



PNÖMATİK KONTROL DEVRELERİNİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMI

M. Sinan GÜZELBEY
Sedat BAYSEÇ

ÖZET

Birbirini takip eden olay zincirlerinin otomasyon problemi en basitçe, uygun şekilde tasarlanmış pnömatik kontrol devreleri kullanarak çözülür. Bu şekilde çalışan pnömatik sistemlere "Kaskad Sistemler" denmektedir. Bu tür sistemlerin tasarımı yaygın bir şekilde bilinmekte ve doküman haline getirilmiş olmakla birlikte özellikle karmaşık sıralandırma problemleri için uygulanması oldukça zor ve zaman alıcı olabilmektedir. Bilgisayar ve PLC kontrolüne göre bu katı mantık uygulaması daha güvenilir, uygulaması ve bakımı kolay ve daha ucuz olmaktadır. Bu çalışmada geliştirilen metotlarla daima sözel olarak anlatılan tasarım süreci önce bir algoritmaya dönüştürülmüş, daha sonrada Borland Delphi 7.0 dilinde yazılmış bir program haline getirilmiştir. Bilgisayar programının çıktısı farklı renklerle kodlanmış hava hatları ile birbirine bağlanmış ISO standart pnömatik semboller ile gösterilmiş bir devre resmi halindedir. Program kullanıcıların kolay kullanabildiği, basit ve hızlı bir programdır.

ABSTRACT

Automation problems concerning the sequencing of successive events can most simply be obtained by appropriately designed pneumatic control circuits. These pneumatic systems are called Cascade systems. Although the design of these systems is well known and documented, doing it free hand may be quite difficult and laborious especially for complicated sequences. Contrary to computer or PLC control, solid logic is more reliable, easier to implement and maintain, and is cheaper. In this study, some methods are created. The design procedure, which is always given in verbal form, is converted into an algorithm first and a computer program written in Borland Delphi 7.0. Output of the computer program is in form of a circuit diagram comprising of ISO standard pneumatic symbols and color coded pipelines. The program is user friendly, easy to use and fast

1. GİRİŞ

Pnömatik sistemler modern endüstriyel dünyada önemli yer tutmaktadır. Pnömatik devreler birden fazla pnömatik silindirlere oluşabilir. Kaskad pnömatik devre sistemasisine göre birbiri ardına hareket eden silindirlerin pistonlarının dışarıya çıkması ve ters hareket olarak içeri girmesi gerekmektedir. Bu hareket düzeni endüstrideki prosesin uygulanmasına göre düzenlenmektedir. Bu şekilde birden çok silindirlere oluşan devrelerin kontrolünü PLC ile yapmak mümkündür. Ancak dijital kontrol elamanlarının da bazı zorlukları ve sorunları vardır. Bu nedenle bu çalışmada devre kontrolü mekanik valflerle yapılmıştır. Bilgisayar kontrolünün aksine mekanik kontrol daha güvenilirdir, kurulumu ve çalıştırılması daha kolaydır. Bu sebeplerden dolayı temiz çalışan paketleme makinalarında, gıda makinalarında, kozmetik makinalarında, pnömatik devrelerin otomasyonu oldukça yaygındır. Pnömatik valflerle sağlanan kontrollerin bazı avantajları aşağıda verilmiştir.



- Pnömatik kontrol parçalarının ekonomik olması
- Anlaşılmasının ve uygulanmasının kolay olması
- Kurulumunun kolay ve ekonomik olması
- Devrenin hazırlanmasının kolay olması
- Daha güvenilir olması
- Elektrikle çalışan cihazlara ve elektrik malzemelerine ihtiyaç olmaması

Pnömatik kontrolün avantajlarının dışında dezavantajları da bulunmaktadır.

- Sadece basit otomasyon problemleri için uygulanabilir
- Harici karışıklıklarda kendini adapte edemeyebilir.
- Basıncılı hava kaynağına ihtiyaç vardır
- Karmaşık devrelerin oluşturulması zaman alıcıdır ve deneyimli kişilerce yapılmaktadır

Bu çalışmada hazırlanan metotlar sayesinde yukarıda belirtilen dezavantajlar kısmen sorun olmaktan çıkmıştır. Tasarımı yapılan bilgisayar programı ile istenilen otomasyon problemi için bağlantı şeması anında görülmektedir. Ayrıca sadece basit problemleri değil, istenilen zorlukta problemleri anında çözmektedir.

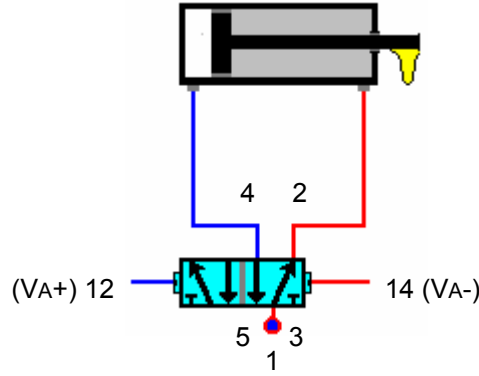
2. PNÖMATİK DEVRE YAPISI

Program iki ana bölümden oluşmaktadır: ilki pnömatik devre bağlantı kodlarını hazırlar, ikincisi ise hazırlanan kodlara göre pnömatik devrenin şematik şekli oluşturur. Programın ismi "PNEUDESIGN" olarak seçilmiştir. Programın amacı kaskad bir sistemde silindirlerin istenilen hareket sıralamasına göre pnömatik valfler arasındaki basınçlı hava kanallarının nerden nereye olduğunu belirlemek ve gösterilmesidir. Bağlantıların oluşturulmasını sağlayan metot bu çalışmada geliştirilmiştir. Geliştirilen metot ile tasarlanan devrelere ait silindir sayısı yada hareket sıralaması için kısıtlama yoktur. Metot oldukça kolay ve anlaşılırdır. Bu sayede tasarımı yapılacak devrenin oluşturulması için sadece bilgisayar programı ile değil, kağıt üzerinde dahi devreler oluşturulabilir

Devrenin meydana gelmesi için asgari 3 tip pnömatik elmana ihtiyaç vardır, bunlar;

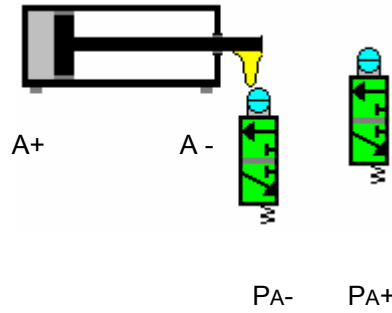
1. Çift etkili pnömatik aktuatörler
2. 5 yollu 2 konumlu pnömatik valfler
3. 3 yollu 2 konumlu pnömatik valfler

Genel anlamıyla aktuatör terimi, akışkan enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren araç olarak tanımlanır. Aktuatörler doğrusal yada dairesel hareket yaparlar. Bu çalışmada aktuatörün pistonunun ileri veya geri hareket etmesini basınçlı havanın iletimi ile olması gerekmektedir. Bu nedenle silindirin her iki tarafında basınçlı hava girişi olan çift etkili pnömatik aktuatörler kullanılmıştır. Her pnömatik silindirin hareketi 5 yollu 2 konumlu pnömatik valflerle kontrol edilir. Pistonun hareketini belirleyen 5/2 valfler "kontrol valfleri" olarak nitelendirilir. Kontrol valfini yönlendirmek için yine basınçlı hava kullanılmaktadır. Şekil 1'de Pistonu yönlendiren kontrol valfi görülmektedir. 5 yollu 2 konumlu valflerin programda kullanıldığı diğer yer ise gurup hatlarını besleyen basınçlı havanın iletimini sağlayan kısımdır. Burada bulunan 5/2 valflere kaskad valfleri denir.



Şekil 1. Çift etli silindir ile 5/2 kontrol valfi bağlantısı

Silindirden çıkan pistonun konumunu algılayan 3 yollu 2 konumlu pnömatik valfler, pistonun uzamaya başladığı ve bittiği yerlere konumlandırılır. Bu valflerin (pilot valfleri) çalışması için pistonun tetikleme gerekir. Şekil 2'de başlangıç konumundaki pilot valfine gelen basınçlı hava çalışarak havanın iletimini gerçekleştirir. Pilot valfinden çıkan hava kontrol valfinin sinyal girişine yada kaskad valfinin sinyal girişine bağlantılı olacaktır.



Şekil 2. 3/2 pilot valflerinin bir silindir için konumlanması

Çözüm Teknikleri

Pnömatik devre probleminin birden çok çözümü olabilir. Bu çözümlerin içinden en az pnömatik eleman ile sağlanan ideal çözümdür. Bu çalışmada tüm devreler kaskad sisteme göre uyarlanarak çözülmüştür. Olası problemler arasında basit devreler kaskad valfi kullanılmadan da çözüme ulaşır. Basit devre problemlerinin sayısı diğer problemlere nazaran oldukça azdır. Bu sayede basit devre problemlerini tespit etmek mümkündür. Pnömatik devre problemlerinde prosesin ihtiyacına göre pistonların hareketi çeşitlilik gösterir. Buna göre pistonlar belirlenmiş bir düzene göre hareket etmesi istenir. 3 tip hareket düzeni olabilir:

- Olayları temel alan hareket
- Zamanı temel alan hareket
- Hem olayları hem de zamanı temel alan hareket

Genellikle proseslerde olayların temel alınması daha önem arz etmektedir. Bu nedenle oluşturulan metot, olayları temel almaktadır. Bu çalışmada hazırlanan bilgisayar programı ile pnömatik devre problemlerinin çözümü, hava kanalı bağlantılarının yapılması ile sağlanmıştır. Program sonucunda oluşan çözümlerden daha sonra pistonların hareketinde zamanlama yapılması gerektiğinde, zaman



sayacının istenilen pistonlardan önce yerleştirilmesi ile çözüme rahatlıkla ulaşılır. Program, bilgisayar ekranına sığması için 5 silindire göre düzenlenmiştir. Her silindire alfabetik sıraya göre etiket verilmiştir. Pistonun ileri çıkma hareketi “+” , içeri girme hareketi ise “-“ işaretleri ile anlaşılmaktadır. “A+” sembolü; A pistonunun ileri çıkması anlamına gelir. “A-” sembolü; A pistonunun içeri girmesi anlamına gelir. “A+ B+ A- B-“ devresini göz önüne alırsak:

- Döngünün başlaması
- A pistonunun dışarı çıkması (A+)
- B pistonunun dışarı çıkması (B+)
- A pistonunun içeri girmesi (A-)
- B pistonunun içeri girmesi (B-)
- Döngünün sona ermesi

Pnömatik devre kurulurken aşağıda maddeler halinde belirtilen yol izlenir. Sıralama olarak “A+ B+ B- A-“ devresi göz önüne alınmıştır.

1. Devre sıralaması gruplara ayrılır. Her grupta silindir harflerinden birer tane olmalıdır.
A+ B+ / B- A-
Group I / Group II
2. Silindireler, kontrol valfleri, ve pilot valfleri yerleştirilir.
3. Devre çiziminin en alt kısmına kaskad valfleri yerleştirilir. 5 yollu 3 konumlu valfler kaskad valfi olarak kullanılmışsa grup sayısının bir eksiği kadar kaskad valfi eklenmesi gerekir. Bu örnekte 2 tane grup olduğunda 1 adet kaskad valfi yerleştirilir.
4. Kaskad valfinin üzerine grup çizgileri yerleştirilir. Bu örnekte 2 tane grup olduğundan alttan başlayarak 1. grup çizgisi ve onun üzerine 2 grup çizgisi yerleştirilir.
5. Döngü grup-1’in 1. elemanı olan “A+” ile döngü başlar. Bu yüzden çalıştırma butonu grup-1 çizgisi ile A silindirinin kontrol valfi arasına yerleştirilmelidir.
6. A silindirinin pistonu uzamaya başlar. Pistonun uzadığı son noktada bulunan “A+” pilot valfi grup-1 içinde olduğundan basınçlı hava girişini grup-1 çizgisinden alır. Kontrol valfi “VB” sıradaki adım olan B pistonunun ileri çıkmasını sağlayacaktır.
7. B pistonu uzar. Bu hareket hala grup-1 e ait olduğundan pilot valfi “PB+” basınçlı hava girişini grup-1 çizgisinden alır. “PB+” valfinin sinyal çıktısı kaskad valfinin yönünü değiştirerek daha önce grup-1’e verilen basınçlı hava bu adımdan sonra grup-2 ye verilmeye başlanır.
8. Grup-2 ye direkt bağlı olan kontrol valfi “VB”nin ‘ - ’ sinyal girişine hava iletimi sağlanır. Bu sayede B pistonu içeri girecektir.
9. B pistonu içeri girdiği zaman “PB-“ pilot valfi devreye girer, “PB-“ pilot valfinin sinyal çıktısı kontrol valfi “VA-“nın ‘ - ’ kısmına bağlanarak A pistonunun içeri girmesini sağlar.
10. A pistonu içeri girdiği zaman “PA-“ pilot valfi devreye girer, “PA-“ pilot valfinin sinyal çıktısı kaskad valfinin yönünü döngünün başlangıcındaki konumuna getirir. Grup-2’ye verilen basınçlı hava kesilerek Grup-1’e verilmeye başlanır.
11. Pistonlar bir döngüyü tamamlamışlardır. Stop butonuna basılmadığı sürece döngü tekrarlamaya devam edecektir.

Bahsedilen pnömatik devrenin program çıktısı Şekil 3.’de görülmektedir. Şekil 1 ve Şekil 2 de belirtilen kontrol valflerine ait giriş-çıkış portlarının ve pilot valflerinin kendilerine verilen kodları görülmektedir. Şekil 1 de kontrol valfi-A, A silindirinin pistonunun içeriye girmesini sağlamıştır. Kontrol valfi-A nın sol tarafına bağlanan “VA+“ (12. port) sinyal giriş hattına basınçlı hava geldiğinde ve “VA-“ sinyal girişindeki basınç etkisi kaldırıldığında kontrol valfi içindeki mekanizma hareket ederek pistonu hareketlendiren ana basınçlı hava kaynağının yönü değişip pistonun sol tarafına basınçlı hava dolar, böylece piston kolu ileri çıkmaya başlar. Bu mantık pnömatik devrelerin çalışmasındaki temel prensiptir. Bu çalışmada gruplama sıralamanın baştan ileri doğru bölmelere ayrılması ile yapılmaktadır. Pilot valflerinin ve kontrol valflerinin geliştirilen metot içinde kullanılması için sayısal kodlar verilmiştir, bu kodlar aşağıdaki tablolarda gösterilmektedir.

**Tablo 1.** Kontrol valflerine ait program kodları

Sinyal girişi	VA+	VB+	VC+	VD+	VE+	VA-	VB-	VC-	VD-	VE-
Kodlar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Tablo 2. Pilot valflerine ait program kodları

Pilot valfleri	PA+	PB+	PC+	PD+	PE+	PA-	PB-	PC-	PD-	PE-
Kodlar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3. PROGRAM YAPISI

Pnömatik devre tasarımı için geliştirilen metot, yazılım programlama dili Delphi 7,0 kullanılarak hazırlanmıştır. Tasarlanan bilgisayar programı için kullanıcı iki çeşit veri girmektedir. Pnömatik devrenin kaç adet silindirden oluşacağı ve pistonların hareket sıralamasının belirlenmesi. Kontrol devresinin oluşması için yeterlidir. Program şimdilik kullanıcıya, pnömatik elemanların devre içindeki yerleşimini ve bu elemanlar arasındaki basınçlı hava boru hatlarının bağlantılarını göstermektedir. Program iki temel formdan oluşmaktadır. Birinci formdaki (Sequences); veriler çalışması istenen silindir sayısı ve istenen hareket sıralaması kullanıcı tarafından kolayca girilir. İkinci formda ise girilen parametrelere göre devre meydana gelip bilgisayar ekranında görüntülenir. Şekil 3 de tasarlanan bilgisayar programının ilk formu görülmektedir.

Şekil 3. "PNEUDESIGN" programının veri giriş sayfası

3.1. Gruplandırma Tekniği

Gruplandırma pnömatik devrenin tasarımı için çok önemli bir adımdır. Sıralamanın başından başlayarak grup numaraları verilir. Her grup içinde hareket işaretlerine bakılmaksızın her silindir harfinden birer tane olacak şekilde baştan sona doğru gruplandırma yapılır. Son grup içindeki elemanlar 1. grup içine kurallara uyararak dahil olup olmadığına bakılır. Dahil olabilecek durumda ise son grup iptal edilir ve elemanları 1. Gruba sırayı bozmadan yerleştirilir.



Örnek 1: A+ B+ B- C+ A- C-

Gruplandırmanın ilk basamağı: A+ B+ / B- C+ A- / C-
Grup I / Grup II / Grup III

Gruplandırmanın ikinci basamağı C- A+ B+ / B- C+ A-
Grup I / Grup II

Gruplandırma yapılan elemanların her biri program hafızasına matris formatında kayda alınır. Kayıt kodu: GR [n , i] ;
n; grup numarası
i; elemanın grup içindeki sırası.

GR [1 , 1] = 'C-'

GR [1 , 2] = 'A+'

GR [1 , 3] = 'B+'

GR [2 , 1] = 'B-'

GR [2 , 2] = 'C+'

GR [2 , 3] = 'A+'

Her grup içindeki elemanların sayısı tespit edilir, G [n], n; grup numarası.

G [1] = 3

G [2] = 3

Pnömatik devrenin kaç adet gruptan oluştuğunu tespit edilir. Program kodu; "Gend".

Gend = 2

Gruplandırmanın ardından toplanan verilere göre pnömatik elemanların belirlenmesi sağlanır.

Sıralama: A+ B+ B- C+ A- C-
Silindir Sayısı: 3 (A, B, C),
Pilot valfleri sayısı: 6 (PA+, PA-, PB+, PB-, PC+, P C-),
Kontrol valfleri sayısı: 3 (VA, VB, VC),
Kaskad valf sayısı: 1 (Gend-1).

3.2. Geliştirilen Metot

Basınçlı hava hatlarının bağlantılarının yerleştirilmesi için 5 prosedür kullanılır:

1. Grup hatları ile pilot valflerinin hava girişleri arasındaki bağlantıları
2. Pilot valflerinin çıkışı ile kontrol valflerinin sinyal girişleri arasındaki bağlantılar
3. Pilot valflerinin çıkışı ile kaskad valflerinin sinyal girişleri arasındaki bağlantılar
4. Kaskad valfleri arasındaki bağlantılar
5. Grup hatları ile kaskad valflerinin sinyal girişleri arasındaki bağlantıları

Kontrol valflerine bağlanan ana basınçlı hava girişi bağlantısını direkt kompresörden alır. Kaskad valfinin sadece en altta olanı (1. kaskad valfi) ana hava giriş bağlantısını kompresörden alır. Önceki örneği ele alırsak iki tane grup bulunmaktadır. Grup içindeki elemanların pilot valfleri hava girişlerini ait olduğu grup hattından alır. Programda "Hava girişi" prosedürü bu bağlantıları yönetir. Hazırlanan prosedürler, bağlantı matrisleri oluşturur. Matrisler ikinci formda işlenerek hat çizgilerini meydana getirir.



Grup-I : 'C- A+ B+'

Grup-II : 'B- C+ A-'

"Hava girişi" algoritması grup elemanlarını pilot valfleri olarak algılar:

Grup-I : 'PC- PA+ PB+'

Grup-II : 'PB- PC+ PA-'

Buna göre 'PC-', 'PA+' ve 'PB+' pilot valfleri grup-I hattından aldıkları basınçlı hava ile sinyal gönderirler. Aynı şekilde 'PB-', 'PC+' ve 'PA-' pilot valfleri de grup-II hattından aldıkları basınçlı hava ile sinyal gönderirler. Hat çizim programında kullanılacak matrisler için Tablo 2 de verilen sayısal kodlar kullanılır. Kod ismi, "Air" olarak belirtilmiştir.

- Air [m , n]

m; Pilot valfinin sayısal kodu

n; grup numarası

'P C-' pilot valfi "Hava girişi" bağlantı matrisi: Air [8,1]

Hazırlanan ikinci algoritma pilot valfleri ile kontrol valfleri arasındaki bağlantıları gerçekleştirir. Her pistonun konumunu belirleyen iki tane pilot valfi vardır. "Pilot bağlantıları" prosedürü programdaki bağlantıları yürütür. Algoritma her grup için ayrı ayrı kodlar oluşturur. Oluşturulan algoritma bir grup içindeki ilk elemanı pilot valfi, ondan sonraki elemanı kontrol valfi olarak algılar. Bunun sonucunda Tablo 1 ve Tablo 2 de verilen nümerik kodlar kullanılarak bağlantı matrisi ("Pil") oluşturulur. Yöntem grup içindeki son elemana (G[n] – 1) kadar devam eder. Yöntem diğer gruplar içinde uygulanır.

1. Adım GR [1, 1] = 'PC-'

2. Adım GR [1, 2] = 'VA+'

1. adımın sayısal kodu = 8

2. adımın sayısal kodu = 1

Bu iki adım bir bağlantının başlangıç ve bitiş yerini tayin eder. "PC-" pilot valfinin çıkışından VA+ kontrol valfi sinyal girişine bağlantının yapılacağını gösterir.

- Pil [x , y]

= Pil [8, 1]

Diğer prosedür pilot valfleri çıkışı ile kaskad valflerinin sinyal girişleri arasındaki hat bağlantısı olacaktır. Pnömatik devre ilk çalışmaya başladığında girişleri grup-I hattına bağlı olan pilot valflerinin hareket etmeye başlar. Devrenin devam edebilmesi için grup-I hattındaki havanın boşaltılıp basınçlı hava grup-II hattına verilmesi gerekir. Bunu sağlamak için "Kaskad değişimi" prosedürü hazırlanan yöntemi uygular. Prosedür, belirtilen sıralamadaki her grup içinde bulunan son elemanı pilot valfi olarak algılar. Algılanan pilot valflerinden çıkan hava kaskad valfinin yönünü değiştirir. Kaskad valflerinin program kodları grup sayısına göre değişkenlik gösterir. Tablo 3 de kaskad sinyal giriş kodlarının hangi koşullarda ne olacağı gösterilmiştir.

**Tablo 3.** Kaskad valfinin sinyal girişlerinin program kodları

Gend (grup sayısı)	2 gruplu		3 gruplu		4 gruplu		5 gruplu	
	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ
Kaskad Valfi yönü								
Kaskad Valfi 1 (en üstteki)	1	11	2		3		4	
Kaskad Valfi 2			1	11	2		3	
Kaskad Valfi 3					1	11	2	
Kaskad Valfi 4 (en alttaki)							1	11

Yerleştirilen kodlar çizim formu tarafından çağrılacak bağlantı matrisi ("Cas") haline getirilir. Grup içindeki son elemanın bulunması için programda şu algoritma hazırlanmıştır;

GR [n , G [n]]
n; grup numarası

Aşağıda verilen bağlantı kodu birinci gruptan başlayarak sondan bir önceki grubun "Cas" bağlantılarını oluşturur.

- Cas [kod (GR [n, G[n]]) , n] (Grup-I den [Grup-(Gend-1)] e kadar)

Son grubun bağlantısı birinci (en alttaki) kaskad valfinin sağ tarafına bağlanır. Bu bağlantıya basınçlı hava verildiğinde pnömatik devrenin bir döngüsü bitmiş yeni bir döngüye başlamış olur.

- Cas [kod (GR [Gend, G[Gend]]) , 11] (Grup-[Gend] için)

Önceki örneği göz önüne alırsak, grup sayısı "Gend" = 2.

GR [1 , G[1]] elemanı Grup-I in son elemanıdır.

G [1] = 3

GR [1, 3] = 'B+', Program bu elemanı pilot valfi olarak algılar (PB+).

Bağlantı matrisinin oluşacağı grup numarası toplam grup sayısından küçük ise Tablo 2 deki kod karşılığı 2 dir.

Cas [2, 1] :Grup-I in oluşan bağlantı matrisi.

GR [2 , G[2]] elemanı Grup-I in son elemanıdır.

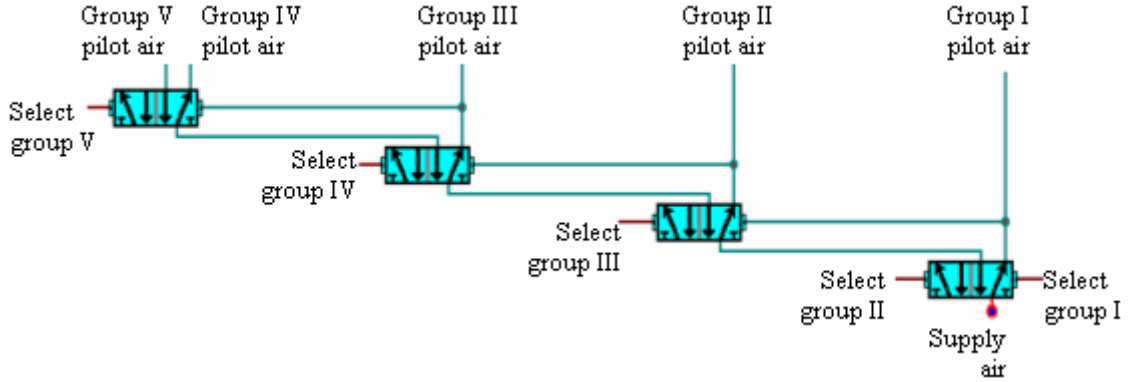
G [2] = 3

GR [2, 3] = 'A-', program bu elemanı pilot valfi olarak algılar (PA-). Tablo 1 deki kod karşılığı 6 dir.

Bağlantı matrisinin oluşacağı grup numarası toplam grup sayısına (Gend) eşit olduğundan bağlantı kaskad valfinin sağ tarafına yapılır. Buna göre sağ tarafa yapılan bağlantıların kodunun 11 olduğu Tablo 3 de belirlenmiştir.

Cas [6, 11] : Grup-II için oluşan bağlantı matrisi.

Bu örnekte iki grup olduğundan bir adet kaskad valfi gerekmektedir. Bu yüzden ilk bağlantı valfin sol tarafına yapılarak basınçlı havanın grup-II hattına iletilmesi sağlanır. Pistonların bir döngü içerisindeki hareketi tamamlandığında tekrar başa dönmek için kaskad valfinin yönü Cas[6, 11] bağlantısının çalışması ile eski haline gelir ve yeni bir döngüye başlanır. Şekil 4 de beş gruba göre hazırlanmış kaskad valf bağlantıları gösterilmektedir. Bir pnömatik devrede oluşan kaskad valfleri arasındaki bağlantılar sadece grup sayısına göre değişkenlik gösterdiğinden programın hafızasına bu bağlantı çizimleri yerleştirilmiştir.



Şekil 4. Kaskad valfleri arası bağlantıları

Son olarak kontrol valflerinin sinyal girişlerine grup hatlarından yapılan bağlantılar oluşturulur. Bilgisayar programı "Kontrol Valfi Değiştirme" prosedüründe bağlantı matrislerini oluşturur. Prosedür, her grup içinde bulunan ilk elemanı kontrol valfi olarak algılar. Algılanan kontrol valfinin sayısal kodu oluşturulacak bağlantı matrisinin ilk parametresi olarak yerleştirilir. İkinci parametre ise elemanın içinde bulunduğu grup numarasıdır. Oluşturulan matris "Cont" isminde bilgisayar hafızasına kaydedilir. GR [n, 1] = n. grubun ilk elemanının tespiti.

z : n. grubun ilk elemanının sayısal kodu (Tablo 1)

- Cont [z , n]

Önceki kullandığımız örneği ele alırsak;

GR [1, 1] = 'C-', "Kontrol valfi değiştirme" prosedürü bu elemanı "VC-" olarak algılar.

Kod "VC-" = 8,

Cont [8, 1]

GR [1, 2] = 'B-', "Kontrol valfi değiştirme" prosedürü bu elemanı "VB-" olarak algılar.

Kod "VB-" = 7,

Cont [7, 2]

Oluşturulan "Cont" matrislerine göre grup-I hattına basınçlı hava verildiğinde sinyal komutu, kodu 8 olan kontrol valfi sinyal girişini uyarır. Aynı şekilde grup-II hattına basınçlı hava verildiğinde kodu 7 olan kontrol valfi sinyal girişini uyarır. Böylece uyarılan kontrol valfleri pistonların hareketine yön verir. Bir pnömatis devrede, silindir sayısı kadar kontrol valfi bulunur. Her kontrol valfinin ikişer tane sinyal girişleri vardır. Her devrede, grup sayısı (Gend) kadar "Cont" bağlantısı, kontrol sinyal girişlerine bağlanır. Bağlantısı yapılmayan kontrol sinyal girişlerine "Pil" bağlantısı yapılır. Böylece kontrol valfine, "Pil" veya "Cont" matrisleri bağlantı oluşturur. Her pilot valfinin sinyal çıkışı ya kaskad valfini yada kontrol valfini uyarır. Örnekte kullanılan matrislerin tümü ve devrenin son hali Şekil 5 de verilmiştir.

Program çıktısı olarak hazırlanan çizimlerin olabilecek tüm olasılıkları bilgisayarın veri tabanına yüklenmiştir. Çizim programı oluşturulan matrisleri bilgisayar hafızasından alarak devrenin ihtiyacı olan bağlantıları çizer.

Devre sıralaması: "A+B+B-C+A-C-":

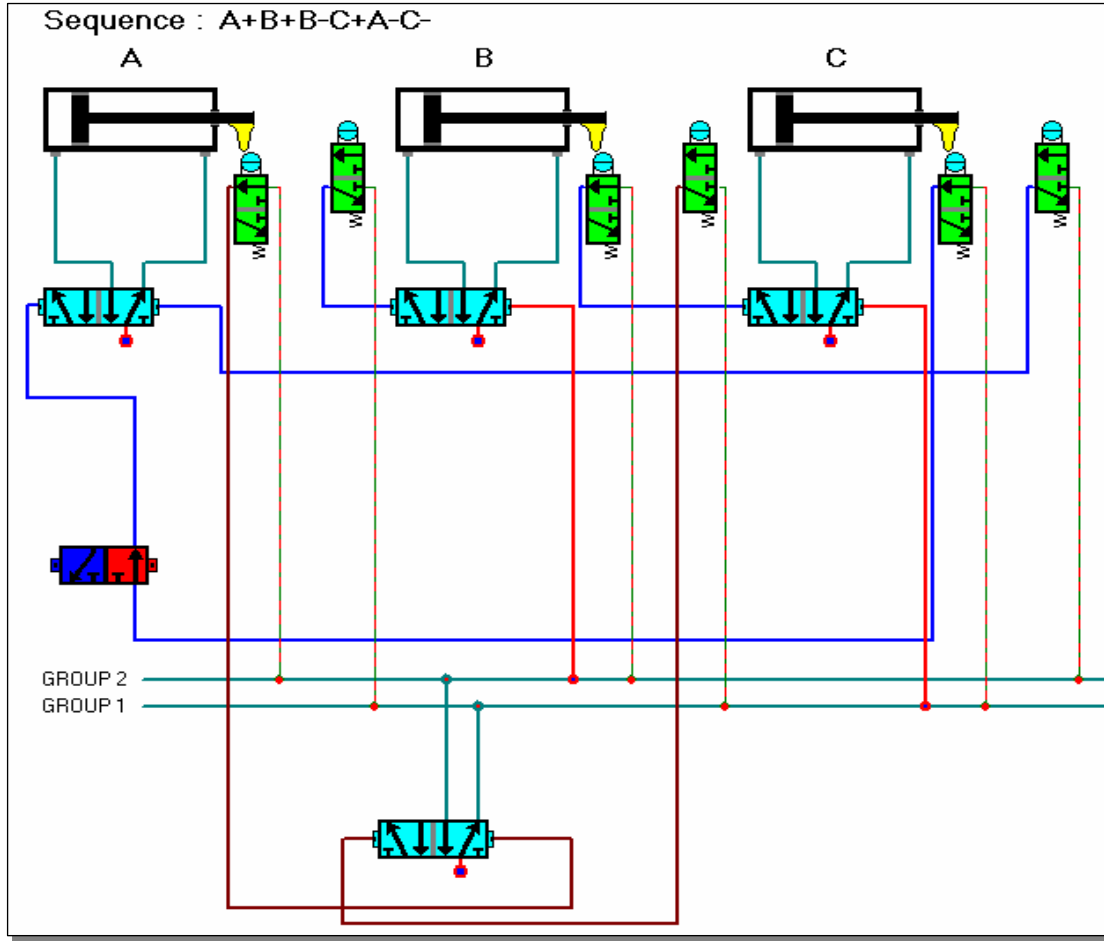
Air [8, 1], Air [1, 1], Air [2, 1], Air [7, 2], Air [3, 2], Air [6, 2]

(Kırmızı-yeşil kesikli çizim)

Cas [2, 1], Cas [6, 11] (Kahverengi çizim)

Cont [8, 1], Cont [7, 2] (Kırmızı çizim)

Pil [8, 1], Pil [1, 2], Pil [7, 3], Pil [3, 6] (Mavi çizim)



Şekil 5. Bir pnömatik devreye ait program çıktısı

SONUÇ

Pnömatik devrelerin hazırlanmasında genellikle tecrübeye dayanan tasarımlar yapılmaktadır. Bu çalışmada devrenin hazırlanmasına yönelik yeni metotlar oluşturulmuştur ve bu metotlar bilgisayar programına aktarılmıştır. Amaç pnömatik devrelerin, valfler arasındaki bağlantılarının kolayca belirlenmesidir. Bu amaca ulaşılmıştır. Karmaşık pnömatik devrelerin kontrolünü yapmak oldukça güçtür. Bunun için bilgisayardan yardım alınmıştır. Tasarlanan bilgisayar programı, devreleri görsel bir şekilde oluşturmaktadır. Bağlantıların birbirine karışmasını önlemek için tüm olası çizimler program hafızasına, koordinatları belirlenmiş bir şekilde yerleştirilmiştir. Ayrıca pnömatik devrede oluşan basınçlı hava hatları birbirlerinden farklı olarak renklendirme yapılmıştır. Program her türlü bilgisayarda kolayca çalışabilecek yapıdadır. Yapılan araştırmalara göre interaktif şekilde çalışan Pnömatik devre tasarımı yapan bilgisayar programına rastlanılmamıştır. Bazı devre tasarım programları, hafızasına olası devrelerin tasarımları yerleştirilerek, kullanıcı devreyi seçip bilgisayar ekranında görünmesinden ibarettir. Pnömatik bilgisayar programı uygulamaları genellikle devre analizine yönelik hazırlanmıştır. Bu tür programlarda devre kullanıcı tarafından oluşturulur. Programın görevi devreyi tasarlamak değil, devrenin çalışıp çalışmadığını belirlemek ve bazı analiz sonuçları çıkarmaktır.



Hazırlanan "PNEUDESIGN" programının geliştirilmesi mümkündür. Programda oluşan pnömatik devre hareketsiz kalmaktadır. Temelde pistonların, valflerin ve bağlantı çizgilerinin simülasyonu düşünülerek program hazırlanmıştır. Bu konudaki çalışmalar sürmektedir. Oluşturulan pnömatik devreler istenilen hareket sıralamasını sorunsuz bir şekilde gerçekleştirmektedir. Gaziantep Üniversitesi Makine Mühendisliği laboratuvarında bulunan Festo Didactic deney düzeneğinde yapılan birçok deneyde, ilk andan itibaren devre tasarımları başarılı sonuçlar vermiştir. Pnömatik devrenin bağlantıları bilgisayar programı sayesinde oluşturulduğundan kullanılan elemanlara ilaveten "VE", "VEYA" valfleri, kısılma valfi ve zaman sayacı gibi elemanların yerleştirilmesi daha kolay bir şekilde gerçekleşir. Bir pnömatik devrenin biden çok çözümü olabilir. Program basit devreleri de kaskad valfi kullanarak çözmektedir. Ancak basit devreler tespit edilerek farklı çözüm yöntemleri ile tasarımın yapılabileceği gösterilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] TESSMANN, R., K., HONG, T. www.bardyne.com/literature.htm, 1996.
- [2] PINCHES, M., J., CALLEAR, B., J., "Power pneumatics", Prentice Hall, 1996.
- [3] STEWART, H., L., "Hydraulic and pneumatic power for production", Industrial Pres Inc., 1970.
- [4] PATERSON, E., B., "Practical pneumatics", McGraw-Hill, 1991.
- [5] YEAPLE, F., D., "Hydraulic and pneumatic power and control", McGraw-Hill, 1966.
- [6] JOHNSON, O., A., "Fluid power pneumatics", American Technical Society, 1975.
- [7] AKDOĞAN, A., TURGAY, R., E., "Otomasyon sistemleri elektro pnömatik", Birsen Yayınevi.
- [8] RICHARDSON, R., PLUMMER, A.R. & BROWN, M. "Modelling and simulation of pneumatic cylinders for a physiotherapy robot" School of Mechanical Eng, University of Leeds, UK, 2000.
- [9] TEKİNER, Z. & KORKUT, İ. "Bilgisayar destekli pnömatik devre tasarımı" Gazi University Teknik Eğitim Fakültesi Ankara. Tubitak: 25 (1999) , 31- 38, 2001
- [10] ELSAWY, A., CHAROEN, V. "A development of an interface design alternative for pneumatic design circuits" Department of Industrial Technology University of Northern Iowa, 1998.

ÖZGEÇMİŞLER

M. Sinan GÜZELBEY

1979 yılı Gaziantep doğumludur. 2002 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Makina Mühendisliği'nden mezun olmuştur. 2000 yılında İskenderun demir-çelik fabrikasında, 2001 yılında Mısır Alüminyum fabrikasında stajlarını tamamladı. 2002 yılında Gaziantep Üniversitesi Makina Mühendisliği Makina Teorisi ve Dinamiği ana bilim dalında yüksek lisansa başladı. Master öğrenimini yaparken çeşitli ticari kuruluşlarda çalıştı. Havlu-Boya fabrikasında havlular üzerindeki kalite kontrol hatalarına karşı C++ dili ile görüntü algılama teknikleri üzerine çalışma yaptı. Diğer bir fabrikada makinalarda CE belgesi alınmasına yönelik çalışmalar yaptı. Son olarak Gaziantep'te ısıtma, su pompaları, su arıtma ve doğal gaz sistemleri üzerine kendi işyerini kurdu.

Sedat BAYSEÇ

1954 Bolu doğumludur. 1978 yılında ODTÜ Gaziantep kampusu Makina Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. Liverpool Polytechnic'te 1980 yılında yüksek lisansını, 1983 te doktora çalışmasını tamamlamıştır. Halen Gaziantep Üniversitesinde Profesör olarak çalışmaktadır.

EK-1 (Örnek 1)

Sıralama: 'A+C+D-C-D+A-B+B-'

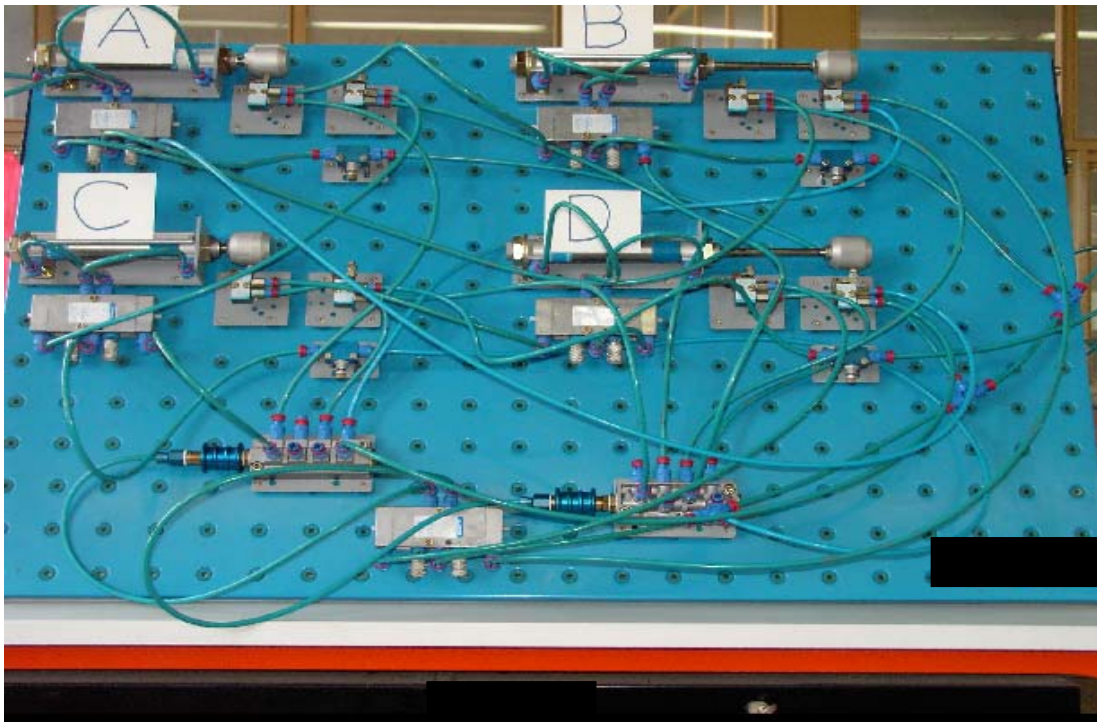
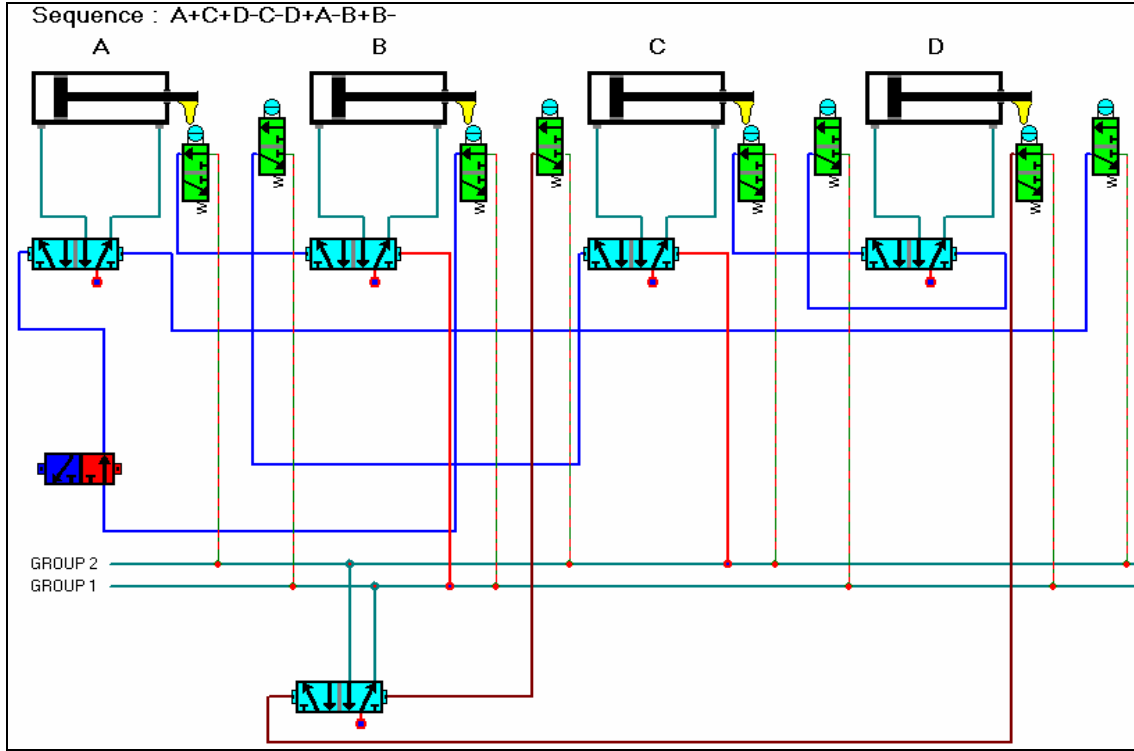
Program kodları:

Air [7, 1], Air [1, 1], Air [3, 1], Air [9, 1], Air [8, 2], Air [4, 2], Air [6, 2], Air [2, 2]

Cas [9, 1], Cas [2, 11]

Cont [7, 1], Cont [8, 2]

Pil [7, 1], Pil [1, 3], Pil [3, 9], Pil [8, 4], Pil [4, 6], Pil [6, 2]



**EK-2 (Örnek 2)**

Sıralama: 'A+C-B+C+E+A-D+D-E-B-'

Program kodları:

Air [1, 1], Air [8, 1], Air [2, 1], Air [3, 2], Air [5, 2], Air [6, 2], Air [4, 2], Air [9, 3]

Air [10, 3], Air [7, 3]

Cas [2, 1], Cas [4, 2], Cas [7, 11]

Cont [1, 1], Cont [3, 2], Cont [9, 3]

Pil [1, 8], Pil [8, 2], Pil [3, 5], Pil [5, 6], Pil [6, 4], Pil [9, 10], Pil [10, 7]

