

Bilgisayar Destekli Pnömatik Devre Tasarımı

Zafer TEKİNER, İhsan KORKUT
G. Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara - TÜRKİYE

Geliş Tarihi 15.04.1999

Özet

Bu çalışmada, bilgisayar yardımıyla pnömatik devre tasarımı için kullanıcı etkileşimli bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Kullanıcının belirleyeceği amaca uygun ana esaslar belirlenerek pnömatik devre elemanlarının seçimi ve tasarımı yapılmıştır. Tasarımda kullanılan devre elemanları için ayrı ayrı IGES dosyaları elde edilerek bir veri tabanı oluşturulmuştur. Bu veri tabanına ilaveten her bir devre elemanı için, elemanın bağlantı noktalarını gösteren listeler hazırlanmıştır. Devrenin çizimi sırasında bu listeler yardımıyla hangi koordinatların birleştirilmesi gerektiği bulunmaktadır. Geliştirilen program üç silindirli devre kombinasyonunu tasarlayabilecek yapıdadır. Program Windows 95 uyumlu olup Delphi 3.0 dilinde yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Devre tasarımı, pnömatik, pnömatik devre elemanları.

Computer-Aided Pneumatic Circuit Design

Abstract

In this study, a user-interactive computer program was developed for computer-aided pneumatic circuit design. The pneumatic circuit elements were selected and designed by the determination of the main principles that are in accordance with the aim the user is going to specify. A database was established by forming IGES files for pneumatic circuit elements. In addition to this database, lists displaying the connection nodes of each element were prepared. The coordinates will be connected during the circuit drawing by using these lists. The developed program uses Delphi 3.0.

Key Words: Circuit design, pneumatic, pneumatic circuit elements.

Giriş

Pnömatik elemanlar ve sistemler, oldukça ekonomik ve bütün üretim ortamlarında kullanılabilir yapıya sahiptir. Pnömatik sistemler, üretim ortamlarında iş parçasının bağlanması, malzemelerin taşınması, montaj hattı vb. bir çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Amaca uygun pnömatik ve hidrolik devre tasarımı yapabilmek için uzman elemana ihtiyaç duyulmaktadır. Birden fazla silindirli devre tasarımı için uzman eleman

ihtiyacı daha da önem kazanmaktadır. Literatürde bu alanda bir çok çalışmaya rastlamak mümkündür. Bu çalışmalar genellikle pnömatik ve hidrolik devre elemanlarının kataloglardan seçimi ve CAD dosyalarının oluşturulması üzerinedir (Festo, Euro, Vickers, Norgren 96). Üretici firmalar tarafından yaptırılan bu çalışmalarda eleman bilgilerini içeren veri tabanları kullanılmaktadır. Ayrıca elemanların CAD ortamıyla ilişkisini kurmak amacı ile DXF ve IGES veri yapılarında dosyalar da sunulmaktadır. Yaptığımız araştırmalarda bu verileri (IGES, DXF

dosyalarını) kullanarak devre tasarımı yapabilen bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Genellikle hazır çizilmiş elemanları (blok) kullanarak devre çizimi yapabilen çalışmalara rastlanılmıştır (Norgren 96, PowerCad, 98). Yapılan bu çalışmanın en önemli özelliği, üretici firmaların kullandıkları CAD çizimleri ile devre tasarımı yaparak bu açığı kapatmaktır. Ayrıca standard veri yapısının kullanılma amacından biride programa, tasarımın temel şartlarından biri olan veri alış veriş özelliği kazandırmaktır. Bu açıdan bakıldığında tasarım aşamaları uygulamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Aşağıda bazı firmaların ve araştırmacıların yaptıkları çalışmalar özetlenmiştir.

Hitchcox, A. L., Pnömatik valf seçimi için iki farklı yöntem geliştirilmesi isimli çalışmalarında, yön kontrol valfi seçilmesi için matematiksel bir model geliştirmişlerdir. Matematiksel model oluşturulmasında, basınçlı havanın akış hızı ve basıncı bağımsız değişken olarak belirlenmiştir. Geliştirilen matematiksel modele veri tabanı oluşturmak amacıyla, bağımsız değişkenlere göre yön kontrol valfinde meydana gelen kuvvetler ölçülmüştür.

Klinzing, G.E.; Dyakowski, T., Hidrolik ve Pnömatik taşıyıcı sistemler üzerine yaptıkları çalışmalarında, pnömatik taşıyıcı sistemlerde kullanılan tutucular ve bu sistemlerin sayısal kontrolünü yaparak bir taşıyıcı sistemin bilgisayar yardımıyla simülasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada ise pnömatik devre tasarımında bilgisayar desteğinin sağlanması ile tasarım zamanı en aza indirilerek, uzman elemana olan ihtiyaç en aza indirgenmiştir. Kullanıcının sadece kaç silindri devre tasarımı yapacağını ve hareket önceliklerini seçmesi tasarım için yeterli olmaktadır. Tasarımın esasları arasında bulunan, sistemler arası veri alış veriş ilkesi, en çok kullanılan standard veri yapısı olan IGES veri yapısı kullanılarak sağlanmıştır. Geliştirilen programa tasarım özelliği kazandırabilmek için veri tabanları, IGES veri yapısında hazırlanmıştır. Ayrıca, tasarlanan devre şemasının çıktısı IGES veri yapısında verilmektedir. Bu işlem, programa standard veri yapılarını kullanan diğer programlara veri gönderme özelliği sağlamıştır.

2. IGES (Initial Graphics Exchange Specification) Veri Yapısı

IGES, benzer veya farklı BDT/BDİ (Bilgisayar Destekli Tasarım / Bilgisayar Destekli İmalat) sistemleri arasında ürünü tanımlayan verinin değişimini sağlamaktadır (Semakula, Gill 89, Stauffer 85,

Aslan, Tekiner 97). Bu değişim, nötr bir veri formatı oluşturularak sağlanır. Bir sistemden diğerine transfer edilecek bilgi, öncelikle ilk işlemci yardımıyla IGES tarafından tanımlanan nötr veri formatına dönüştürülür. Daha sonra, son işlemci kullanılarak BDT sisteminin kullanılacağı uygun veri biçimi elde edilir. Bu yaklaşım yardımıyla, benzer veya farklı BDT sistemleri arasında veri değişimi yapmak mümkün olmaktadır. IGES yardımıyla teknik çizimler, üç boyutlu (3B) tel çerçeve, yüzey ve katı modeller, FEM (Finite Element Modelling-Sonlu Elemanlar Modellemesi) modelleri ve sembollerin tanımlanması nötr veri formatı içinde yapılabilmektedir. Bir IGES dosyasındaki veriler Şekil 1'de verilen kısımlara kaydedilmektedir (IGES 88).



Şekil 1. IGES veri dosyasının bölümleri.

Şekil 1de görüldüğü gibi, IGES dosyasında istatistik, parametreler, dizin girişi, global başlangıç ve bayrak isimlerinden olmak üzere altı bölüm mevcuttur.

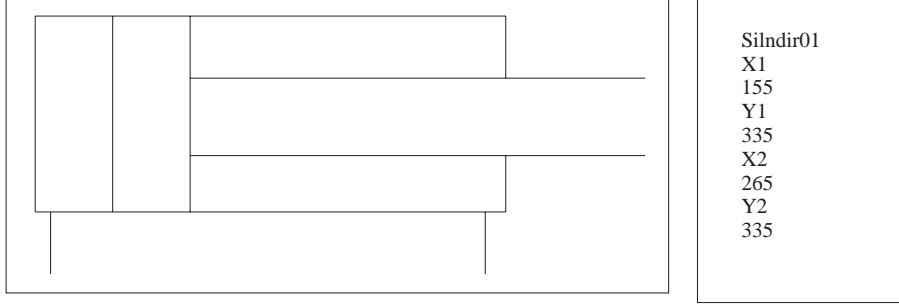
Bayrak bölümü, dosyanın ikili (binary) veya sıkıştırılmış ASCII format özelliğini tanımlar. İçerik ASCII karakterlerinden meydana gelmiş ise, kullanılmayabilir. İkili tanımlamanın kullanılması durumunda, dosya % 70 oranında sıkıştırılmış olmaktadır ve kapladığı hacim azalmaktadır. Başlangıç bölümü, kullanıcı tarafından okunabilen anahtar sözcükleri ve alıcı istasyon için gerekli bilgileri içerir.

Global bölüm, ilk işlemciyi tanımlayan bilgi ve son işlemci için ihtiyaç duyulan veriyi içermektedir. Dizin giriş bölümü, IGES özelliklerinin bilgisini taşır. Bu özellikler geometrik modelleme, yapı,

çizim ve önceden tanımlanmış birleşimler şeklinde olabilir. Parametre veri bölümünde, tanımlanan elemanların parametreleri serbest formatta kaydedilir. Kaydedilen bu format, sonlandırıcı tarafından karakter uzunluğu 80 kolon kart formatı olarak tanımlanan formatta tutulur. 1-72 kolonlar arası bilgiyi ASCII kaydederken, 73-80 kolonları sonunda bölüm numaralarının bulunduğu alfabetik karakterler sembolize edilir.

3. Devre Tasarım Esasları

Şekil 2'de veri tabanı olarak oluşturulmuş bir silindirin resmi, IGES dosyası ve listesi görülmektedir. Devre elemanları, veri tabanı oluşturulurken çizim sayfasının farklı koordinatlarına çizilmiştir. Örneğin çizim sayfasının 100,420-350,320 koordinatları arasına silindirler çizilmiştir. Böylelikle devre elemanlarının birleştirilmesi esnasında üst üste gelmeleri önlenmiştir.

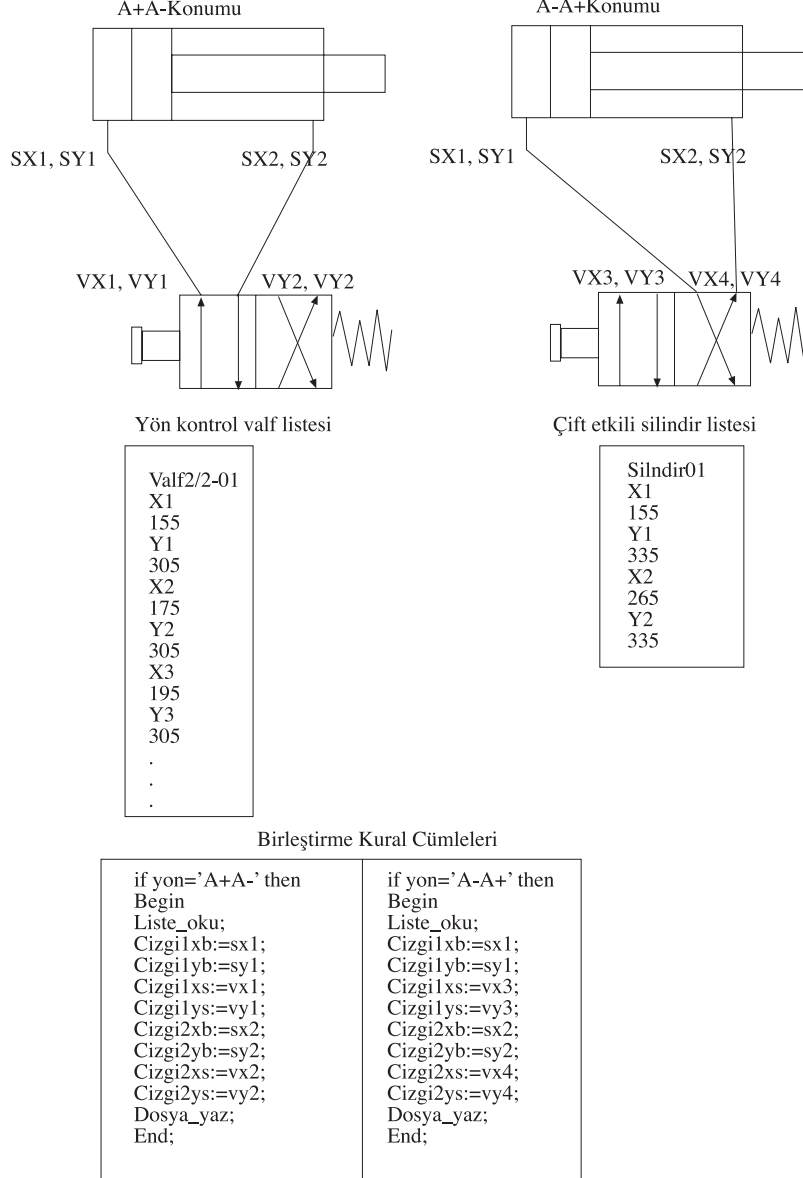


110,190.0,175.0,0.0,230.0,175.0,0.0;	1P0000001
110,190.0,125.0,0.0,230.0,125.0,0.0;	3P0000002
106,1,4,0.0,1.8333333333333333D2,145.0,180.0,125.0,	5P0000003
1.766666666666667D2,145.0,1.8333333333333333D2,145.0;	5P0000004
110,190.0,175.0,0.0,190.0,125.0,0.0;	7P0000005
110,180.0,175.0,0.0,180.0,125.0,0.0;	9P0000006
110,160.0,175.0,0.0,160.0,125.0,0.0;	11P0000007
110,150.0,175.0,0.0,150.0,125.0,0.0;	13P0000008
110,150.0,125.0,0.0,190.0,125.0,0.0;	15P0000009
110,150.0,175.0,0.0,190.0,175.0,0.0;	17P0000010
106,1,4,0.0,1.566666666666667D2,155.0,160.0,175.0,	19P0000011
1.6333333333333333D2,155.0,1.566666666666667D2,155.0;	19P0000012
110,200.0,175.0,0.0,220.0,125.0,0.0;	21P0000013
110,200.0,125.0,0.0,220.0,175.0,0.0;	23P0000014
106,1,4,0.0,2.1566710877587D2,1.4480750273889D2,220.0,125.0,	25P0000015
2.0947726416997D2,1.4233156489652D2,2.1566710877587D2,	25P0000016
1.4480750273889D2;	25P0000017
110,230.0,175.0,0.0,230.0,125.0,0.0;	27P0000018
106,1,4,0.0,2.0947726416997D2,1.5766843510348D2,220.0,175.0,	29P0000019
2.1566710877587D2,1.5519249726111D2,2.0947726416997D2,	29P0000020
1.5766843510348D2;	29P0000021
308,0,8HACAD1F2F,15,1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23,25,27,29;	31P0000022
110,150.0,400.0,0.0,270.0,400.0,0.0;	33P0000023
110,150.0,350.0,0.0,270.0,350.0,0.0;	35P0000024
110,150.0,400.0,0.0,150.0,350.0,0.0;	37P0000025
110,170.0,400.0,0.0,170.0,350.0,0.0;	39P0000026
110,190.0,400.0,0.0,190.0,350.0,0.0;	41P0000027
110,190.0,385.0,0.0,305.0,385.0,0.0;	43P0000028
110,190.0,365.0,0.0,305.0,365.0,0.0;	45P0000029
110,270.0,400.0,0.0,270.0,385.0,0.0;	47P0000030
110,270.0,350.0,0.0,270.0,365.0,0.0;	49P0000031
110,155.0,350.0,0.0,155.0,335.0,0.0;	51P0000032
110,265.0,335.0,0.0,265.0,350.0,0.0;	53P0000033
S0000002G0000003D00000054P00000033	T0000001

Şekil 2. Çift etkili tek yönlü silindirin iges veri tabanı

Program devreyi oluştururken, Şekil 2'de görülen IGES dosyasındaki gibi gerekli silindir veya silindirler ile ilgili bilgileri kullanarak kullanıcının girdiği bir isim altında başka bir dosyaya yazar. Tasarlanacak devredeki bütün elemanların IGES dosyaları, oluşturulan bu dosyaya arka arkaya eklenir. Elemanların birleştirilmesi ise birleştirilme noktalarını gösteren listeler yardımıyla yapılmaktadır (Tekiner, Korkut 98). Çift etkili

bir silindir listesinde, X1,Y1 ve X2,Y2 noktaları tanımlanmıştır. İki konumlu elle kontrollü yön kontrol valf listesinde ise X1,Y1, X2,Y2, X3,Y3, X4,Y4, X5,Y5, X6,Y6, X7,Y7 ve X8,Y8 noktaları tanımlanmıştır. Otomatik olarak kumanda edilebilen yön kontrol valflerinde ise pilot akımın uygulanacağı iki noktanın daha (X9,Y9 ve X10,Y10) tanımlanması gerekmektedir. Birleşecek iki elemanın listelerindeki X ve Y koordinat noktaları



Şekil 3. Silindir ve yön kontrol valfinin birleştirilmesi

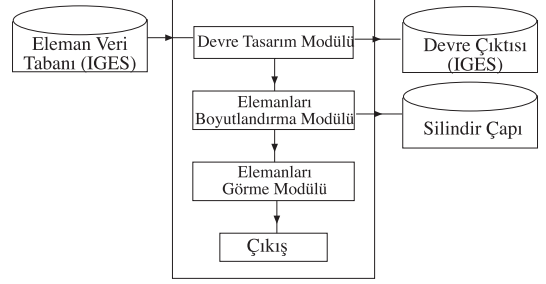
alınarak IGES dosyasındaki 110 bayrağı altında bulunan X ve Y değerlerine program tarafından otomatik olarak atanır ve böylelikle bağlantı çizgileri oluşturulur. Bağlantı çizgileri oluşturulurken, kullanıcının girdiği silindir ve valf kombinasyonu dikkate alınır. Örneğin; tek silindirli bir devrede silindirin hareket konumu A+A- ise silindirin SX1,SY1 noktası, valfin VX1,VY1 noktası ile silindirin SX2,SY2 noktası ise valfin VX2,VY2 noktası ile birleştirilir. Eğer silindirin hareket konumu A-A+ ise silindirin SX1,SY1 noktası, valfin VX3,VY3 noktası ile silindirin SX2,SY2 noktası ise valfin VX4,VY4 noktası ile birleştirilir. Çünkü bu durumda valfin ilk konumu önem kazanmaktadır. Şekil 3'de çift etkili bir silindir ile iki konumlu yön kontrol valfinin listeleri ve birleştirme konumlarını gösteren kural cümleleri görülmektedir.

En son işlem olarak yeni oluşturulan IGES dosyasının D, P, ve S değişkenlerinin satır numaraları sıraya konular. Böylelikle elde edilen IGES dosyası tasarlanan devrenin çizimini içerir. Bu dosya IGES formatını okuyabilen CAD programları tarafından çağrılabilir ve üzerinde gerekli değişiklikler yapılabilir. Program, veri tabanındaki bilgiler ve tasarım kurallarındaki bilgilere yapılacak ekler ile daha fazla sayıdaki silindirlerin hareket kombinasyonunu gerçekleştirebilecek yapıya getirilebilir.

4. Sistemin Genel Yapısı

Şekil 4'de görüldüğü gibi sistem biri çıkış olmak üzere dört modülden oluşmaktadır. Sistemin en önemli bölümünü Devre Tasarım Modülü oluşturmaktadır. Şekil 5'de devre tasarım modülü menüsü ve alt seçenekleri görülmektedir.

Bu modülde, kullanıcıdan sadece devrenin kaç silindirli olacağı, öncelikli silindir hareketi ve konumunda şekli sorulur. Bu işlemten sonra program otomatik olarak yön kontrol valfine ve konumuna karar vermiş olur. Yön kontrol valfinin konumuna karar verildiği zaman, program kural cümlelerindeki bilgilere göre silindirin ve yön kontrol valfinin listelerindeki hangi koordinatların birleştirilmesi gerektiğine de karar vermiş olur. Şekil 6'da, A+, B+, A-, B- hareketine sahip iki silindirli ve otomatik kontrol edilen bir devrenin, program tarafından tasarlanmış şeması görülmektedir.



Şekil 4. Sistemin genel çerçevesi

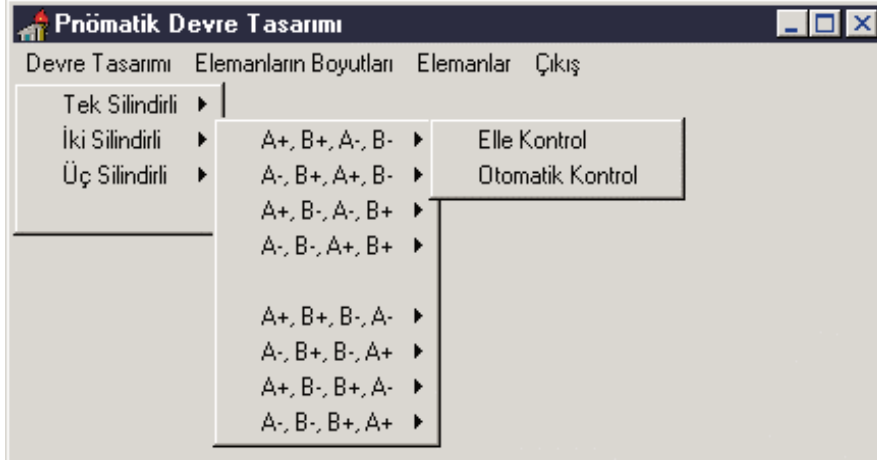
Elemanların boyutları modülünde ise silindir çapı, hız ve hava basıncı hesaplamaları yapılmaktadır. Bu işlem için gerekli veriler kullanılarak bir veri tabanı hazırlanmıştır. Girilen çalışma basıncına ve istenilen itiş kuvvetine göre bu veri tabanları kullanılarak silindir çapı, hız hesaplamaları yapılmaktadır. Girilen verilere göre değerler yoksa en yakın değerler seçilmektedir. Kullanılan veriler Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmektedir. Bu modülün program menüsü Şekil 7'de görülmektedir.

Tablo 1. Çalışma basıncı, itiş kuvveti ve silindir çaplarının bulunması

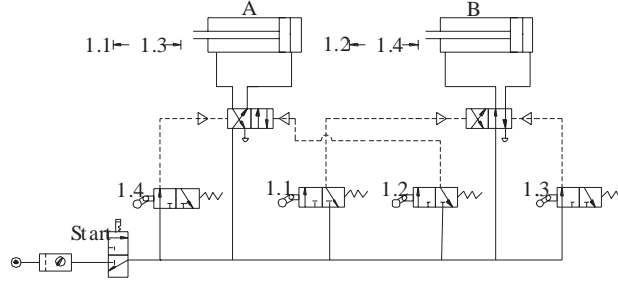
Piston Çapı mm.	Çalışma Basıncı(bar)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3
12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
25	4	9	13	17	21	24	30	34	38	42	46	50	55	60	63
35	8	17	26	35	43	52	61	70	78	86	95	104	113	122	129
40	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156	168	180
50	17	35	53	71	88	106	124	142	159	176	194	212	230	248	264
70	34	69	104	139	173	208	243	278	312	346	381	416	451	486	519
100	70	141	212	283	353	424	495	566	636	706	777	848	919	990	1059
140	138	277	416	555	693	832	971	1110	1248	1386	1525	1664	1803	1942	2079
200	283	566	850	1133	1416	1700	1983	2266	2550	2832	3116	3400	3683	3966	4248
250	433	866	1300	1733	2166	2600	3033	3466	3800	4332	4766	5200	5633	6066	6498

Tablo 2. Silindirlerde Hava Tüketimi

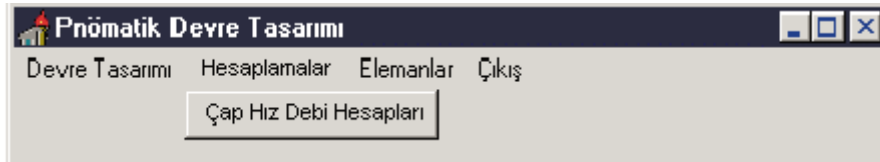
Piston Çapı mm.	Pnömatik silindirler için hava tüketimi														
	Çalışma basıncı (bar)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	1 cm strok uzunluğu için hava tüketimi														
6	0.0005	0.0008	0.0011	0.0014	0.0016	0.0019	0.0022	0.0025	0.0027	0.0030	0.0033	0.0036	0.0038	0.0041	0.0044
12	0.002	0.003	0.004	0.006	0.007	0.008	0.009	0.010	0.015	0.012	0.013	0.014	0.015	0.016	0.018
16	0.004	0.006	0.008	0.010	0.011	0.014	0.016	0.18	0.020	0.022	0.024	0.026	0.028	0.059	0.032
25	0.010	0.014	0.019	0.024	0.029	0.033	0.038	0.43	0.048	0.052	0.57	0.062	0.067	0.071	0.079
35	0.019	0.028	0.038	0.047	0.056	0.066	0.075	0.84	0.093	0.103	0.112	0.121	0.131	0.140	0.149
40	0.025	0.037	0.049	0.061	0.073	0.085	0.097	0.110	0.122	0.135	0.146	0.157	0.171	0.183	0.195
50	0.039	0.058	0.077	0.096	0.115	0.134	0.153	0.172	0.191	0.210	0.229	0.248	0.267	0.286	0.305
70	0.076	0.113	0.150	0.187	0.225	0.262	0.299	0.335	0.374	0.411	0.448	0.485	0.523	0.560	0.597
100	0.155	0.231	0.307	0.383	0.459	0.535	0.611	0.687	0.763	0.839	0.915	0.991	1.067	1.143	1.219
140	0.303	0.452	0.601	0.750	0.899	1.048	1.197	1.346	1.495	1.644	1.793	1.942	2.091	2.240	2.389
200	0.618	0.923	1.227	1.531	1.835	2.139	2.443	2.747	3.052	3.356	3.660	3.964	4.268	4.572	4.876
250	0.966	1.441	1.916	2.392	2.867	3.342	3.817	4.292	4.768	5.243	5.718	6.193	6.668	7.144	7.619



Şekil 5. Devre tasarım menüsü



Şekil 6. Tasarlanan devre



Şekil 7. Elemanların boyutları menüsü

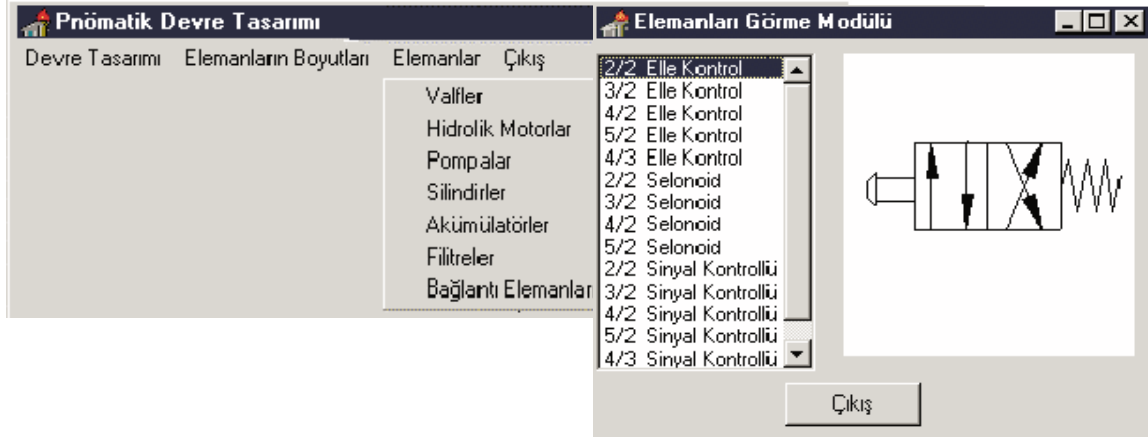
Silindir hesabında, piston çapı, piston kolu çapı, çalışma basıncı ve sistem verimi kullanıcı tarafından girilerek Tamam tuşuna basıldığında silindir itiş ve

çekiş gücü hesaplanarak Şekil 8'deki tanımlı alana yazdırılır.

Şekil 8. Silindir hesabı menüsü

Elemanlar modülü, kullanıcıya tasarımda kullanılacak devre elemanlarını görme imkanı sağlamaktadır. Bu modül yardımıyla kullanıcı devre elemanlarının resimlerini görebilmektedir. Böylece,

kullanıcıya hidrolik devre elemanları hakkında eğitici bilgi verilmektedir. Elemanlar modülünün menüsü ve 2/2 yön kontrol valfi Şekil 9'da görülmektedir.



Şekil 9. Elemanlar modülü menüsü

5. Sonuç

Geliştirilen bilgisayar programı yardımıyla, üç silindirli devre tasarımı yapılabilmektedir. Bunun

için kullanıcının silindir sayısını, hareket önceliğini ve kumanda şeklini girmesi yeterlidir. Sisteme, tasarım özelliği kazandırmak için standard bir veri yapısı olan IGES veri yapısı ile destek-

lenmiştir. Bu sayede, IGES veri formatını kullanabilen diğer sistemler arasında bilgi aktarımı esnekliği sağlanmıştır. Programa üç silindri devre tasarımını gerçekleştirebilecek geniş bir eleman veri tabanı eklenmiştir. Üçten fazla silindri devre tasarımının yapılabilmesi için bu veri tabanının geliştirilmesi gereklidir. Bu işlem IGES veri formatını kullanabilen CAD programları ile rahatlıkla yapılabileceği gibi CAD çizimleri bulunan üretici firma kataloglarındaki dosyalarda kul-

lanılabilir. Ayrıca program, önceden yapılmış olan hidrolik devre tasarımı programı ile bütünlük sağlamaktadır (Tekiner, Korkut, 98). Böylelikle, Pnömatik ve hidrolik devre tasarımı yapabilen komple bir program geliştirilmiştir. Pnömatik ve hidrolik devre tasarım modüllerinin tasarladığı devrelerin simülasyonunu yapabilecek eğitici bir modül ilavesi için gerekli veri tabanı oluşturma çalışmaları devam etmektedir.

Kaynaklar

Aslan, E., Tekiner, Z., "BDT/BDÜ Sistemlerinde Veri Değişimi İçin Kullanılan Ara Birimler", Makina&Metal Teknolojisi, Sayı 67, 112-122, 1997.

Hitchcox, A.L., "Tips and tricks for air valve selection", Hydraulics & Pneumatics 50(11) 1997, 47-48, 50, 1997.

IGES, "Initial Graphics Exchange Specification (IGES) version 4.0", Technical Report, National Institute of Standards and Commerce, USA, 1988.

Klinzing, G.E., Dyakowski, T., "Proceedings of the 1996 Conference on Pneumatic and Hydraulic Conveying Systems", Powder Technology 95(1) 1998. Elsevier Science S.A., Lausanne, Switzerland.

Michael Y. Pinches, John G., Ashby, "Power Hydraulics", Prentice Hall International (UK) Ltd. London, 1988.

McCloy, D., Martin, H. R., "Control of Fluid Power" Ellis Horwood, New York, 1980.

R. Keller, George, "Hydraulic System Analyses" Industrial Publishing Co., Chicago, Illinois.

Semakula, M.E., Gill, J.S., "CAD/CAPP Integration Using IGES", AME-Advanced Manufacturing Engineering, 1, 5, 264-270, 1989.

Stauffer, R.N., "IGES and Beyond", CIM Technology Magazine, CASA/SME'S Magazine of Computers in Design and Manufacturing, 20-21, 1985.

Shiraishi, Masatake; Takeuchi, Touru; Aoshima, Shinichi, "Design and analysis of a manually powered wheelchair capable of traversing steps by pneumatic actuation", JSME International Journal, Series C 40(3) 1997, 425-432, 1997.

Tekiner Z., Korkut İ., "Bilgisayar Destekli Hidrolik Devre Tasarımı", Teknoloji Dergisi, 1, 9, 1998.

Pneu-Select, Electronic Product Selector From Norgren, V 3.0.04, USA Product, June 1996.

PowerCad, Simulation Soft Expert 2102 Place Beaudet Saint-Laurent (Quebec) Canada 1998.

Festo, "Pneumatics Course For Vocational Training", Text Book and Work Book, Esslingen, 1978.

Deppert Werner, Kurt Stoll, "Pneumatic Control", Vogel Verlag, Würzburg, 1975.