafe 100 mm'yi geçmemelidir. Başlangıçta alıcı ve verici duyargadan karşılıklı olarak hava üflenir. Hava katmanlarının karşılaşması sonucu alıcı duyarganın A hattından çok düşük bir çıkış sinyali alınır. (5m bar) Bu sinyal bir yükselticide daha yüksek basınçlı hava sinyaline dönüştürülür. Eğer alıcı ve verici arasına bir engel girecek olursa A hattındaki sinyal beslemesi kesilir. Bu yüzden mümkün mertebe bir koruyucu ile muhafaza edilmelidir.



Şekil 1.44: Alıcı-verici tip duyurga ve kesiti

Ø Kesilebilir Jet Duyurga

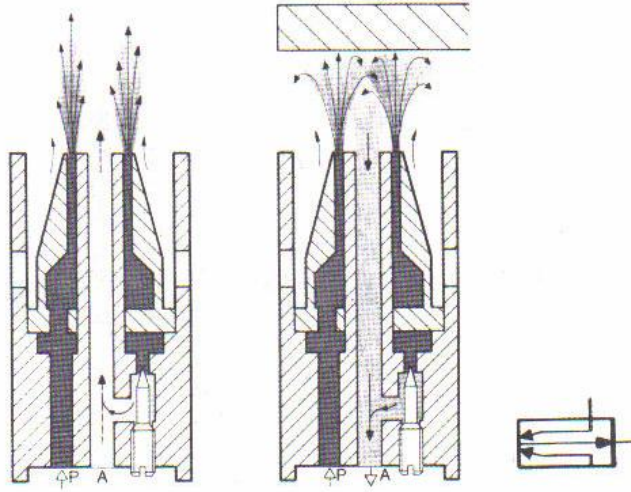
Şekil 1.45'te böyle bir duyurga gösterilmektedir. P hattından sürekli basınçlı hava beslemesi vardır. Hava bir kısma kesitinden geçerek A deliğinden dışarı üflenir. Dolayısıyla çok küçük bir hava çıkış sinyali alınır. Eğer duyarganın ağzına bir engel gelecek olursa A hattındaki besleme kesilir. Bu durum sistemde değerlendirilir. Besleme basıncı 0,1-8 bar olabilir. Eleman girişi için müsaade edilebilir max. aralık 5 mm'dir.



Şekil 1.45: Kesilebilir jet duyarga

Ø Refleks Duyarga

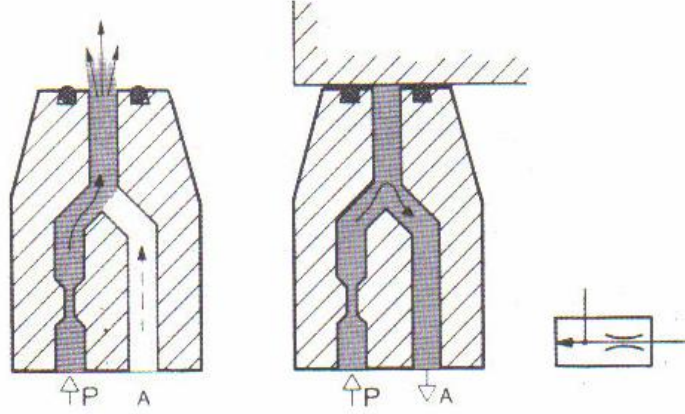
Bu duyarga alıcı verici tip duyarganın çalışma ilkesine göre çalışır. Her iki elemanda aynı gövde içerisine monte edilmiştir. P hattından gelen hava bir kısma valfinden geçerek dışarı üflenir. Duyarganın önüne bir engel gelecek olursa A hattından geriye doğru küçük basınç değerinde bir çıkış sinyali alınır. Engel ile duyarga arasındaki mesafe en çok 5-6 mm olabilir. Özel tiplerde 20 mm'ye çıkabilir.



Şekil 1.46: Refleks duyarga

Ø Geri Basınç Duyargası

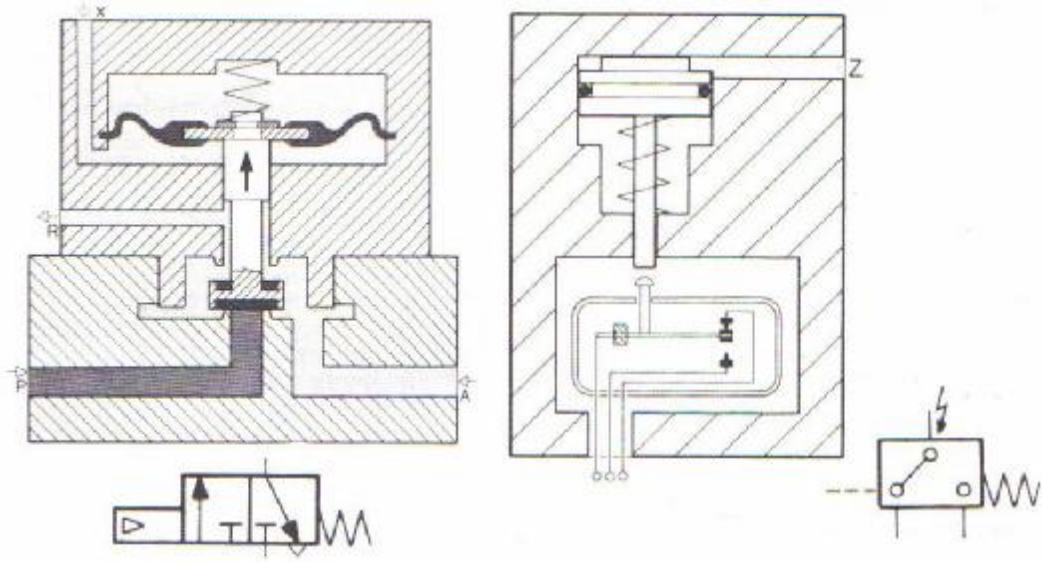
P hattından sürekli hava beslemesi yapılır. Besleme basıncı 0,1-8 bar olabilir. Hava bir kısma kesitinden geçerek atmosfere üflenir. Duyarganın önüne bir engel gelecek olursa basınçlı hava A hattından geri döner ve besleme basıncına eşit bir çıkış sinyali alınır. Son nokta kontrolü ve konum kontrolünde rahatlıkla kullanılır.



Şekil 1.47: Geri basınç duyargası

Ø Yükseltici

Duyargalardan alınan hava çıkış sinyalinin normal çalışma basıncına çevrilmesinde kullanılır. Normalde açık veya kapalı 3/2 yön denetim valfi ve hava uyarı hattında büyük yüzeyli bir diyaframdan oluşur. Valfin x hattından duyarga sinyali gönderilir. Gelen hava sinyalinin basınç olarak değeri çok küçüktür. Ancak bu sinyalin etkiye yüzeyi diyafram yüzeyi olduğundan valfe konum değiştirmek için yeterlidir. x hattında uyarı olduğu sürece valf konumunu muhafaza eder.



Şekil 1.48: Tek kademeli yükseltici ve basınç anahtarı

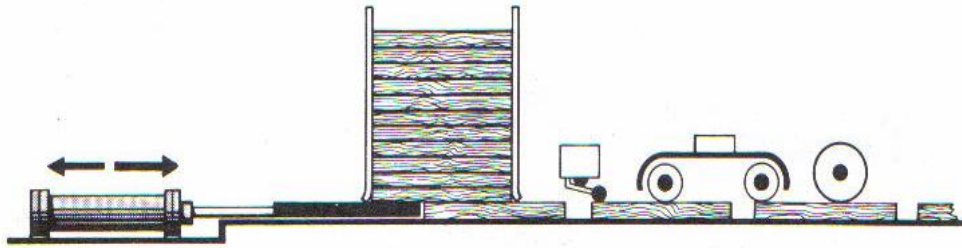
Ø Basınç Anahtarı

Basıncı hava sinyalini elektrik sinyaline dönüştüren bir elemandır. Z uyarı hattında verilen hava uyarısının basıncı ayarlanan bir değere geldiğinde alt kısmındaki bir mikro anahtarı tetikleyebilir. Bu sayede bir elektrik anahtarı kapatılabilir. Çalışma basıncı 0,6-10 bar olabilir.

1.3. Çalışır Sistemlerden Şema Çıkarmak

1.3.1. Problemin Tanımlanması

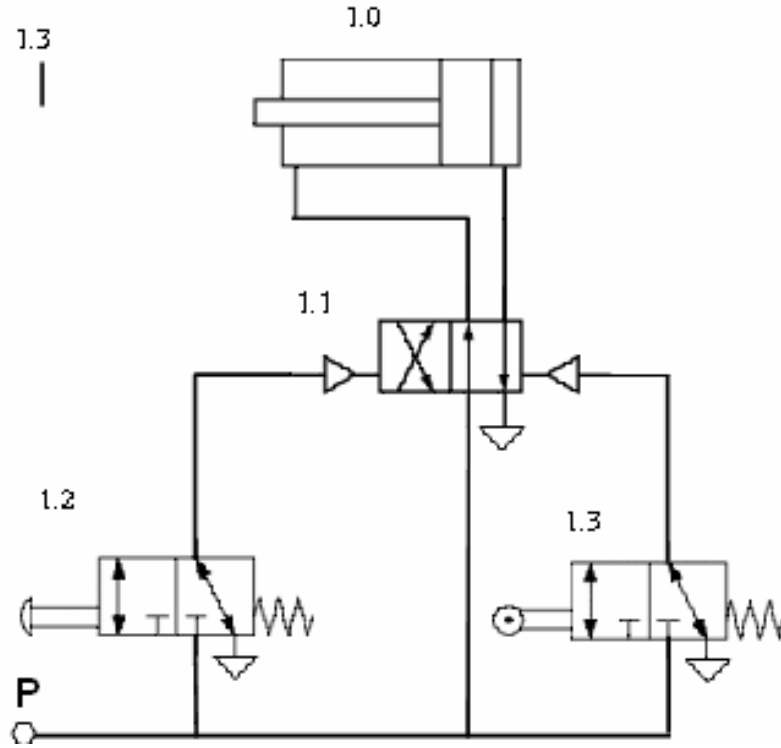
Problem 1



Şekil 1.49: Problem 1 devresi

Bir düğmeye basıldığında parçalar, piston ucuna takılmış olan bir aparat ile besleme kanalından alınırlar. Piston son konumuna ulaştıktan sonra otomatik olarak geri dönmelidir.

Ø Kumandanın Yapısı



Şekil 1.50: Problem 1'in kumanda yapısı

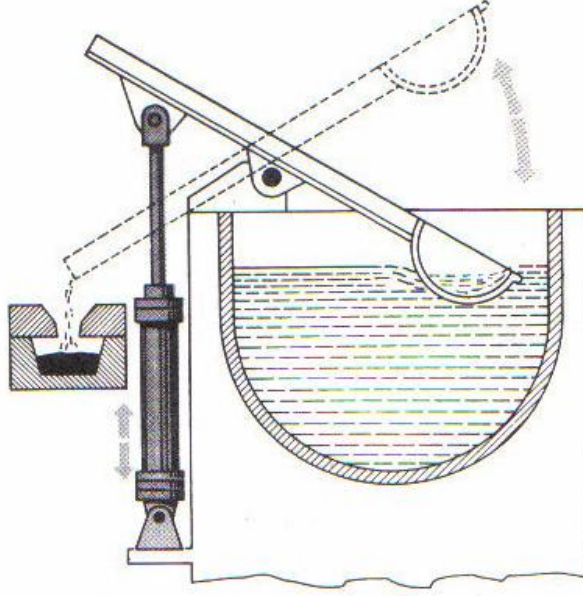
Ø Programın Yapısı

Devrede 1.2 Nu'lu geri dönüşü yaylı butona basıldığında, 1.1 Nu'lu 4/2 yön denetim valfi kumanda edilecek ve buna bağlı olarak 1.0 Nu'lu piston ileri yönde hareket edecektir.

Piston kolu son konumunu aldığı anda 1.3 Nu'lu sınır anahtarına temas edecek, bu durum sınır anahtarının 1.1 Nu'lu 4/2 yön denetim valfini etkilemesini sağlayacaktır. 1.1 Nu'lu yön denetim valfinin etkilenmesi sonucu bu valf konum değiştirecek ve piston kolu geri yönde hareket edecektir.

Bu durum 1.2 Nu'lu butona her basılışta tekrar edecektir. Dolayısıyla piston ileri geri yönde hareket edecektir. (A+,A-)

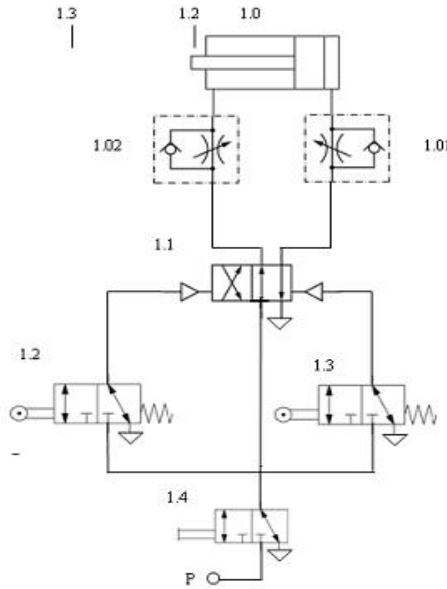
Problem 2



Şekil 1.51: Problem 2 devresi

Start valfine basıldığı anda, çift etkili bir silindirin piston kolu otomatik olarak ileri-geri hareket edecek hava kesildikten sonra hareket duracaktır. Piston kolunun ileri ve geri hareketinde hızı ayarlanabilecektir.

Ø Kumandanın Yapısı



Şekil 1.52: Problem 2'nin kumanda yapısı

Ø Programın Yapısı

1.4 Nu'lu oturmali Tip valfe basıldığında devreye hava verilmiş olur. 1.2 Nu'lu sınır anahtarı pistonun ileri yönlü hareketini (A+), 1.3 Nu'lu sınır anahtarı ise pistonun geri yönlü hareketini (A-) sağlar. Bu durum 1.2 ve 1.3 Nu'lu sınır anahtarlarının 1.1 Nu'lu 4/2 yön denetim valfine konum değiştirmesi ile gerçekleşir. Başlangıçta piston kolunun konumu belirsizdir. 1.1 Nu'lu yön denetim valfi hangi sınır anahtarının etkisinde ise piston o sınır anahtarının etkilediği yönde hareket edecektir. 1.0 Nu'lu pistonun ileri-geri yönlü hareketi (A+,A-) 1.4 Nu'lu oturmali tip valf kapatılana kadar devam edecektir.

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">Ø Sistemin projesini ve çalışma diyagramını incelemekØ Projeye uygun malzeme listesi çıkartmakØ Varsa projedeki elemanların karşılıklarını tespit etmek	<ul style="list-style-type: none">Ø Sistemin giriş ve çıkışlarını kontrol ediniz.Ø Sistemin ihtiyaçlarını doğru tesbit ediniz.Ø Projeyi şekillendirirken malzeme listesine dikkat ediniz.Ø Malzeme listesini sistemin gereklerine karşılık gelecek şekilde hazırlayınız.Ø Projedeki elemanlarının karşılıklarını doğru tespit ediniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Pnmatik sistemlerde basınçlı hava aşağıdakilerden hangisinden karşılanır?
A) Filtre
B) Regülatör
C) Kompresör
D) Yağlayıcı
2. Bir pnmatik sistemde, kompresör havası, aşağıdaki amaçların hangisi için kuvvet sağlar?
A) Kompresörü soğutmak,
B) İş yapmak,
C) Çiğ noktasını kontrol etmek,
D) Cihaz ve aletleri yağlamak
3. Basınçlı hava depolarının sağladığı yararlar aşağıdakilerden hangisidir?
A) Basınç dalgalanmalarını önler.
B) Basınçlı havayı soğutur.
C) Ek bir yüzey sağlar ve buy olla nemin yoğunlaşarak ayrılmasını sağlar.
D) Hepsi.
4. Pnmatik sistemde, yağlama cihazının yerleştirilmesi için en uygun nokta aşağıdakilerden hangisinden sonradır?
A) Hava tankı,
B) Ayarlayıcı,
C) Soğutucu,
D) Kompresör
5. Pnmatik sistemlerde ana boru şebekesinde boru içindekiakış hızı hangi aralıkta olmalıdır?
A) 4-6 m/s
B) 2-4 m/s
C) 6-10 m/s
D) 10-12 m/s
6. Basınç kaynağı ile alıcı arasındaki basınç düşümü maksimum kaç bar olabilir?
A) 0,1 bar
B) 0,2 bar
C) 0,5 bar
D) 1 bar

7. Dağıtım şebekesinde basınç kaynağı ile kullanıcı arasında % kaç eğim bulunmalıdır?
A) % 1-2
B) % 2-3
C) % 3-4
D) % 4-5
8. Çabuk bağlanıp çözülebilen ve çözüldüğünde hava kaçırmayan rakorlara ne denir?
A) Valf
B) Çek Valf
C) Çabuk Bağlantı Rakoru
D) Hız Ayar Valfi
9. Filtre, regülatör ve yağlayıcıdan oluşan elemana..... denir
10. Basınçlı hava içindeki yabancı maddeler ile suyun ayrılması amacıyla kullanılan elemana denir.
11. Pnömatik sistemlerde kullanılan havanın bir miktar yağlanması sağladığı yararlar nelerdir?
A) Aşınmaları en aza indirir.
B) Sürtünmeler nedeniyle oluşan kayıpları en aza indirir.
C) Korozyona karşı koruma sağlar.
D) Hepsi
12. Basınçlı hava enerjisini doğrusal itme veya çekme hareketine çeviren araçlara denir.
13. Her iki tarafında yataklanmış piston kolu olan silindir çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Çift milli silindir
B) Tek etkili silindir
C) Çift etkili silindir
D) Tandem silindir
14. Aynı gövde içinde birbirine bağlı 2 adet çift etkili silindirin bulunduğu silindir çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Çift milli silindir
B) Tek etkili silindir
C) Çift etkili silindir
D) Tandem silindir
15. Aynı gövde içerisinde arka arkaya monte edilmiş en az 2 adet çift etkili silindirden oluşan silindir çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Çift milli silindir
B) Çok konumlu silindir
C) Çift etkili silindir
D) Tandem silindir

16. Pnmatik sistemlerde çalışma elemanlarının hareketini denetleyen elemana denir.
17. Akışın geçmesine bir yönde müsaade edip diğer yönde etmeyen valfe.....denir.
18. Aşağıdakilerden hangisi alıcıların hızlarını ayarlamak için kullanılır?
A) Hız kontrol valfi
B) Yön kontrol valfi
C) Basınç kontrol valfi
D) Akış kontrol valfi
19. Aşağıdaki elemanlardan hangisini kullanarak, bir pnmatik silindir içindeki darbeler önlenir?
A) Durdurma takozları,
B) Hava kontrol valfleri,
C) Yastıklama sistemi,
D) Sıkıştırma yayları
20. Aşağıdaki elemanların hangisi, bir pnmatik silindirin daha uzun bir hizmet ömrüne sahip olmasını sağlar?
A) Bronz parçalar,
B) Yağlama,
C) Kösele piston keçeleri,
D) Dökme demir piston kolları.
21. Aşağıdakilerden hangisi kompresör çeşidi değildir?
A) Vidalı
B) Tamburlu
C) Pistonlu
D) Rotorlu
22. Pnmatik motordan ne tür bir enerji elde edilir?
A) Potansiyel enerji,
B) Pnmatik enerji,
C) Mekanik enerji,
D) Akışkan enerjisi.
23. Bir pnmatik motorda dönme yönünün değiştirilmesi, hangi unite veya işlem aracılığıyla sağlanır?
A) Dişlilerin dönme yönünün değiştirilmesi
B) Çift yönlü kavrama
C) Çift yönlü piston
D) Hava akış yönünün tersine çevrilmesi

24. İş yaptıktan sonra, bir valf içinden geçerek sisteme geri dönen hava genellikle nereye yönlendirilir?
- A) Kompresöre,
 - B) Tanka,
 - C) Atmosfere,
 - D) Son soğutucuya.

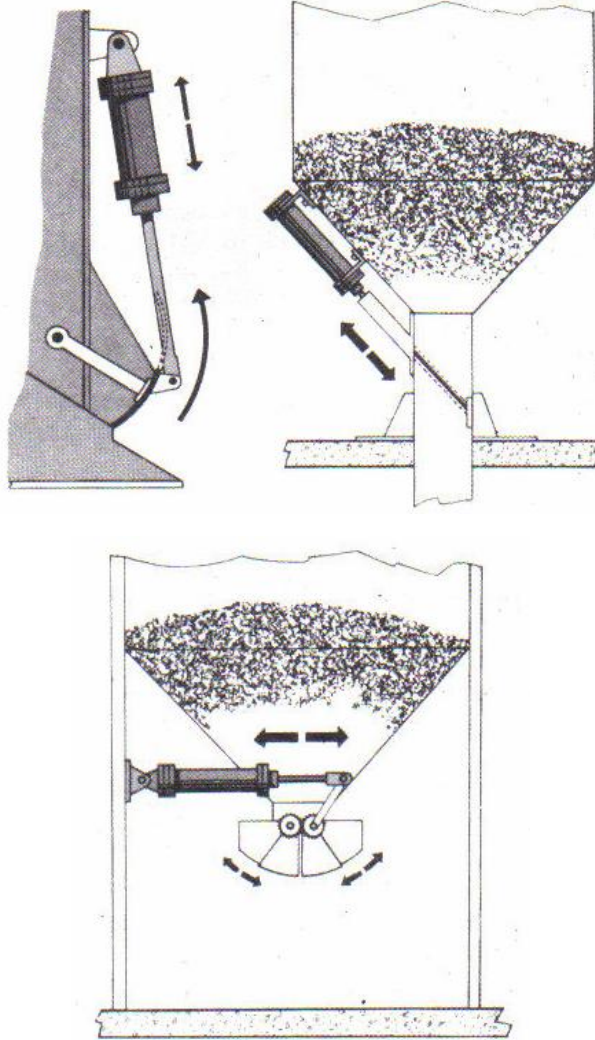
DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

PEROFRMANS TESTİ

Ø Problem

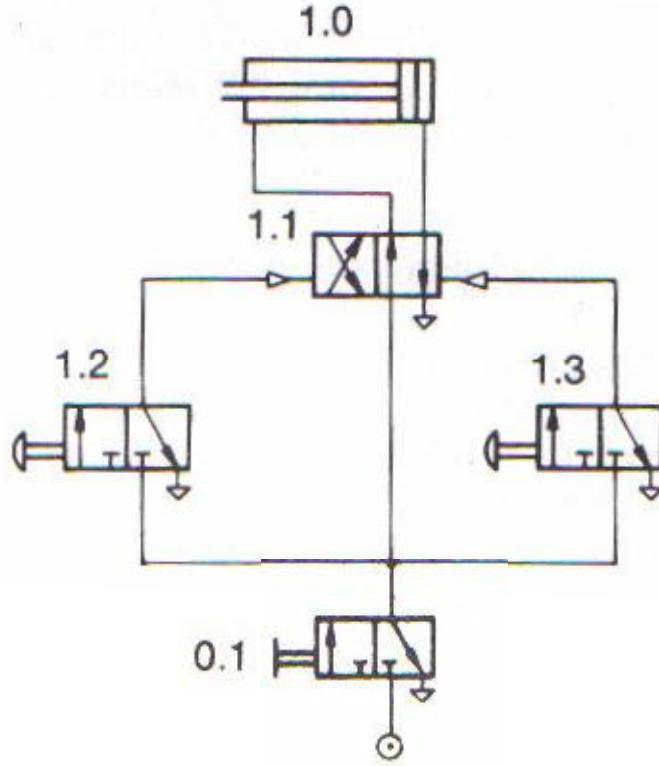


Çift etkili silindirin piston kolu elle veya ayakla kumanda verildikten sonra, ileriye doğru hareket etmektedir. Piston kolu son konuma ulaştıktan sonra, elle veya ayakla kumanda verildikten sonra tekrar ilk konuma dönmektedir. (Çift etkili silindirin start valfleri ile ileri geri hareketi)

Yukarıda açıklanan şekilde çalışmayı gerçekleştiren pnomatik devreyi çiziniz. Programın yapısını açıklayınız.

Ø Çözüm

- Kumandanın Yapısı



- Programın Yapısı

Şekildeki devrede 0.1 valfine basıldığında devrenin çalışması için gerekli hava sağlanmış olur. 1.2 valfine basıldığında 1.0 Nu'lu çift etkili silindir ileri yönde hareket edecek, 1.3 Nu'lu valfe basıldığında ise 1.0 Nu'lu çift etkili silindir geri yönde hareket edecektir. Her iki durumda da piston ileri ya da geri konumunu koruyacaktır.

DEĞERLENDİRME

Soruları yanlış cevaplamışsanız konuyu tekrar gözden geçiriniz. Soruları hatasız bir şekilde çözümleyinceye kadar tekrar işlemi yapınız. Soruların tamamı doğru cevaplanmış ise diğer öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Ø Pnematik sistemlerin tasarımını yapıp, tasarladığınız pnematik sistemi normlara uygun çizebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

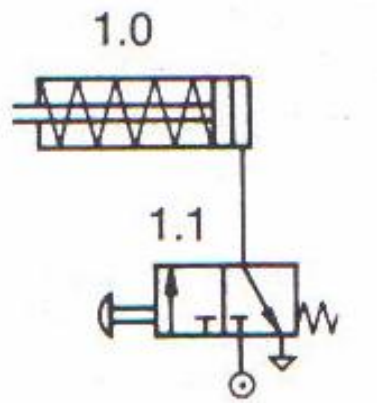
- Ø Pnematik malzeme satan ya da üreten firmalardan ilgili internet adreslerinden bu malzemeleri içeren katalog ve doküman toplayınız ve sınıfa rapor halinde sununuz.
- Ø Üretim yapan işletmeleri gezerek pnematik malzemelerin kullanım alanlarını belirleyiniz ve sınıfa rapor halinde sununuz.

2. PNOMATİK DEVRE TASARIMI YAPMAK

2.1. Kontrol Teknikleri ve Çeşitlerinin İncelenmesi

2.1.1. Konuma Bağlı Kontrol

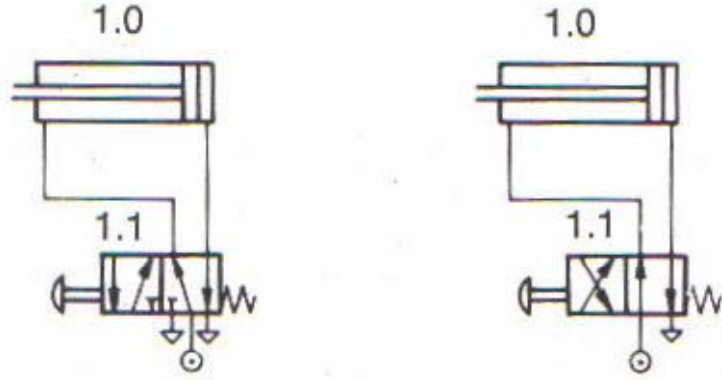
- Ø Tek Etkili Bir Silindirin Denetimi



Şekil 2.1: Tek etkili silindirin denetimi

Bu denetim işlevi için 3 yollu bir valf silindirin geri dönüşünde piston tarafındaki havayı tahliye etmek için kullanılır.

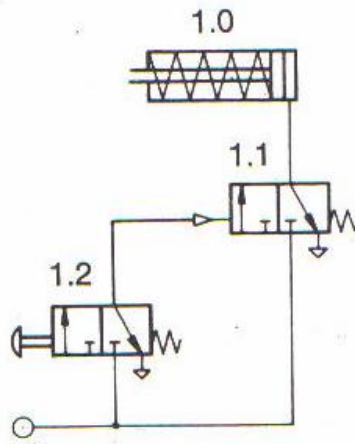
Ø Çift Etkili Bir Silindirin Denetimi



Şekil 2.2: Çift etkili silindirin denetimi

Burada 4 yollu veya 5 yollu bir valf kullanılabilir. 5 yollu valf kullanıldığında ileri ve geri hareketteki egzost havalarını ayrı ayrı tahliye etmek mümkündür (Hız ayarı).

Ø Tek Etkili Silindirin İndirekt (Dolaylı) Denetimi



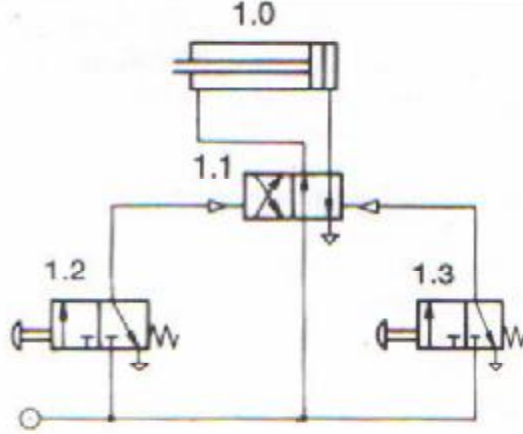
Şekil 2.3: Tek etkili silindirin indirekt (dolaylı) denetimi

Şekildeki devre özellikle büyük çaplı ve uzun stroklu silindirlerin kontrolü için avantaj sağlar.

1.1 valfi indirekt olarak 1.2 valfi tarafından kumanda edildiği için 1.1 valfi silindirin kapasitesinde seçilir, sinyal elemanı 1.2 ise küçük boyutlu seçilebilir. Yön valfi ile sinyal elemanı arasındaki bağlantı küçük çaplı bir boru ile yapılır. Sonuçta sinyal elemanının fiziksel boyutunun küçük olması ve anahtarlama zamanının azalması avantajı elde edilir.

Ø Çift Etkili Bir Silindirin İndirekt (Dolaylı) Kontrolü

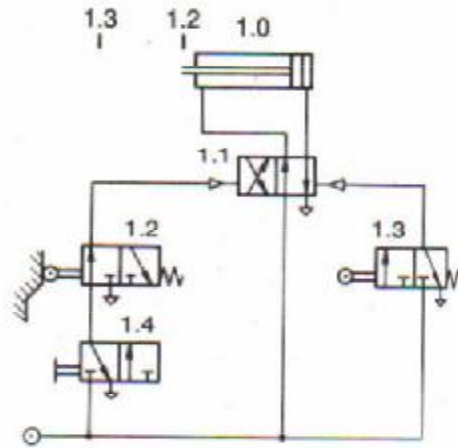
Bu devrede doğrudan denetim olasılığı yoktur. Aslında 1.2 ve 1.3 valfleri silindire bağlandığında pistonun ileri ve geri hareketini sağlayabilirler. Fakat, strok sonlarında hava tahliye edildiği için piston sabit kalmayabilir. Bu nedenle bir silindirin doğrudan ve dolaylı denetimi birbirinden ayırt edilmelidir.



Şekil 2.3: Çift etkili bir silindirin indirekt (dolaylı) kontrolü

Doğrudan denetim eğer silindirin hacmi çok büyük değil ve işlem tek sinyal elemanı ile denetlenebilirse kullanılır. Dolaylı denetim impuls kontrolü olarak da bilinir. Kullanılan denetim elemanı, uyarı hatlarına basınç uygulandığında konumunu değiştirir. Valfin konumunu değiştirmek için bir impuls yeterlidir. Sürtünme kuvvetinin yardımıyla valf bu yeni konumunu korur. Bu tip bir valf impuls valf olarak da bilinir. (Bellek karakteristiği olan valf)

Ø Makaralı Valf Kullanarak Çift Etkili Bir Silindirin Sürekli Gidiş Gelişi



Şekil 2.4: Makaralı valf kullanarak çift etkili bir silindirin sürekli gidiş geliş

Geri konumda 1.4'e basıldığında ileri hareket için bir sinyal sağlanır. Hareketin durdurulması için 1.4'ün havasının kesilmesi gerekir.

ÖZET

Yön denetim valflerinin uygulama ve kullanım alanları;

İki yol işlevi: Sadece açma kapama problemleri için

Üç yol işlevi: Tek etkili silindirlerin denetimi, basınç uygulayarak konumu değiştirilen valflerin denetimi, ayrıca genel bir işlemi başlatmak için bir sinyal verilip sonra bunun aynı valften tahliye edilmesi gereken herhangi bir yerde kullanılabilir.

Dört yol işlevi: Çift etkili silindirlerin denetiminde ve sinyal bağlantı valfi olarak kullanılabilir.

Beş yol işlevi: 4 yol işlevinde olduğu gibidir. Fakat 2 tahliye hattı mevcuttur. (her bir çalışma hattı için bir tahliye) Bu tahliye hatları bağımsız olarak da kullanılabilir. (hız ayarı)

Doğrudan denetim: Denetim için tek sinyalin yeterli olduğu ve büyük hacimli silindirlerin denetimi söz konusu olduğunda kullanılır.

Dolaylı Denetim: Birçok sinyalin olduğu ve denetim elemanları ile sinyal elemanlarının birleştirilemediği yerlerde kullanılır.

İmpuls Denetim: Pnmatikte impuls valf olarak kullanılan elemanlar düşük maliyeti ve değeri yüksek denetim elemanları olarak kabul edilir.

Muhafaza Eden Kontrol: Sistemde belirli görevler yüklendiğinde (emniyet, belirli normal konumlar vs.) kullanılır. İmpuls denetim ile karşılaştırıldığında pahalıdır.

2.1.2. Hıza Bağlı Kontrol

Ø Hız Azaltma

Kısma valfleri kullanılarak gerçekleştirilir. Hareketin bir yönünde hız ayarı istenirse kısma valfine paralel olarak bir çek valf bağlanır. Eleman tipine bağlı olarak incelenebilecek 3 olasılık vardır:

- **Sabit Ayarlanamaz Kısma**



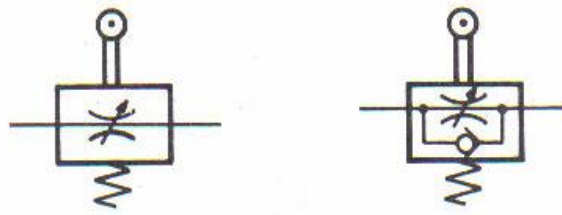
Şekil 2.4: Sabit kısma valfleri

- **Strok Boyunca Sabit Ayarlanabilir Kısma**



Şekil 2.5: Ayarlanabilir kısma valfleri

- **Strok Boyunca Sürekli Ayarlanabilir Kısma**



Şekil 2.6: Makaralı kısma valfleri

Kısma valflerinin yerleştirilmesine bağlı olarak iki hız ayar yöntemi vardır.

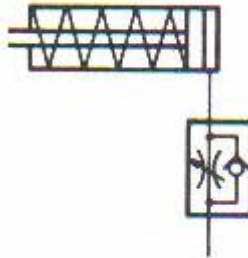
- Giriş havasının kısılması
- Tahliye havasının kısılması

Ø Hız Arttırma

Hız, bir çabuk egzost valfi kullanılarak arttırılabilir. Eğer sadece bu yeterli değilse valflerin boyutları, bağlantı hatlarının değiştirilmesi gibi diğer yöntemler uygulanmalıdır.

Ø Tek Etkili Silindirde Hız Ayarı

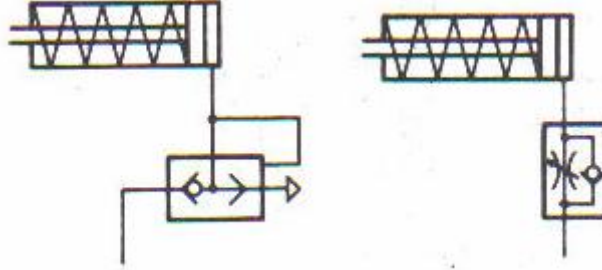
Tek etkili bir silindirde ilerleme hızı sadece giriş havası kısılarak değiştirilebilir. İlerleme anında tahliye olmadığı için çabuk tahliye valfi kullanılarak hız arttırmak imkânsızdır.



Şekil 2.7: Tek etkili silindirde ilerleme hızının ayarlanması

Ø Dönüş

Dönüş hızı ancak tahliye havasının kısılması ile sağlanır.



Şeki 2.8: Tek etkili silindirde hava kısılması

Geri dönüş hızının artırılması için çabuk tahliye valfinin kullanışı yukarıdaki şekilde gösterilmiştir.

Ø İlerleme ve Dönüş

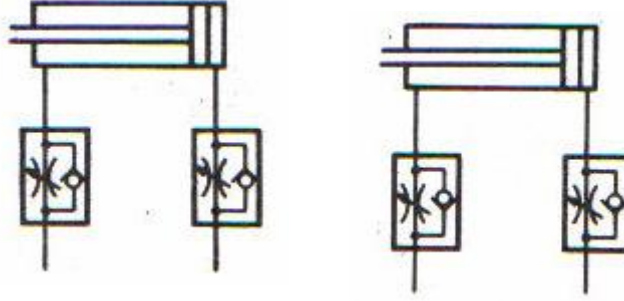
İlerleme ve dönüş hızları ayrı ayrı ayarlanabilir.



Şekil 2.9: İlerleme ve dönüş hızının ayarı

Ø Çift Etkili Silindirde Hız Ayarı

Çift etkili silindirlerde ileri ve geri harekette giriş ve çıkış havasının kısılması mümkündür. Aynı zamanda kat edilen yola bağlı olarak her iki yönde de makaralı hız ayar valfi kullanılarak hız ayarı yapmak mümkündür. Birer çabuk tahliye valfi her iki yönde de hız arttırabilir.



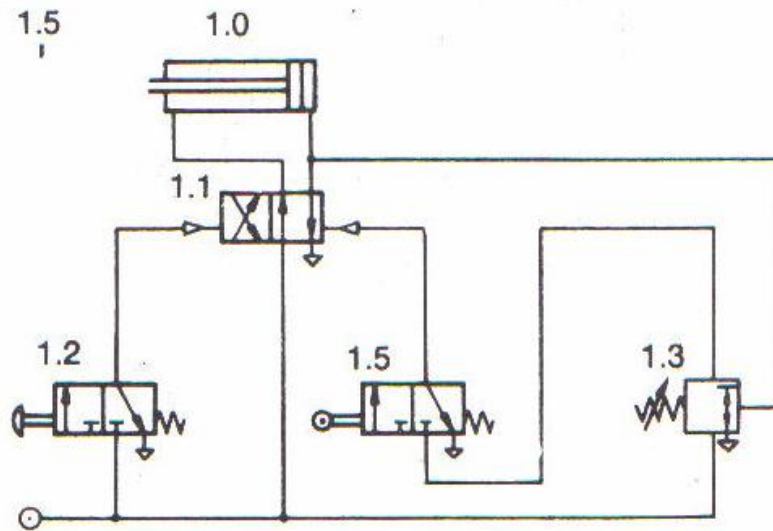
Şekil 2.10: İleri ve geri harekette giriş havasının kısılması ve tahliye havasının kısılması

İlerleme ve geri dönüşte tahliye havasının kısılması ayrı ayrı ayarlanabilir.

2.1.3. Basınca Bağlı Kontrol

Sıralama valfi belirli işlem ve faktörleri kontrol etme amacıyla kullanılmak için geliştirilmiştir. Tasarım özellikleri ve egzost bulunmaması nedeniyle pratikte yön denetim valfi ile birlikte kullanılır.

Aşağıdaki şekilde sıralama valfi 1.3 çalışma basıncından bir parça büyük bir değere ayarlanmalıdır. Maksimum basınç, piston silindir içinde hareketsiz kaldığında oluşacaktır. Böylece silindir strokunu tamamladığında basınç oluşacak ve sıralama valfi bir sinyal verecektir. Strok sonuna ulaşıldığından emin olmak için 1.5 Nu'lu makaralı sınır anahtarı kullanılır. Eğer sınır anahtarı kullanılmazsa silindir strokunun ara bir yerinde bir yük karşılaştığında geri dönecektir.



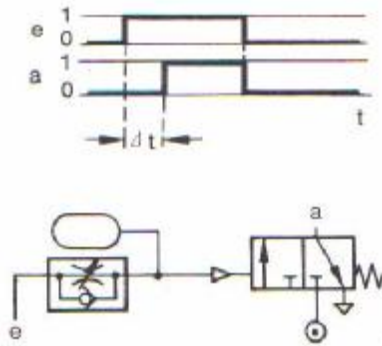
Şekil 2.11: Basınç kumandalı geri dönüş

2.1.4. Zamana Bağlı Kontrol

Pnematik zaman röleleri (elemanları) bir yön valfi, bir kısma valfi ve bir tüp yardımı ile kolayca oluşturulabilir. Tüm bu elemanlar tek tek bağlanarak zaman rölesi oluşturulabildiği gibi bu tümleşik bir valfle de olabilir. Zaman rölesinin simgesi, kullanılan elemanların simgeleri birleştirilerek oluşturulur.

Ø Zaman Gecikmeli Başlama Davranışı

Pnematik zaman rölesinin çalışmasını yer değiştirme zaman diyagramında inceleyebiliriz. Diyagramda giriş (e) ve çıkış (a) sinyalleri için birer satır çizilir. Satırın alt çizgisi sinyal yok (0), üst çizgisi sinyal var (1) anlamındadır. Giriş sinyali e verildikten bir süre sonra a'dan bir çıkış elde edilir.

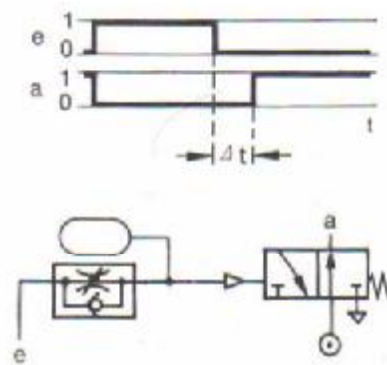


Şekil 2.12: Zaman gecikmeli başlama n.k. (normalde kapalı valf ile)

Zaman rölesinde kullanılan yön valfi normalde açık olursa; e sinyali verildikten Δt süre sonra a sinyali 0 olur. E sinyali kesildiğinde a'dan tekrar çıkış alınır.

Ø Zaman Gecikmeli Geri Dönüş

Bu kez kısma valfinden çek valfin yönü değiştirilmiştir. Böylece gecikme, başlamada değil bırakmadadır.



Şekil 2.13: Zaman gecikmeli bırakma

2.2. Pnmatik Devre Çizim Bilgisi



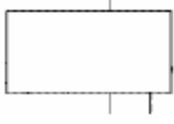
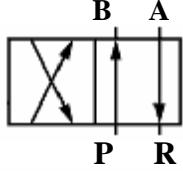

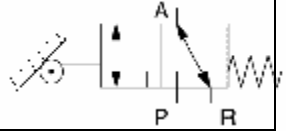
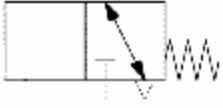
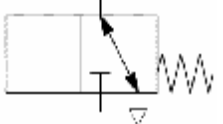
2.2.1. Pnmatik Sistemlerde Kullanılan Semboller

Pnmatik kumanda devreleri sinyal elemanı, kumanda elemanı ve çalışma elemanından meydana gelir. Sinyal ve kumanda elemanı çalışma elemanının hareketini denetler. Pnmatik uygulamalarda bunlara valf denir. Valfler için aşağıdaki uluslararası tanım kullanılır. Valf, bir hidrolik pompadan veya basınçlı tanktan gelen akışkanın basıncını, akış miktarını, yönünü ve start stop şartlarını denetleyen elemandır.

Gördükleri işe göre valfler üç grupta toplanır:

- Ø Yön Kontrol Valfleri
- Ø Akış Kontrol Valfleri
- Ø Basınç Kontrol Valfleri

Valflerin simge olarak gösterilmesinde kareler kullanılır. Kareler valfin konstrüksiyonu hakkında değil işlevi hakkında bilgi verir.

Valfin her konumu bir kare ile gösterilir.	
Semboldeki kare sayısı konum sayısını verir.	
Karelere dışarıdan yapılan bağlantı sayısı yol sayısını belirler. Bunun için karelerden bir tanesindeki yol sayısına bakmak yeterlidir.	
Karelerin içindeki bağlantı ve oklar o konumda valfin yollarının birbiri ile irtibatını gösterir.	
Bağlantılar normal konumu temsil eden kareye yapılır.	
Valfin normal konumu dışarıdan bir etki ile değiştirilebilir. Bu dış etki var olduğu sürece valf bu etkinin sağladığı konumunu muhafaza eder. Eğer bu dış etki ilk anda mevcut ise bağlantılar bu etkinin sağladığı konuma yapılır.	
Eğer egzoz işlemi valf üzerinden yapılıyorsa içi boş bir üçgen valf sembolünün altına konur.	
Eğer egzoz işlemi bir boru veya hortumla uzakta yapılıyorsa bir çizgi bir üçgen ile belirtilir.	

Tablo 2.1: Sembol tablosu

Valf üzerindeki Çalışma hatları A,B,C
Valf üzerindeki Basınç Hattı P
Valf üzerindeki Egzoz hattı R,S,T
Valf üzerindeki Uyarı hattı X,Y,Z ile gösterilir.

Not: Valfin sembolü belli ise okumak için önce “yol” sayısı daha sonra “konum” sayısı yazılır ve okunur. (5’e 2 veya 6’ya 3 gibi)

2.2.2. Pnmatik Devre Çizimlerinde Elemanların Numaralandırılması

Sıklıkla karşılaşılan iki adlandırma şekli mevcuttur.

- Ø Rakam kullanarak adlandırma,
- Ø Harf kullanarak adlandırma

Ø Rakam Kullanarak Adlandırma

Rakamlarla adlandırmanın birkaç yolu vardır. Sıklıkla kullanılan iki sistem

- **Seri Numaralama**

Bu sistem, karmaşık kontrol ve özellikle çalışma söz konusu olan durumlarda tavsiye edilir.

- **Grup sayıları ve gruptaki seri numaralardan oluşur**

Örnek:"4.12": 4. Gruptaki 12. eleman

Ø Grupların Sınıflandırılması

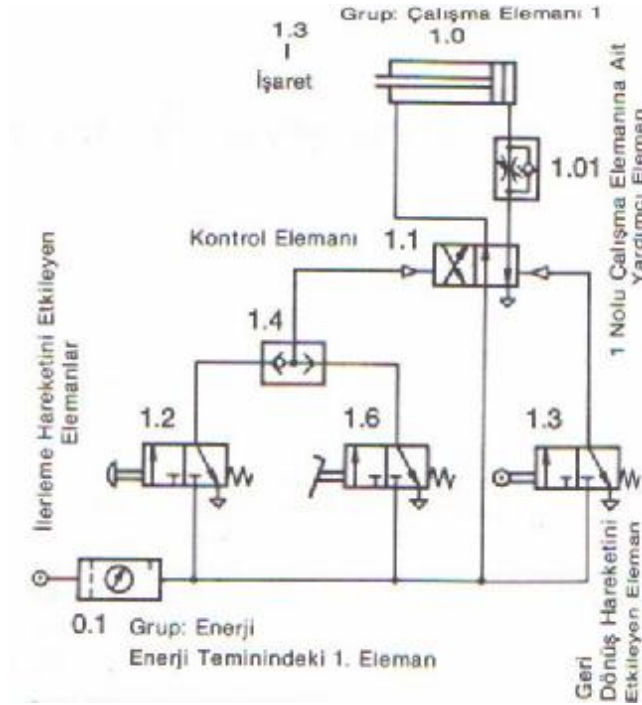
Grup 0: Tüm enerji tedarik elemanları

Grup 1,2,3,...: Her bir bağımsız kontrol zincirinin gösterilmesi (her bir silindir, normal olarak bir grup sayısı alır)

Ø Seri Numaralama Sistemi

- 0: Çalışma elemanları
- 1: Kontrol elemanları
- .2,.4: İlgili çalışma elemanlarının ileri hareketinde etkisi olan tüm elemanlar (çift sayılar)
- .3,.5: Dönüş hareketine etkisi olan tüm elemanlar
- .01,.02: Kontrol elemanı ile çalışma elemanı arasındaki elemanlar

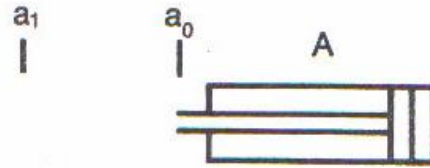
Örnek: Kısma Valfi



Şekil 2.14: Elemanların kodlanması

Ø Alfabetik Harfleri Kullanarak Adlandırma

Bu tip adlandırma genellikle devre diyagramının metodik olarak hazırlanmasında kullanılır. Bir dereceye kadar, harf kullanıldığında listeleme ve hesaplar daha kolay ve daha açık yapılabilir. Çalışma elemanları büyük harflerle adlandırılır. Sinyal elemanları, sınır anahtarları küçük harfler ile gösterilir. Daha önceki adlandırmadan farklı olarak sınır anahtarları ve sinyal elemanları etkiledikleri gruba değil, onlara kumanda veren (konum değiştiren) silindirlere atanırlar.



Şekil 2.15: Alfabetik harflendirme

A,B,C, çalışma elemanlarının adlandırılması

a0,b0,c0.....A,B,C, silindirlerin geri konumlarında çalışan sınır anahtarlarının adlandırılması

a1,b1,c1....A,B,C, silindirlerin millerinin ileri doğru çıkması durumunda çalışan sınır anahtarlarının adlandırılması.

Ø Boru Hatları, Genel Özellikler

Mümkün ise boru hatları birbirini kesmeyen doğru çizgiler olarak çizilmelidir. Kontrolün çok karmaşık olmadığı yerlerde, çalışma hatları dolu, kontrol hatları kesikli çizgi ile gösterilmelidir.

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">Ø Kullanıcı isteklerini tespit ediniz.Ø Sistemin ana hatları ile taslağını hazırlayınız.Ø Çalışma diyagramını çiziniz.Ø Çalışma diyagramına göre Pnomatik kumanda devresini çizmekØ Malzeme listesini çıkartınız (giriş çıkış zamanlayıcı ve diğer devre elemanlarının adaları sembol isimleri ve görevleri bir tablo halinde çıkartmak)Ø Sistem planının kesin şeklini çıkarınız.	<ul style="list-style-type: none">Ø Aşağıdan yukarıya sinyal akışı gösteriniz.Ø Aşağıdan yukarıya enerji temin ediniz.Ø Elemanların fiziksel düzenini ihmal ediniz.Ø Mümkünse silindir ve yön valfleri yatay çiziniz.Ø Sinyal elemanlarının gerçek yeri düşey bir çizgi ile belirtiniz.Ø Sinyal akışı tek yönde ise üzerine ok koyarak belirtiniz.Ø Tüm kontrol devresini kontrol zincirine bölünüz.Ø Mümkünse kontrol zincirleri hareket sırasında uygun olarak yan yana çiziniz.Ø Elemanlar ilk başlangıç konumlarında gösterilir. Mümkünse hatları, birbirini kesmeyecek şekilde çiziniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruların doğru seçeneği işaretleyiniz ve boşlukları doldurunuz.

1. Bir pnomatik devre çiziminde gruptaki seri numaralama sırasında denetim elemanları nasıl gösterilir?
A) 3 rakamı ile
B) 0 rakamı ile
C) 1 rakamı ile
D) 7 rakamı ile
2. Bir tek pnomatik çalışma elemanı olan pnomatik sistemde ileri hareket gösterilirken hangi rakam kullanılmalıdır?
A) 3 rakamı,
B) 2 rakamı,
C) 5 rakamı,
D) 10 rakamı.
3. Pnomatik sistem devre çiziminde harflerle kodlama yapılırken sinyal elemanlarında hangi harf kullanılmalıdır?
A) a harfi,
B) A harfi,
C) AB harfi,
D) ab harfi.
4. Silindirlerinin geri konumlarında çalışan sınır anahtarları, pnomatik devre çizimlerinde nasıl gösterilir?
A) aa harfleri ile,
B) ab harfleri ile,
C) AB harfleri ile,
D) a0 harfleri ile
5. Devre elemanları birbirlerine göre çizilmelidir.
A) Dik
B) Ölçekli
C) Küçük
D) Paralel
6. Çizimde bağlantı elemanlarının çakıştığı yerlere konulmalıdır.
A) Küçük nokta
B) Yay
C) Ok
D) Filtre

7. Çizimde bağlantı elemanlarının birleştiği yerlere konulmalıdır.
A) Ok
B) Filtre
C) Küçük nokta
D) Yay
8. Basınç kontrol valflerinin ayarlanacağı basınç değeri, cinsinden yanına yazılmalıdır.
A) Newton
B) Pascal
C) Bar
D) Kg
9. Silindirlerin sıralı olarak çalışması istendiğinde, ya..... ya da basınç sıralama valflerinden yararlanılır.
A) Silindirlerden
B) Pompalardan
C) Komresörlerden
D) Switchler ve algılayıcılardan
10. Hava, direnç gösteren hat üzerinden giderler.
A) En az
B) En çok
C) Eşit
D) Devre elemanlarında

DEĞERLENDİRME

Soruları yanlış cevaplamışsanız konuyu tekrar gözden geçiriniz. Soruları hatasız bir şekilde çözümleyinceye kadar tekrar işlemini yapınız. Soruların tamamı doğru cevaplanmış ise diğer öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Projesi veya şeması verilen pnomatik sistemi, tekniğe uygun kurabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

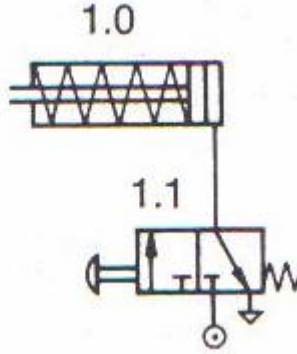
- Ø Pnomatik malzeme satan ya da üreten firmalardan veya ilgili internet adreslerinden bu malzemeleri içeren katalog ve doküman toplayınız ve sınıfa rapor halinde sununuz.
- Ø Üretim yapan işletmeleri gezerek pnomatik malzemelerin kullanım alanlarını belirleyiniz ve sınıfa rapor halinde sununuz.

3. PNÖMATİK SİSTEM KURMAK

3.1. Temel Pnomatik Devreler

3.1.1. Tek Etkili Silindirlerin Kontrolü

Bu denetim işlevi için 3 yollu bir valf silindirin geri dönüşünde piston tarafındaki havayı tahliye etmek için kullanılır.

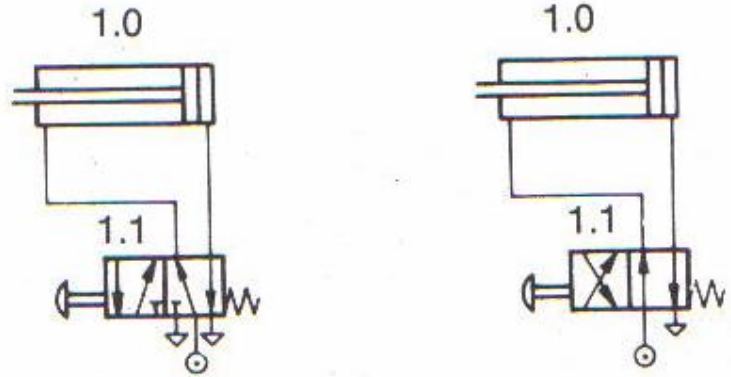


Şekil 3.1: Tek etkili silindirin kontrolü

3.1.2. Çift Etkili Silindirlerin Kontrolü

Burada 4 yollu veya 5 yollu bir valf kullanılabilir. 5 yollu valf kullanıldığında ileri ve geri hareketteki egzost havalarını ayrı ayrı tahliye etmek mümkündür.

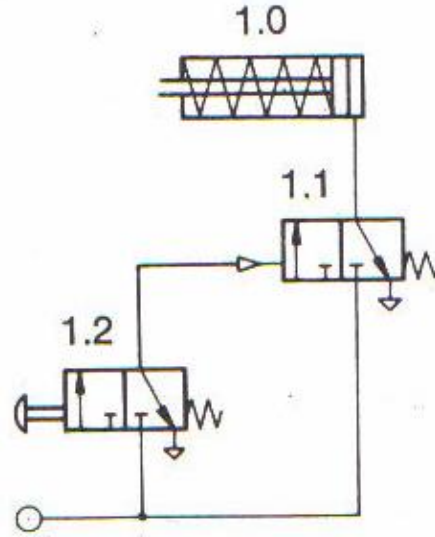
4 yol işlevi, iki 3 yol işlevi birleştirilerek elde edilebilir.



Şekil 3.2: Çift etkili silindirin kontrolü

3.1.3. Tek Etkili Silindirlerin Dolaylı Kontrolü

Şekildeki devre özellikle büyük çaplı ve uzun stroklu silindirlerin kontrolü için avantaj sunar.

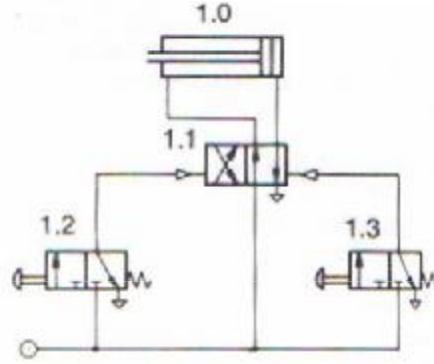


Şekil 3.3: Tek etkili silindirin dolaylı kontrolü

1.1 valfi endirekt olarak 1.2 valfi tarafından kumanda edildiği için 1.1 valfi silindirin kapasitesinde seçilir. Sinyal elemanı 1.2 ise küçük boyutlu seçilebilir. Denetim elemanı olan yön valfi ile silindir arasındaki hat (ölü hacim dolayısıyla), hava tüketimini azaltmak için minimumda tutulmalıdır. Yön valfi ile sinyal elemanı arasındaki bağlantı küçük çaplı bir boru ile yapılır. Sonuçta sinyal elemanının fiziksel boyutunun küçük olması ve anahtarlama zamanının azalması avantajı elde edilir.

3.1.4. Çift Etkili Silindirlerin Dolaylı Kontrolü

Bu devrede doğrudan denetim olasılığı yoktur. Aslında 1.2 ve 1.3 valfleri silindire bağlandığında pistonun ileri ve geri hareketini sağlayabilirler; fakat strok sonlarında hava, tahliye edildiği için piston sabit kalmayabilir. Bu nedenle bir silindirin doğrudan ve dolaylı denetimi birbirinden ayırt edilmelidir.



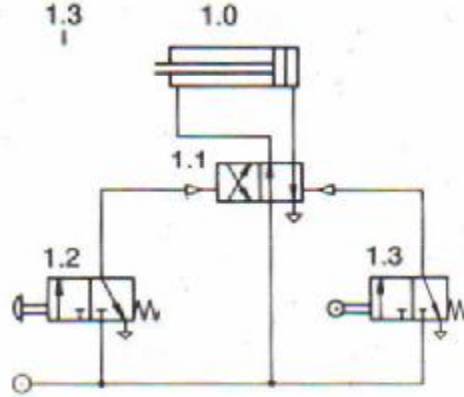
Şekil 3.4: Çift etkili silindirin dolaylı kontrolü

Doğrudan denetim eğer silindirin hacmi çok büyük değil ve işlem tek sinyal elemanı ile denetlenebilirse kullanılır. Dolaylı denetim impuls kontrolü olarak da bilinir. Kullanılan denetim elemanı, uyarı hatlarına basınç uygulandığında konumunu değiştirir. Valfin konumunu değiştirmek için bir impuls yeterlidir. Sürtünme kuvvetinin yardımıyla valf bu yeni konumunu korur. Bu tip bir valf impuls valf olarak da bilinir. (bellek karakteristiği olan valf)

3.1.5. Sınır Anahtarı Kullanılarak Silindirlerin Otomatik Geri Dönüşü

Aşağıdaki şekil tipik örnek bir devredir. Eğer 1.2 valfi aracılığıyla uzun bir süre impuls verilirse silindir strokunu tamamladıktan sonra 1.3 valfine basarak geri dönüş sinyali verir. Fakat 1.2'den sinyal geldikçe valf konum değiştiremez. (Valfin sürgütünün iki yanındaki alanlar ve basıncın eşit olmasına rağmen sürtünme nedeniyle valf eski konumunda kalır.)

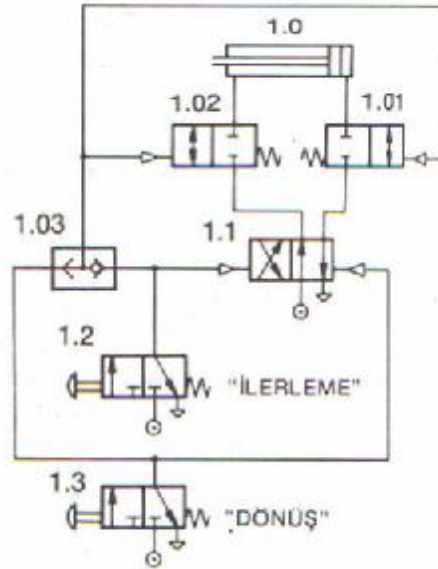
Geri dönüş, 1.2 bırakıldığında gerçekleşir. Buradaki denetim elemanları ilk alınan sinyale göre hâkim davranışı olan elemanlardır.



Şekil 3.5: Strok sonunun sınır anahtarı ile belirlenmesi

3.1.6. Çift Etkili Bir Silindirin Ara Konumda Tutulması ve Sabitlenmesi

Havanın sıkıştırılabilir olması nedeniyle pnomatik bir silindirin ara bir konumda hassas olarak durdurulması mümkün değildir. Yinede uygulamada statik konumda oluşacak küçük sapmaların kabul edilebileceği durumlarda kullanılabilecek bir devre aşağıda görülmektedir.



Şekil 3.6: Çift etkili bir silindirin ara konumda tutulması

3.1.7. Silindirlerde ve Motorlarda Hız Kontrolü

Tek etkili bir silindirde ilerleme hızı sadece giriş havası kısılararak değiştirilebilir. İlerleme anında tahliye olmadığı için çabuk tahliye valfi kullanarak hızı arttırmak imkânsızdır. İlerleme ve dönüş hızları ayrı ayrı ayarlanabilir.



Şekil 3.7: Tek etkili silindirde ilerleme hızının ayarlanması ve ileri ve geri harekette giriş havasının kısılması

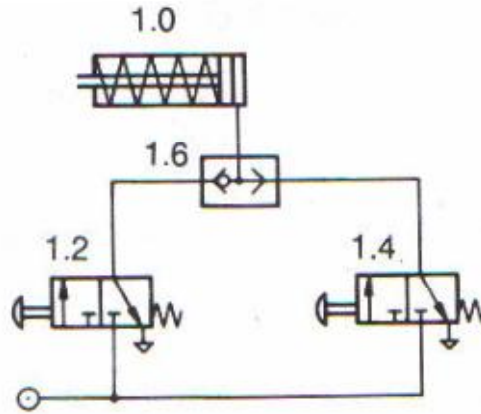
Çift etkili silindirlerde ileri ve geri harekette giriş ve çıkış havasının kısılması mümkündür. Aynı zamanda kat edilen yola bağlı olarak her iki yönde de makaralı hız ayar valfi kullanarak hızı ayarlamak mümkündür. Birer çabuk tahliye valfi her iki yönde de hızı arttırabilir. Bunların kombinasyonları da mümkündür. Hem ileri hem de geri hareket için giriş havasının ayrı ayrı ayarlanabilir kısılmasını göstermektedir.

3.2. Veya Valfli Devreler

Ø Veya Valfi

Aynı hareketin iki sinyalden biri ile başlatılması söz konusu olduğunda kullanılır. Temel VEYA mantık işlevine sahip olduğu için pnomatik VEYA elemanı olarak adlandırılır. Girişlerden birinde veya her ikisinde sinyal olduğunda çıkışta bir sinyal elde edilir.

Örneğin; tek etkili silindirin iki farklı yerden, iki adet 3 yollu valf kullanılarak kontrol edilmesine ait devre aşağıda verilmiştir.



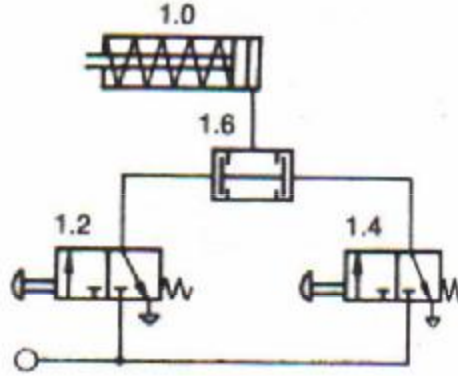
Şekil 3.8: Veya valfinin kullanılması

Devrede VEYA valfi kullanılmadığında 1.2 veya 1.4 çalıştırılırsa hava diğer çalıştırılmayan valfin egzostuna kaçır. Eğer birkaç sinyalden tek bir çıkış alınacaksa VEYA valfleri seri bağlanmalıdır.

Ø Ve Valfi

Bir hareketin yapılması istenildiğinde, 2 sinyal aynı anda alınması halinde kullanılır. Temel VE mantık işlevine sahip olduğu için Pnömatik VE elemanı olarak adlandırılır.

Örneğin; tek etkili silindirin piston kolu, ancak iki adet 3 yollu valf aynı anda çalıştırılırsa ilerlesin.



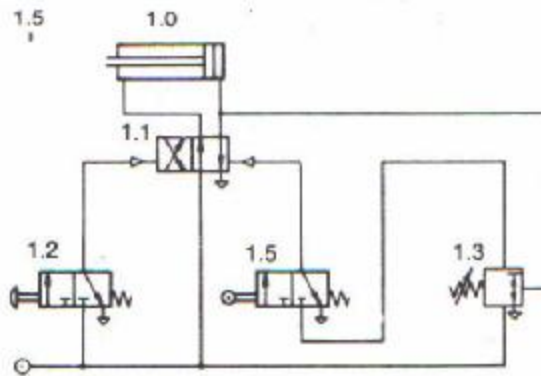
Şekil 3.9: Ve valfi ile tek etkili silindirin kumanda edilmesi

3.2.1. Basınç Kumandalı Devreler

Sıralama valfi belirli işlem ve faktörleri kontrol etme amacıyla kullanılmak için geliştirilmiştir.

Tasarım özellikleri ve egzost bulunmaması nedeniyle pratikte yön denetim valfi ile birlikte kullanılır.

Aşağıda sınır anahtarı kullanarak mekanik strok sonu kontrolü ile basınç kumandalı geri dönüş örneği verilmiştir.



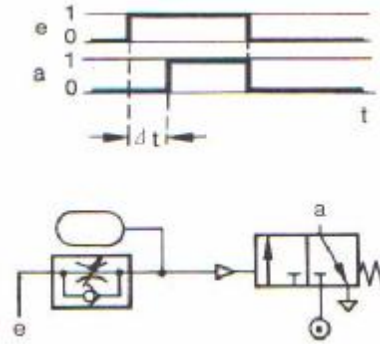
Şekil 3.10: Basınç kumandalı geri dönüş

Sıralama valfi 1.3 çalışma basıncından bir parça büyük bir değere ayarlanmalıdır. Maksimum basınç, piston silindir içinde hareketsiz kaldığında oluşacaktır. Böylece silindir stroku tamamlandığında basınç oluşacak ve sıralama valfi bir sinyal verecektir. Strok sonuna ulaşıldığından emin olmak için 1.5 Nu'lu makaralı sınır anahtarı kullanılır. Eğer sınır anahtarı kullanılmazsa silindir strokunun ara bir yerinde bir yük ile karşılaştığında geri dönecektir.

3.2.2. Zamana Bağımlı Devreler

Ø Zaman Gecikmeli Başlama

Pnomatik zaman rölesinin çalışmasını yer değiştirme zaman diyagramında inceleyebiliriz. Diyagramda giriş (e) ve çıkış (a) sinyalleri için birer satır çizilir. Satırın alt çizgisi sinyal yok (0), üst çizgisi sinyal var (1) anlamındadır. Giriş sinyali e verildikten bir süre sonra a'dan bir çıkış elde edilir.

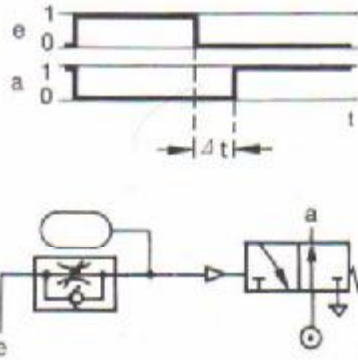


Şekil 3.11: Zaman gecikmeli başlama N.K. (normalde kapalı valf ile)

Zaman rölesinde kullanılan yön valfi normalde açık olursa e sinyali verildikten Δt süre sonra a sinyali 0 olur. E sinyali kesildiğinde a'dan tekrar çıkış alınır.

Ø Zaman Gecikmeli Geri Dönüş

Bu kez kısma valfinden çek valfin yönü değiştirilmiştir. Böylece gecikme, başlamada değil bırakmadadır.



Şekil 3.12: Zaman gecikmeli bırakma

3.3. Birden Fazla Silindirin Çalıştırılması

3.3.1. Yol Adım Diyagramlarının Çizimi

Devre diyagramını oluşturmada temel olarak iki ana yöntem vardır.

- Ø Çoğunlukla geleneksel yöntem olarak da bilinen sezgisel yöntem veya deneme yanılma yöntemi
- Ø Konulan kurallar ve esaslara göre devre diyagramının metodik tasarımı

Geleneksel yöntemde devreyi tasarlayanın devre tasarımına katkısı, metodik yöntemle oranla daha çoktur. Metodik yöntemlerde tasarımcının kişisel etkisi daha azdır. Halbuki ilk yöntem için daha çok deneyim ve sezgi gerekecektir. Devre diyagramının oluşturulmasında hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, mevcut malzemelerin karakteristiklerinin ve anahtarlama olasılıklarının iyi bilinmesi gerekir.

Pnوماتikte en sık karşılaşılan kontrol türü koordine hareket kontrolüdür. Aşağıda koordine hareket kontrol problemlerinin devre diyagramlarını hazırlamada en yaygın olarak kullanılan yöntemler verilmektedir.

- Ø Sezgisel yöntem, elemanları tanımaya dayalı yöntem
- Ø Kaskad sistemi
- Ø Devirli adım ve çevrim zincirini kaydırma
- Ø Hareket diyagramından hesaplama
- Ø Karnaugh diyagramından hesaplama
- Ø Program jeneratörü ile

3.3.2. Devrelerin Çizimi

Eğer hareket diyagramları ve yardımcı koşullar açık olarak tanımlanmışsa devre diyagramının çizilmesine başlanabilir. Tasarım devre diyagramında, sinyal çakışmasını önlemek için kullanılan yöntemle bağlı olarak yürütülür. Basit bir kontrol sistemi istendiğinde sinyal çakışmasını mafsal makaralı valfle önlemenin dezavantajına

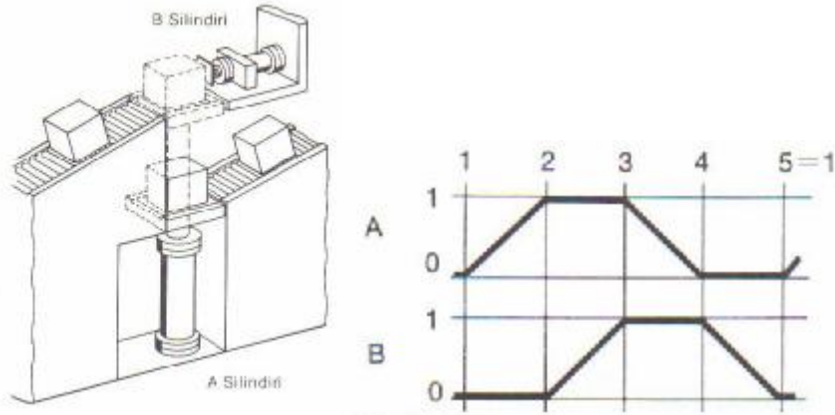
katlanılabilir. Tüm diğer hallerde sinyal çakışması geri dönüşlü valfler ile çözülmelidir. Devre diyagramının hazırlanmasında kullanılan bu metodik yaklaşım Kaskad yöntemi olarak da adlandırılır.

Problemlerin ifadelerini kısaca göstermek amacıyla aşağıdaki yöntem kullanılır.

- Ø Silindirler birer harf ile gösterilir.
- Ø Silindirin piston kolunun ileri çıkması<+>, piston kolunun içeri girmesi <-> ile ifade edilir.
- Ø Birbirini takip eden farklı çalışma adımları art arda, aynı anda gerçekleşen iki hareket alt alta yazılarak gösterilir. (A+, B+, A-, B-)

Alıştırma 1. Sandık Transferi

Bir konveyörden gelen sandıklar bir pnomatik silindir tarafından kaldırılır, diğer bir silindir tarafından ikinci bir konveyöre itilir. A silindiri geri döndükten sonra, B silindiri geri hareketine başlar. Her yeni sinyal, yeni bir işlemi başlatacak şekilde başlama sinyali bir düğmeli valf ile sağlanmalıdır.



Şekil 3.13: Sandık transferi ve yer değiştirme adım (sıralama) diyagramı

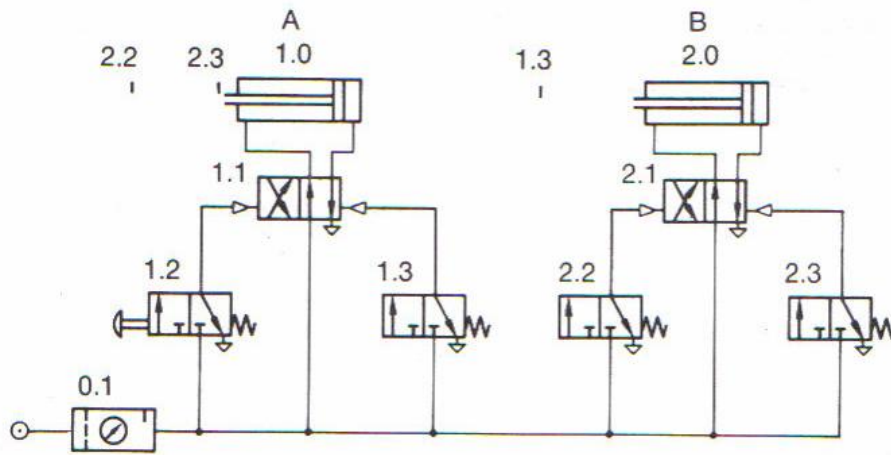
Ø Devre Tasarımı

Devre diyagramı tasarımında kabul edilen yöntem sinyal çakışmasının kaldırılması biçimine bağlıdır. En basit devre tasarımı için sinyal çakışması mafsal makaralı valf kullanılarak yapılabilir. Devre tasarımında aşağıdaki yol tavsiye edilir.

- Ø Çalışma elemanları çizilir.
- Ø İlgili son kontrol elemanı çizilir.
- Ø Uyarı simgesi olmaksızın gerekli sinyal elemanları çizilir.

Eğer son kontrol elemanı olarak hava uyarılı (impuls) valfler kullanıldı ise her bir impuls valfi için iki sinyal valfi kullanılır.

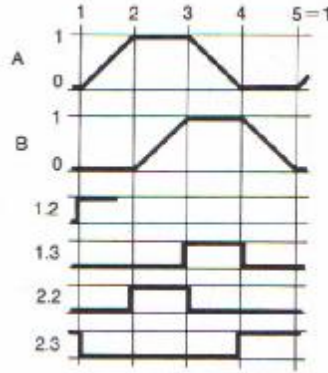
- Ø Enerji girişi çizilir.
- Ø Kontrol hatları çizilir (bağlanır).
- Ø Elemanlara numara verilir.
- Ø Hareket diyagramı devre diyagramına taşınır.
- Ø Sinyal çıkışması olup olmadığı kontrol edilir. Bu kontrol hareket ve kontrol diyagramında yapılabilir.
- Ø Uyarı simgeleri çizilir.
- Ø Uygulanabilecek yerlere yardımcı koşullar (ek istekler) yerleştirilir.



Şekil 3.14: Devrenin ön tasarımı

Ø Hareket Kontrol Diyagramı

Hareket ve kontrol (sıralama) diyagramında silindirler ve valfler için birer satır çizilir. Silindirler için alt satır pistonun geri konumunu, üst satır ileri konumunu gösterir. Valflerde ise alt satır valfin uyarısız normal konumunu, üst satır uyarı aldığı anda ulaştığı konumunu ifade eder. Silindirlerin stroklarını tamamlamaları valflerin konum değiştirmelerine oranla daha uzun zaman aldığı için kat ettikleri strok (ileri veya geri) eğik bir çizgiyle gösterilir. Hareket adımları diyagramda sütunlarla gösterilir. Aynı son kontrol elemanına ait sinyal elemanları diyagramda alt alta çizilir.

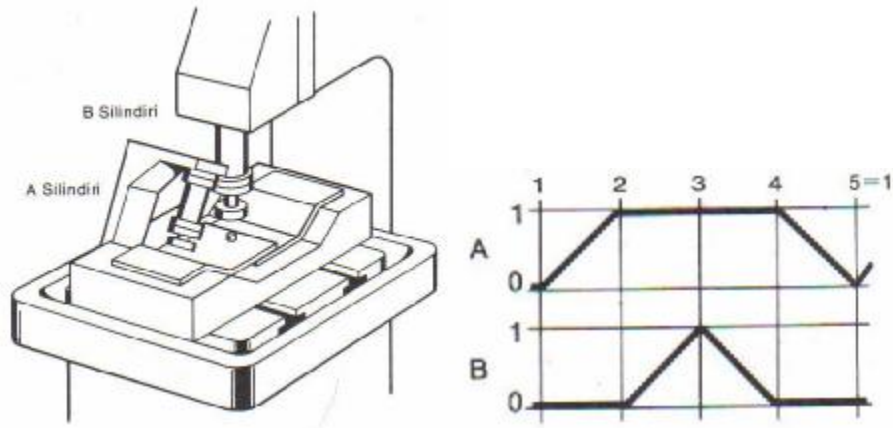


Şekil 3.15: Hareket ve kontrol (sıralama) diyagramı

Sinyal çıkışması olup olmadığı hareket ve kontrol diyagramında aynı kontrol elemanına sinyal veren iki sinyal valfinin (1.2 ile 1.3 ve 2.2 ile 2.3) çıkışlarının herhangi bir sütunda aynı anda 1 olup olmadığı araştırılarak tespit edilir.

Alıştırma 2. Perçinleme Aparatı

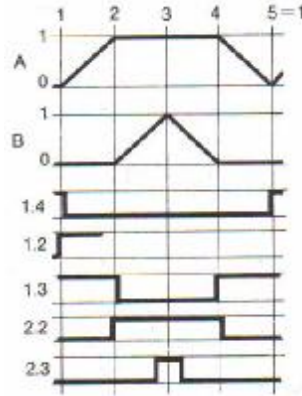
İki saç plaka yarı otomatik bir preste perçinle birleştirilecektir. Parçalar ve perçin, presi kullanan kişi tarafından yerleştirilecek, tamamlanan parçalar presten alınacaktır. Çalışma çevriminin otomatik olan bölümü, parçaların tutulması ve sıkılmasını (A silindiri) ve perçinlemeyi (B silindiri) kapsar. Çevrim, başlama düğmesine basıldıktan sonra gerçekleştirilmeli, tamamlandığında tüm silindirler başlama konumlarına dönmüş olmalıdırlar.



Şekil 3.16: Perçinleme aparatı ve sıralama diyagramı

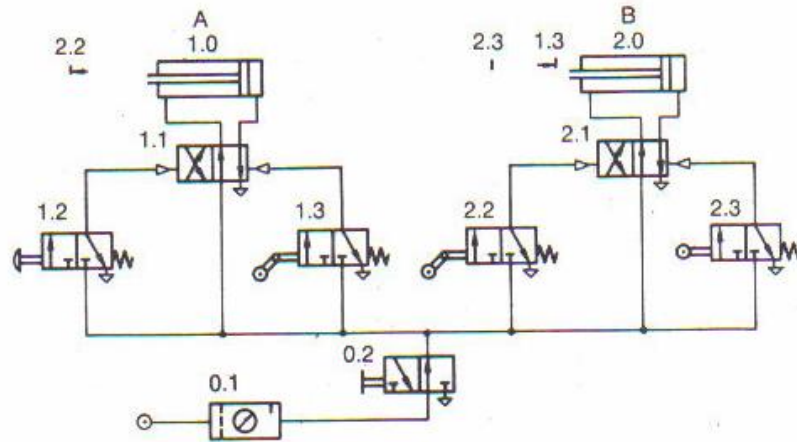
3.3.3. Sinyal Çakışmasını Önlemek İçin Mafsal Makaralı Valf Kullanarak Devre Diyagramının Kurulması

Devre diyagramının inşa edilmesinde daha önce verilen kurallara uyulmalıdır. Sinyal çakışması hareket ve kontrol diyagramının yardımıyla tespit edilebilir.



Şekil 3.17: Hareket ve kontrol (sıralama) diyagramı

Diyagramda 1. adımda 1.2 ve 1.3 sinyallerinin, 3. adımda 2.2 ve 2.3'ün çakıştığı görülmektedir. İlk çakışma nedeniyle sistem çalışmaya başlayamaz. İkinci çakışma 2. silindirin geri hareketini engeller. Böylece 1.3 ve 2.2 valfleri, sinyal çakışmasını önlemek için mafsal makaralı olarak seçilir.



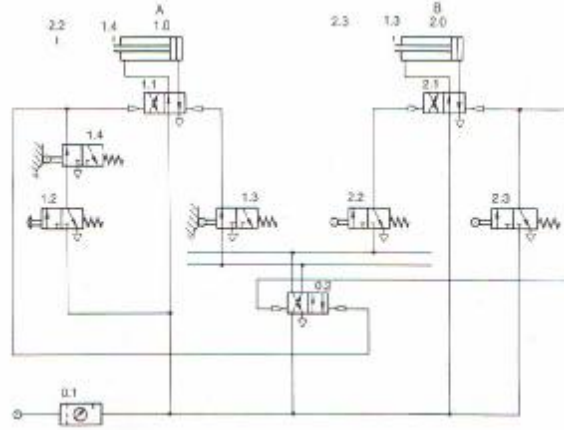
Şekil 3.18: Pnömatik devre diyagramı

Bu devrede başlama sinyali kilitlenmediği için çalışma sırasında kontrol devresinde karışıklıklar meydana gelebilir. Bu nedenle en son hareketi gerçekleştiren silindirin geri strokunu tamamladığında kumanda edeceği bir sınır anahtarından alınacak sinyalle başlama sinyalinin kilitlenmesi tavsiye edilir.

Kilitlenme işlevi sınır anahtarı ile başlama anahtarını seri bağlamak sureti ile elde edilir. Bu kilitlenme işlevinin tüm çevrim boyunca etkili olup olmadığı hareket ve kontrol diyagramı ile kontrol edilebilir.

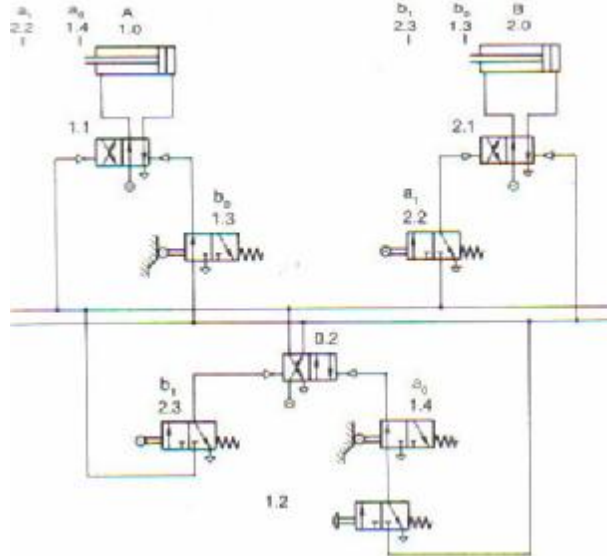
3.3.4. Sinyal Çakışmasını Önlemek İçin Geri Dönürlü Valf Kullanarak Devre Diyagramının Kurulması

Sinyal çakışmasını önlemek için mafsal makaralı valf kullanılmayacaksa ilave bir geri dönürlü valf kullanılmalıdır. Şekil 3.19'da bu valf 0.2'dir. bu çözümde güçlük 0.2'nin, konumunu uygun zamanda değiştirmesidir. Bu devrede başlama anahtarının kilitlenmesi 1.4 ile sağlanır.



Şekil 3.19: Geri dönürlü valf kullanarak yapılan devre

Bu devrede bir sinyal veya enerjinin tek bir noktadan dağıtılması gerekirse bu işin devrede dağıtım hatları çizilerek yapılması tavsiye edilir. Böylece devrenin karışması önlenecektir. Ancak bu devrenin bir dezavantajı vardır, iki farklı işlem bir sinyal elemanı (2.3 ve 1.4) tarafından tetiklenebilir. Bunu önlemek için 2.3 ve 1.4 önce 0.2 valfinin konumunu değiştirmeli, onun çıkışı 1.1 ve 2.1 valfini tetiklemelidir.



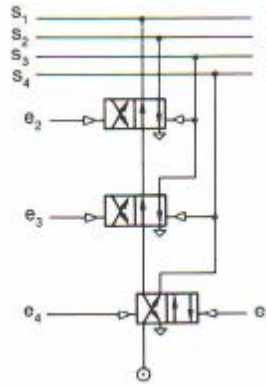
Şekil 3.20: Başlama sinyalinin kilitlenmesi

Güvenilir bir kontrol sistemi kurmanın en basit şekli her sinyali işi tamamlandıktan sonra kesmektir. Son örnek için bunun anlamı; her adımda bir sinyalin kesilmesidir.

3.3.5. Sinyal Çakışmasını Önlemek İçin Hafıza Valfi Kullanılarak (Kaskad) Devre Diyagramının Kurulması

Şekil 3-21'deki devre 4/2 valflerle oluşturulmuştur ve sinyal kesilmesi konusunda bloktan istenen tüm koşulları yerine getirmektedir. Kaskad deyimi, kademeli olarak seri bağlantıdan doğmuştur.

Bu bağlama düzeninde herhangi bir anda sadece tek bir çıkış hattı (s4) basınçlandırılmıştır, diğer tüm hatlar atmosfere açılmıştır. (s1, s2, s3)

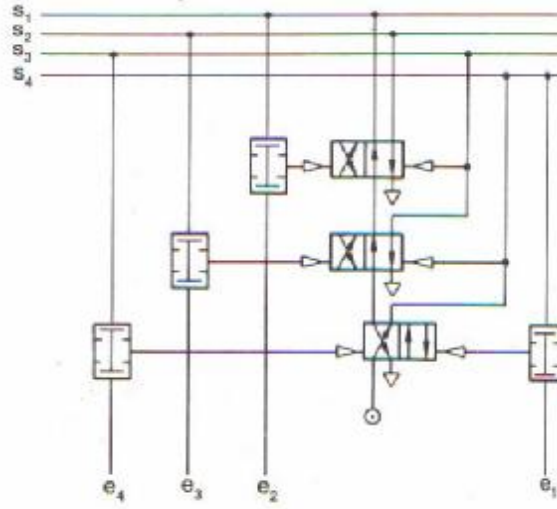


Şekil 3.21: Kaskad yapı

Bir özellik de, giriş “e” ve çıkış “s” sinyalleri arasındaki açık ilişkidir. Ayrıca kaskad boyunca anahtarlama sırası hep 1,2,3,4,5 gibidir.

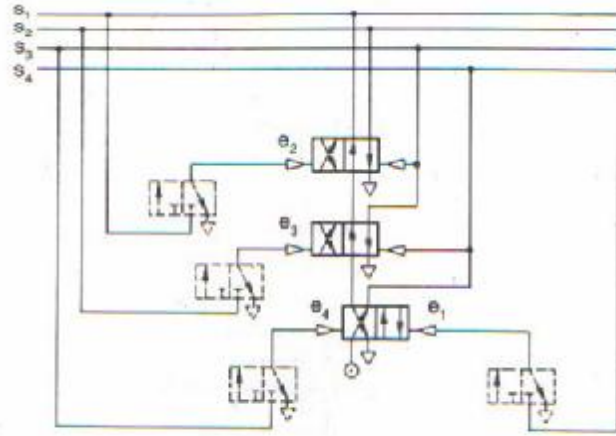
Bu düzenleme ile bir kontrol sistemindeki sinyal çakışmasını kaldıracak, sinyal kesilmesi kolayca gerçekleştirilebilecektir.

Uzunca bir süre kalan giriş sinyali devrede herhangi bir karışıklığa yol açmamalıdır. Bu, giriş sinyali en'nin ancak bir önceki çıkış sinyali Sn-1 uygulanmış olması halinde, verilmesi ile sağlanır. Aşağıda VE valfi kullanılarak istenen şartı sağlayan bir çözüm görülmektedir.



Şekil 3.22: Kaskad yapıda ve valflerinin kullanılması

Eğer sinyal elemanları (sınır anahtarları) arasındaki hatlar uzun değilse ve eğer sinyal elemanları başka bir hareketi başlatmak için gerekmiyorsa, VE valfleri kaldırılabilir ve Şekil 3.23'te görüldüğü gibi S_{n-1} çıkışı ile en giriş sinyali seri olarak bağlanmak suretiyle s_n çıkışı tetiklenir.



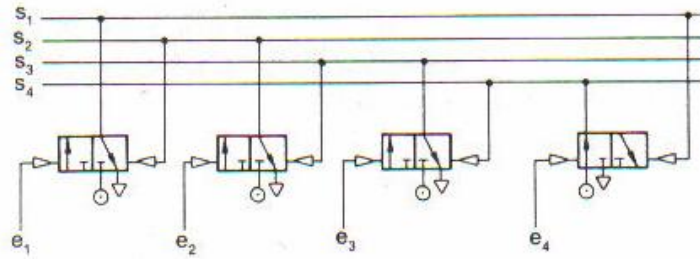
Şekil 3.23: S_{n-1} çıkışı ile en girişinin seri bağlı olduğu kaskad yapı

Prensip olarak kaskad yapı istenen kademe sayısına kadar genişletilebilir. Fakat düzenleme her zaman aynı kalır. Tüm valfler seri olarak bağlanır, serideki birinci valf 2 çıkış sinyali verir s_1 ve s_2 , diğer tüm valflerin her biri tek bir çıkış sinyali verir. Serideki bir önceki valf bir sonrakini reset eder, ilk konumuna alır. Serideki son valf iki giriş sinyali alır böylece başlama konumu her zaman uniformdur.

Kaskad devrelerin büyüklüğü enerjinin tek bir girişten sağlanması nedeniyle sınırlıdır. Çünkü kontrol işleminin başlamasından önce hava kaskad yapıdaki tüm valflerden geçmek zorundadır. Eğer çok sayıda valf seri bağlanmışsa önce hava kaskad yapıdaki tüm valflerden geçmek zorundadır. Eğer çok sayıda valf seri bağlanmışsa doğacak basınç düşümü kontrol işleminin yavaşlamasına neden olacaktır. Böyle durumlarda sıralama zinciri metodu kullanılır.

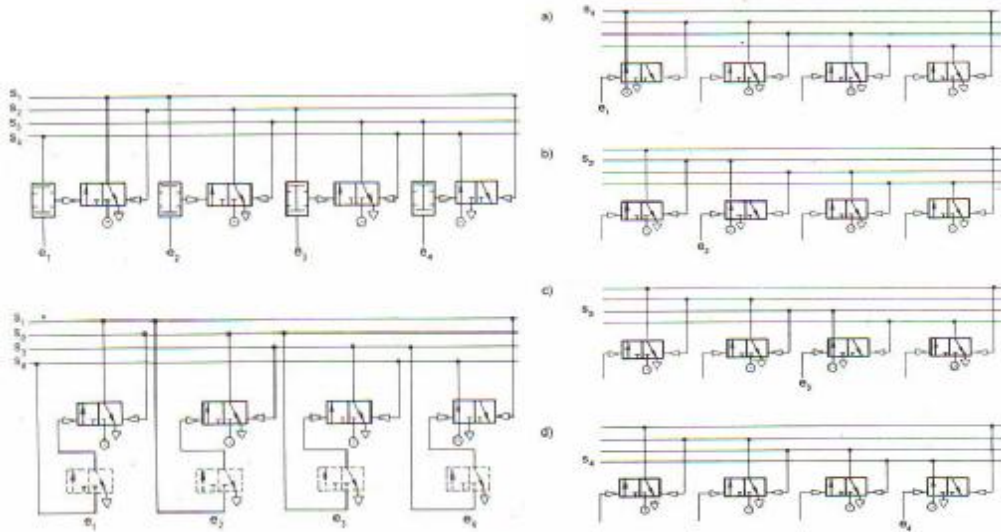
3.3.6. Kayıt Kaydırma Metodu

Bu metotta kaskadın tersine 3/2 valfler kullanılır ve bağlantı seri değildir. Valflerin P girişleri doğrudan hava girişlerine bağlanmıştır. Çok sayıda kademe olduğunda yukarıda hatırlatılan basınç düşümü burada olmaz; fakat kaskad ile karşılaştırıldığında bir fazla sayıda valf gereklidir. Kayıt kaydırmada da herhangi bir an bir çıkış verilir ve her kademe onu takip eden kat tarafından reset edilir.



Şekil 3.23: Kayıt kaydırma metodu

Burada da giriş sinyalinin kilitlenmesi için en-1 sinyali bir VE valfi ile birleştirilir veya mümkünse en-1 çıkışı ile en girişi için kullanılan sinyal valfi seri bağlanır. Şekil 'de bu olasılıklar görülmektedir.



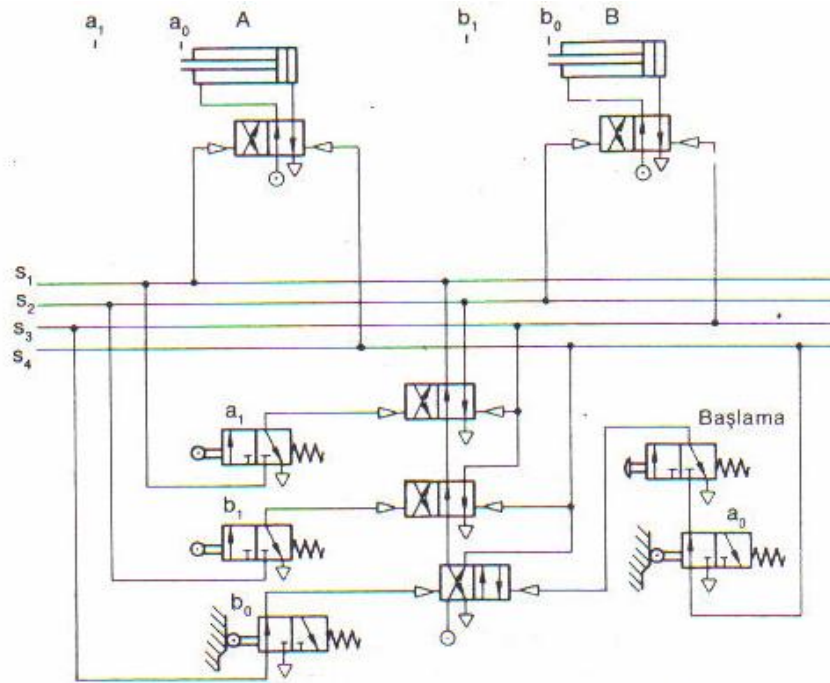
Şekil 3.24: Sıralama zinciri

4 kademeli bu düzenleme için muhtemel kontrol konumları Şekil 3.24'te gösterilmektedir.

Bu yapı istenen ölçüde büyütülebilir. Dikkat edilecek nokta; başlama anında son valfin çalışıyor halde olmasıdır. Böylece ilk kademe çalıştırılabilir.

3.3.7. Sıralama Zinciri Metodu

Eğer her bir adım için bir kademe kullanılırsa kaskad veya kayıt kaydırma (sıralama zinciri) ile bir koordine hareket kontrol problemini çözmek kolaydır. Böylece sinyal kesilmesinin önemli olup olmadığına bakılmaksızın bir sonraki işlem tetiklendiğinde bir önceki sinyal kesilir.



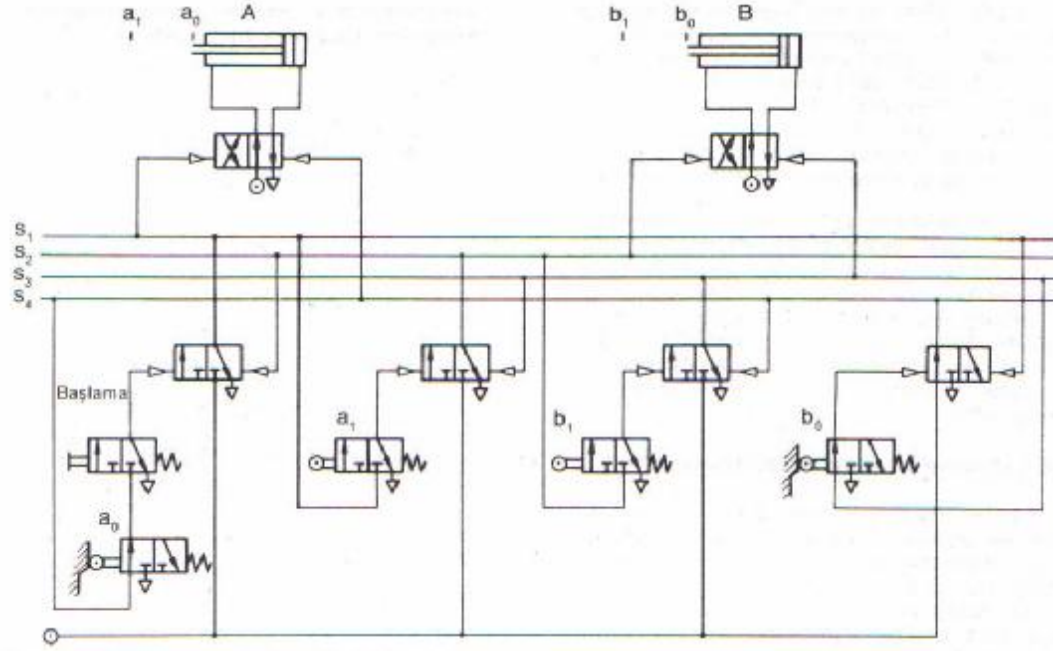
Şekil 3.25: Sinyal kesilmesinin kaskad yöntemi ile sağlanması

Yine de böyle bir tasarım maksimum sayıda eleman gerektirir. Çoğunlukla kısmi kilitleme yeterlidir. Böylece devrede sadece gerçekten çakışan sinyaller kesilerek devre için gerekli eleman sayısı büyük oranda azaltılabilir. Çakışan ve kesilmesi gereken sinyaller ya kontrol (sıralama) diyagramından tespit edilir ya da daha basit olarak hareket sırası gruplara bölünür. Bir grupta aynı silindirin hem ileri hem de geri dönüş sinyalleri bir arada bulunamaz. Uygulama için gruplandırma aşağıdaki gibidir.

A+, B+, / B-, A- /

Grup 1 Grup 2

Bu problem için iki kademe gereklidir. Devre, istekleri karşılayacak biçimde bu minimum yapı ile maksimum yapı (her bir adım için bir grup) arasında düzenlenebilir. Kural olarak az sayıda gruba sahip küçük kontrol problemlerinde kaskad, daha çok sayıda grup olduğunda kayıt kaydırma kullanılır.



Şekil 3.26: Kayıt kaydırma (sıralama zinciri) ile çözüm

Aşağıda devrenin kurulmasında kullanılabilecek metodik kural dizisi verilecektir. Kayıt kaydırma için minimum yapı kullanılacaktır. Şüphesiz burada verilen kurallar daha büyük devreler için de kullanılabilir.

- Ø Hareketlerin sırasının hareket (sıralama) diyagramında ve kısaltılmış notasyonda gösterilmesi

A+, B+, B-, A-

- Ø Gruplandırma

Minimum sayıda valf kullanmak için hareket sırası iki gruba ayrılır. Gruplandırmada bir silindir bir grupta bir kez bulunabilir.

A+, B+, / B-, A- /

Gruplar arasında geri besleme gereklidir.

- Ø Silindirler ve impuls valfleri (Çift hava uyarılı 4/2 yön valfleri) çizilir. Devre diyagramı Blok yöntemi ile kurulurken silindirler genellikle impuls valfler ile çalıştırılır.

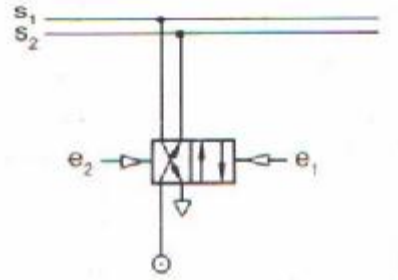
Ø Elemanların adlandırılması

Adlandırmada harf kullanılması tavsiye edilir.

Ø Kaskad veya kayıt kaydırma (sıralama zinciri) formu çizilir ve çıkışlar girişlere bağlanır. Gerekli valf sayısı, istenen çıkış sayısının 1 eksisidir.

Çıkışlar: s_1, s_2, \dots, s_n

Girişler: e_1, e_2, \dots, e_n



Şekil 3.26: Kaskad sıralama zinciri

Ø Ana çıkışlar hazırlanan kontrol devrelerine bağlanır. Başlama anında son konumdan başa geçilecekse son konum basınçlandırılmış olmalıdır.

A+, B+, / B-, A- /
s1 s1

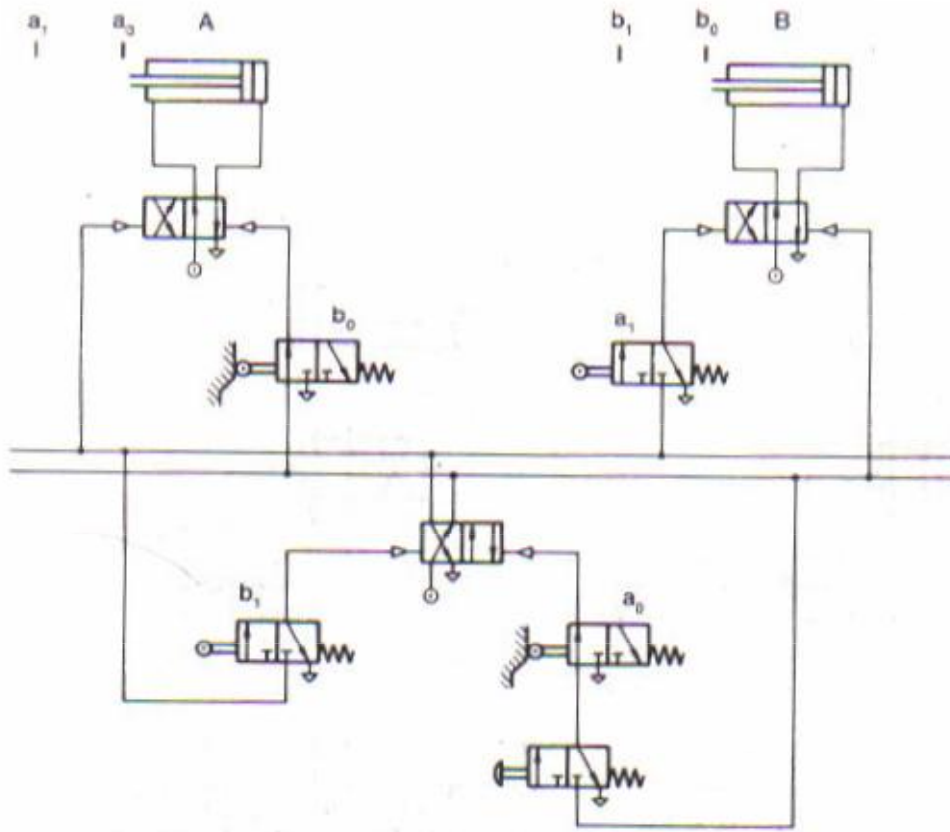
Ø Hareket diyagramından devre diyagramına geçilir.

1-6'ya kadar olan adımlar tamamlandığında taslak tasarım başlatılabilir. Bu arada aşağıda sıralananlara dikkat edilmelidir.

- Hareket diyagramı adım adım transfer edilir.
- Önce ilgilenilen adımda kaskad veya kayıt kaydırmada grup değiştirmenin gerekip gerekmediğine bakılır. Cevap eğer evet ise; uygulanan sinyal doğrudan blokun girişine bağlanır. (bir sonraki çıkışı değiştirmek için) Şimdi mevcut olan çıkış sinyali yapılacak bir sonraki hareketi başlatmak için kullanılır. Sinyal valfinin havası kapatılan (kesilen) bir önceki kontrol devresinin çıkışından alınır. Eğer hayır ise; o adımda çalıştırılan sinyal valfi doğrudan bir sonraki hareketi başlatır ve basınçlı havayı, o an basınçlı havayı taşıyan kontrol hattından alır.

- Eğer bir silindir bir hareket çevrimi sırasında birkaç kez ileri ve geri hareket edecekse silindirin strok sonlarına yerleştirilen sınır anahtarları da birkaç kez çalışacak ve her seferinde başka bir hareket başlatılacaktır. Bu koşul VE kullanılarak yerine getirilebilir. VE valfinin bir girişi o anki basınçlı kontrol hattına, diğer sinyal valfine bağlanır. Yardımcı koşullar ve ilave kilitlemeler ana devrenin tasarımı tamamen bitirildikten sonra devreye ilave edilir. Yine bu işin de adım adım yapılması tavsiye edilir.

Şekil 3-27 alıştırma 2 için blok yöntemi çizilmiş devreyi göstermektedir. Burada da başlama sinyali ilave sınır anahtarı tarafından kilitlenmektedir. Eğer devre diyagramının taslağı bitirilmişse son çizimde sayısal adlandırma kullanılabilir.



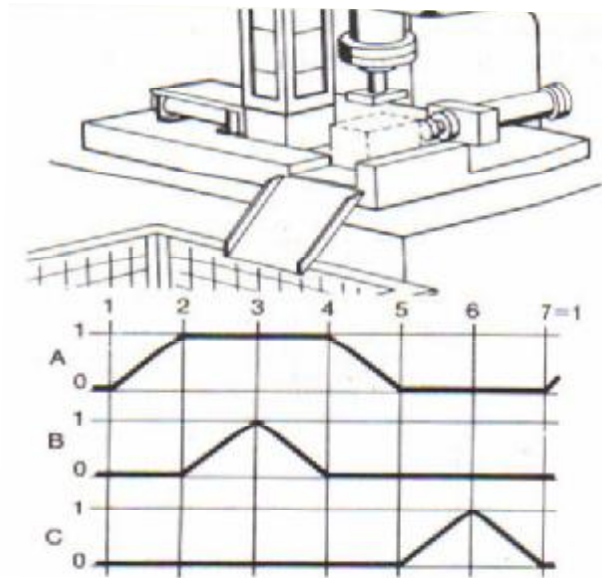
Şekil 3.27: Alıştırma 2 için blok yöntemi ile hazırlanan devre diyagramı

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">Ø Elemanların yerleşimine bakınız.Ø Elemanların özelliklerini kavrayınız.Ø Elemanların elektriksel bağlantı şeklini kavrayınız.Ø Sistemin çalışmasını analiz ediniz.Ø Projeye göre elemanların yerlerini belirleyip montajını yapınız.Ø Sistemi çalıştırıp test ediniz.	<ul style="list-style-type: none">Ø Elemanları yerleştirirken pozisyonlarına dikkat ediniz.Ø Görünüm bakımından uygun yerleşim yapınız.Ø Elemanların özelliklerini iyi kavrayınız. Elemanları doğru yerde kullanmanız buna bağlıdır.Ø Elektriksel olarak bağlantı noktalarını doğru yapınız.Ø Sistemi kurmadan çalışmasını kontrol ediniz.Ø Elemanların yerlerini belirlerken boyutlarını göz önüne alarak montaja hazırlık yapınız.Ø Sistemi çalıştırmadan son kontrolü yapınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Problem: Etiketleme Aparatı



Şekil 3.28: Etiketleme aparatı

Prizmatik parçalar özel bir makinede etiketlenecektir. Parçalar yer çekimi-beslemeli bir magazinden alınıp makinedeki bir mekanik durdurucuya kadar bir silindir yardımıyla itilir ve sıkıştırılır, ikinci silindir etiketi basar, üçüncü bir silindir de parçaları bir sepete atar.

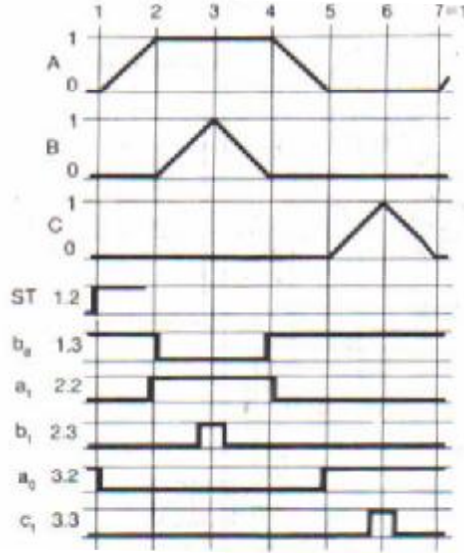
Ek İstekler

- Ø İşlemler otomatik olarak yapılmalıdır. Tek çevrim ve sürekli çevrim şeklinde çalışma seçilebilir olmalıdır. Başlama sinyali bir başlama düğmesi ile verilmelidir.
- Ø Besleme magazini bir sınır anahtarı ile kontrol edilmeli. Eğer magazinde parça kalmadıysa sistem başlama konumunda durdurulmalı ve parça olmadıkça tekrar çalıştırılmaması için kilitlenmelidir.
- Ø Eğer acil durdurma düğmesi çalıştırılmışsa tüm silindirler bulundukları durumdan başlangıç konumlarına dönecekler ve ancak kitleme kaldırıldığında tekrar çalıştırılabilecektir.

Yukarıda yapılan açıklamalara göre hareket ve kontrol diyagramı ile devre diyagramını çizin.

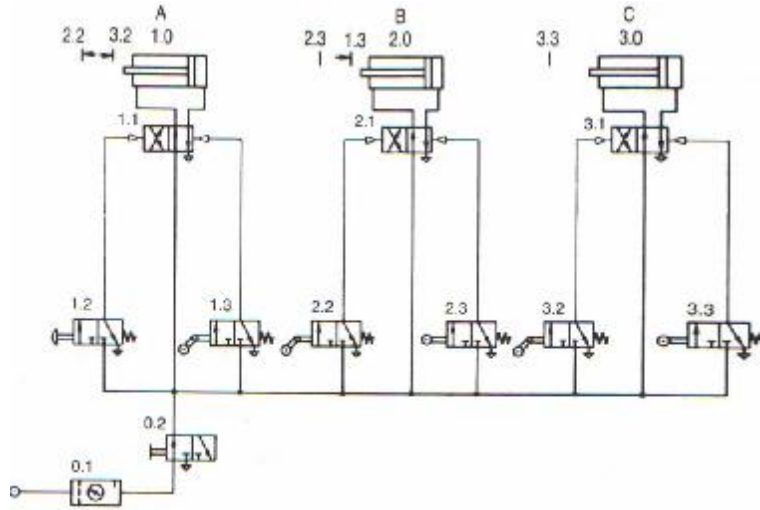
ÇÖZÜM

Önce, devre daha önce bilinen kurallara göre ilave istekler dahil edilmeden çizilir. Öncelikle hareket kontrol diyagramı çizilir. Şekil 3.28 devrenin hareket kontrol diyagramını göstermektedir. Diyagramdan sinyal çakışmasını önlemek için 1.3, 2.2, ve 3.2 valflerinin mafsal makaralı seçilmesi gerektiği tespit edilir.



Şekil 3.28: Akış diyagramı

Şekil 3.29 mafsal makaralı valf kullanılarak kurulmuş bir devre diyagramını göstermektedir.

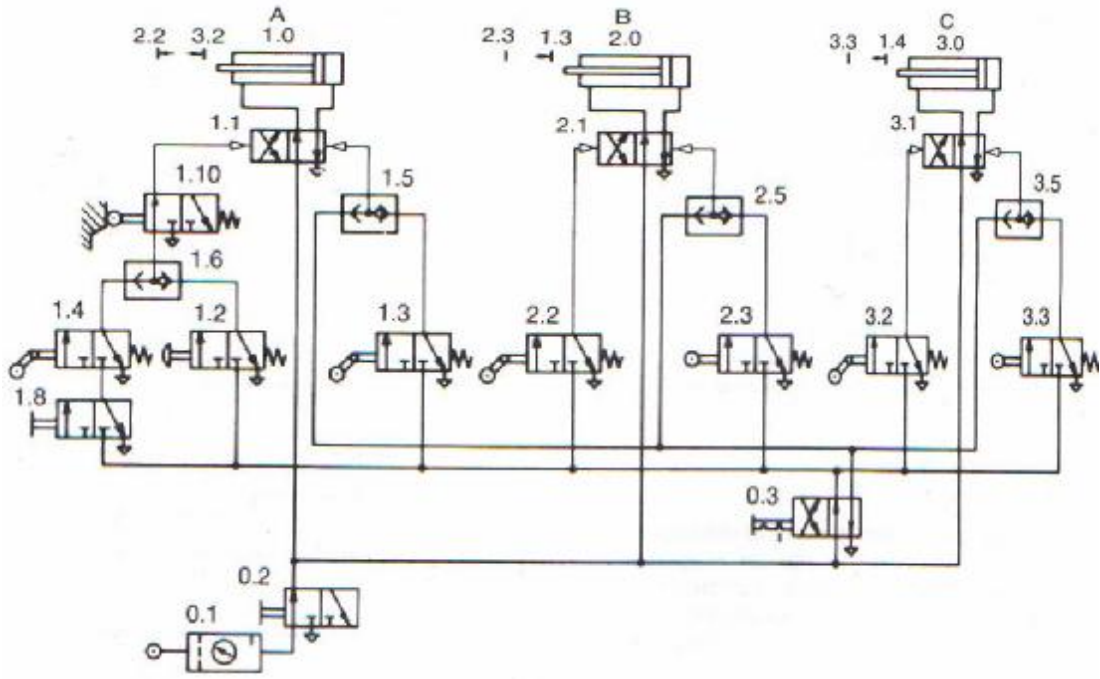


Şekil 3.29: Pnömatik devre diyagramı

Şekil 3-30'daki devrede 1.2, 1.6 ve 1.8 valfleri 1. şartı gerçekleştirmek için gereklidirler. İkinci istek 1.10 valfi ile sağlanır.

Böylece magazinde parça bitince tüm sistem ilk konumunda hareketsiz kalacaktır. Başlama sinyali bloke edilecektir.

Acil durdurma 0.3 valfi kullanılarak silindirlere geri dönüş sinyali verilir ve karşı sinyal önlenir.



Şekil 3.30: Pnomatik devre diyagramı (acil durdurmanın 0.3 ile sağlanması)

DEĞERLENDİRME

Soruları yanlış cevaplamışsanız konuyu tekrar gözden geçiriniz. Soruları hatasız bir şekilde çözümleyinceye kadar tekrar işlemini yapınız. Soruların tamamı doğru cevaplanmış ise diğer öğrenme faaliyetine geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Modülde kazandığınız becerileri aşağıdaki tablo doğrultusunda ölçünüz. Modül değerlendirmeniz sonucunda hayır işaretlediğiniz işlemleri tekrar ediniz. Tüm işlemleri başarıyla tamamladıysanız bir sonraki faaliyete geçiniz.

Komple pnomatik sisteme sahip bir servis, atölye ya da küçük bir fabrikada, pnomatik sistemin parçalarını tanıma, bakım onarımlarını yapma çalışması yapınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
1	Hava ve özelliklerini tanıyabildiniz mi?		
2	Atmosfer basıncını açıklayabildiniz mi?		
3	Pnomatik sistemleri genel kullanım alanlarını bildiniz mi?		
4	Havanın sıkıştırılabilme özelliğini açıklayabildiniz mi?		
5	Havanın sabit basın altındaki değişimini açıklayabildiniz mi?		
6	Havanın sabit hacim altındaki değişimini açıklayabildiniz mi?		
7	Kompresörleri çeşitlerini, özelliklerini tanıyabildiniz mi?		
8	Havanın soğutulmasını önemini, soğutma yöntemlerini bildiniz mi?		
9	Havanın neminin alınmasının önemini, alınma yollarını bildiniz mi?		
10	Havanın içindeki zararlı partiküllerin zararlarını ve temizlenme gerekliliğini bildiniz mi?		
11	Havanın içindeki zararlı partiküllerin temizlenme yollarını bildiniz mi?		
12	Havanın yağlanmasının gerekliliğini bildiniz mi?		
13	Hava basıncının ayarlanmasının önemini bildiniz mi?		
14	Pnomatik sistem tesisatının önemini ve özelliklerini bildiniz mi?		
15	Plastik boruları, özelliklerini bilme, seçim kurallarına uydunuz mu?		
16	Havanın sesinin azaltılmasının gerekliliğini bildiniz mi?		
17	Pnomatik silindirlerin kullanıldığı yerleri bildiniz mi?		
18	Pnomatik silindirleri, yapılarını, özelliklerini tanıdınız mı?		
19	Silindirlerde yastıklama, önemi ve gerekliliğini açıklayabildiniz mi?		
20	Silindirlerde hareket iletimi güç, hava tüketimi problemlerini yapabildiniz mi?		

Değerlendirme tablolarından ilki teorik ikincisi ise pratik değerlendirmedir. Açıklamaları dikkatli okuyunuz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
1	Pnematik sistemlerin ana elemanlarını tanıyabildiniz mi?		
2	Hava hazırlama ünitesini tanıyabildiniz mi?		
3	Kompresörlerin basit bakımlarını yapabildiniz mi?		
4	Pnematik sisteme uygun kompresör seçebildiniz mi?		
5	Pnematik sistemin hava ihtiyacını tespit edebildiniz mi?		
6	Boru ve boru birleştirme elemanlarını tanıma		
7	Pnematik sisteme uygun boru ve Hortum iç çapını belirleyebildiniz mi?		
8	Manometreleri okuyabildiniz mi?		
9	Pnematik silindirleri çalıştırma		
10	Pnematik valfleri çeşitlerini tanıyabildiniz mi?		
11	Pnematik motorları tanıma		
12	Pnematik devre çizimlerini kurallarına uygun yapabildiniz mi?		
13	Pnematik sistemde parçaları değiştirebilme, arızalarını giderebildiniz mi?		

Bu kısımdaki işlemleri mutlaka uygulayarak kendinizi değerlendiriniz

Verilen modül değerlendirme tablolarından kendinizi kontrol ediniz. Yeterli olduğunuzdan emininseniz öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	C
2	B
3	D
4	B
5	C
6	A
7	A
8	C
9	Şartlandırıcı
10	Filtre
11	D
12	Pnوماتik Silindir
13	A
14	D
15	B
16	Valf
17	Çek Valf
18	A
19	C
20	B
21	B
22	C
23	D
24	C

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	C
2	B
3	A
4	D
5	B
6	B
7	C
8	C
9	D
10	A

ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- Ø www.festo.com
- Ø www.modultechnik.com
- Ø [www. Norgren.de](http://www.Norgren.de)
- Ø www.legris.com
- Ø www.directindustry.com
- Ø www.boschrexroth.com
- Ø www.hoerbiger-origa.com

KAYNAKÇA

- Ø AKDOĞAN Ahmet; R. Engin TURGAY, **Otomasyon Sistemleri (Elektropnömatik)**, İstanbul, 1997.
- Ø Art Systems; FESTO Didactic, **Pnömatik**
- Ø FESTO; Temel Seviye **Pnömatik Eğitim Seti Kullanım Klavuzu**,
- Ø FESTO DİDACTİC; **Temel Seviye Pnömatik (Alıştırma Kitabı) TP 100**, 2000.
- Ø ÖZCAN Fatih, Şemsettin Işıl, Ayhan Kırıcı, **Pnömatik Akışkan Gücü**, İstanbul, 1986.
- Ø PATIENT Peter, Ray PICKUP, Norman POWEL, **Pnömatik** Milli Eğitim Bakanlığı 1994.
- Ø **Pnömatik Arıza Arama Becerisini Geliştirme**, Milli Eğitim Bakanlığı, 1994.
- Ø **Pnömatik Devre Elemanları Ve Uygulama Teknikleri**; Makina Mühendisleri Odası 2001.
- Ø **Temel Pnömatik**, Milli Eğitim Bakanlığı, 1994.