



Bu bir MMO yayınıdır

ÇOK HIZLI CEVAP VERME SÜRESİNE SAHİP YENİ TEKNOLOJİ PNÖMATİK VALFLER

Vedat GÜL¹

¹ DELTA PROJE HIDROLİK PNÖ. MAK. SAN. ve TIC. LTD. STI.



ÇOK HIZLI CEVAP VERME SÜRESİNE SAHİP YENİ TEKNOLOJİ PNÖMATİK VALFLER

Vedat GÜL

DELTA PROJE HİDROLİK PNÖ. MAK. SAN. ve TIC. LTD. STI.

Birlik San. Sitesi 1.cadde No:32 Beylikdüzü/İSTANBUL

TEL : +90 0212 876 40 08 pbx FAX : +90 0212 876 83 72 GSM: +90 533 810 45 65

vedat.gul@deltaproje.com www.deltaproje.com

ÖZET

Günümüzde geleneksel valfler ile pek çok farklı uygulama başarı ile yapılabilmektedir. Fakat geleneksel valfler sık aralıklarla tetiklenirse ve/veya milisaniyeler içerisinde cevap vermesi istenirse her zamanki gibi çalışmazlar. Selenoid valflerde bulunan mekanik bileşenlerin sürtünme kuvvetleri, atalet kuvvetleri, elektrik sargılarından kaynaklanan sıcaklıklar, artık akım gibi problemler sağlıklı çalışmaya izin vermez.

Yeni teknoloji pnömatik valfler sayesinde milisaniyeler içerisinde valfleri açıp kapatmak mümkündür. Çok küçük kütleye sahip, mekanik olarak bir yere bağlı olmayan çapa şeklindeki hava kanallarını kapatmak için kullanılan mini plakalar (shutter/kapaticılar) cevap verme sürelerinin aşırı ölçülerde hızlanmasına ayrıca hassasiyet ve pnömatik kontrolün ciddi miktarda artmasına neden olmaktadır. Yüksek cevap verme performansı ve dolayısıyla yüksek frekansta çalışabilen bu yeni ürünlerin teknolojisi ve uygulama alanları anlatılacaktır. En yoğun uygulama alanları olarak; optik ayırma makineleri, vakum terapi, fizyoterapi, ventilasyon cihazları gibi medikal ekipmanlar, markalama ve punç ekipmanları, hızlı yapıştırma uygulamaları, dolum ve dozajlama uygulamaları, iplik sarma ve tekstil makineleri, punta kaynak makineleri, robotik uygulamalar sayılabilir.

Anahtar Kelimeler: Hızlı cevap verme süresi, yüksek frekans, pnömatik valf, optik ayırma, medikal ekipman, markalama, punç, hızlı yapıştırma, dolum ve dozajlama, iplik sarma, paketlenme, punta kaynak, robotik.

ABSTRACT

Nowadays various applications can be done sufficiently with traditional pneumatic valves. But if very

high speed switching needed or milliseconds of response time required these valves cannot be functioning properly. The traditional technologies, employed in solenoid valves, suffer in different ways, because of the inertial forces of their mechanical components, thermal exchanges, trimming frictions, high temperatures, caused by electric windings.

It is possible to open and close the pneumatic valves in milliseconds with new technology. This technology, based on the mobile anchor, assure absence of friction, combined with the reduction of the moving mass as well as the employment of material with energetic high efficiency , gives to the pneumatic control extremely fast response and increased precision and repetitiveness. Technology and application areas of these new products which are able to give high response time performance and high frequency level will be explained. Common application areas such as optical sorting machines, medical devices for vacuum therapy, physiotherapy and ventilation, marking and punching machines, fast stick applications, filling and dozing applications, yarn winding and textile applications, spot welding machines, robotic applications can be listed.

Key words: Fast response time, high frequency, pneumatic valves, optical sorting, medical devices, marking, punching, fast sticking, filling, dozing, yarn winding, packing, spot welding, robotic.

1. GİRİŞ

Pnömatik sistemler çok geniş ve yaygın bir kullanım alanına sahiptirler. Özellikle görece daha küçük kuvvetlere ihtiyaç duyulan hareket sistemlerinde basınçlı hava ile iş yapmak çokça tercih edilmektedir. Ucuz ve kolay uygulanabilir sistemler olması, bakım maliyetlerinin düşük, arıza bulunmasının daha kolay, temiz uygulamalara uygun olması da pnömatik sistemleri yaygınlaştırmaktadır.

Hidrolik sistemlere göre pnömatik sistemlerin daha hızlı çalıştığı bilinen bir gerçektir. Standart pnömatik malzemeler ile pek çok hızlı proses gerçekleştirilebilmektedir. Fakat bazı uygulamalarda çok hızlı cevap veren valflere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür valflerin en çok ihtiyaç duyulduğu sektör optik ayırma makinalarıdır. Pirinçten taş ayırmak gibi işler yapan bu makinalarda yüksek hızlı özel pnömatik valfler kullanılmaktadır. Bu makinalarda serbest düşme yapan pirinç tanelerinin arasından basınçlı havayı açıp kapatarak istenmeyen taşlar vurularak başka tarafa düşürülmektedir. Bu kadar hızlı çalışabilen yeni nesil yüksek hızlı valflerin teknolojisi ve getirdiği yenilikleri aşağıda incelenmiştir.

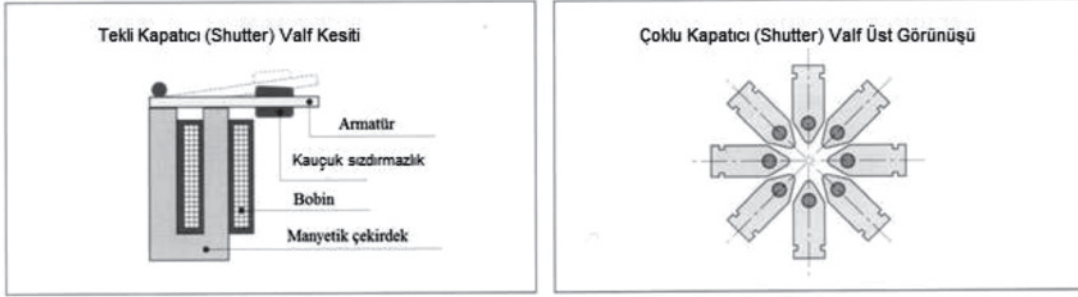
2. YÜKSEK HIZLI VALF TEKNOLOJİSİ

Bu tür valflerin teknolojisi nokta vuruşlu yazıcılarda kullanılan mürekkep kontrol teknolojisine çok benzemektedir. Valf içinde kalibre edilmiş bir orifis bulunmaktadır. Bu orifisten belli bir basınç farkı altında belli bir hava debisi geçmektedir. Hemen orifisin üzerinde kauçuk sızdırmazlığa sahip bir armatür bulunmaktadır. Bu armatür bir elektrik bobini aracılığıyla hareket ettirilebilmektedir. Eğer normalde açık bir valf ise bobin enerjilendiği takdirde armatür hareket ederek bu orifisin üzerine kauçuk sızdırmazlığı ile bastırmakta ve hava geçişini kapatmaktadır. Bu sisteme kapatıcı (shutter) teknolojisi denilmektedir. Normalde kapalı valf kullanımı daha yaygın olup bu durumda giriş hava basıncı bir

kanal yardımı ile kapatıcı armatürün üzerine getirilmekte ve böylece armatürün basınçlı hava etkisi ile aşağıya doğru bastırılarak orifisteki hava geçişini engellemesi sağlanmaktadır. Bu durumda valf bobini enerjilendiği zaman debi geçişine izin verilmektedir.

Yüksek hızlı pnömatik valf teknolojisi son derece yenilikçi iki ilke kullanmaktadır:

- Kapatıcı(shutter) açma ve kapama esnasında iç sürtünme olmaması;
- Tek gövde üzerinde birçok kapatıcı(shutter) montajını sağlayan modüler yapısı,



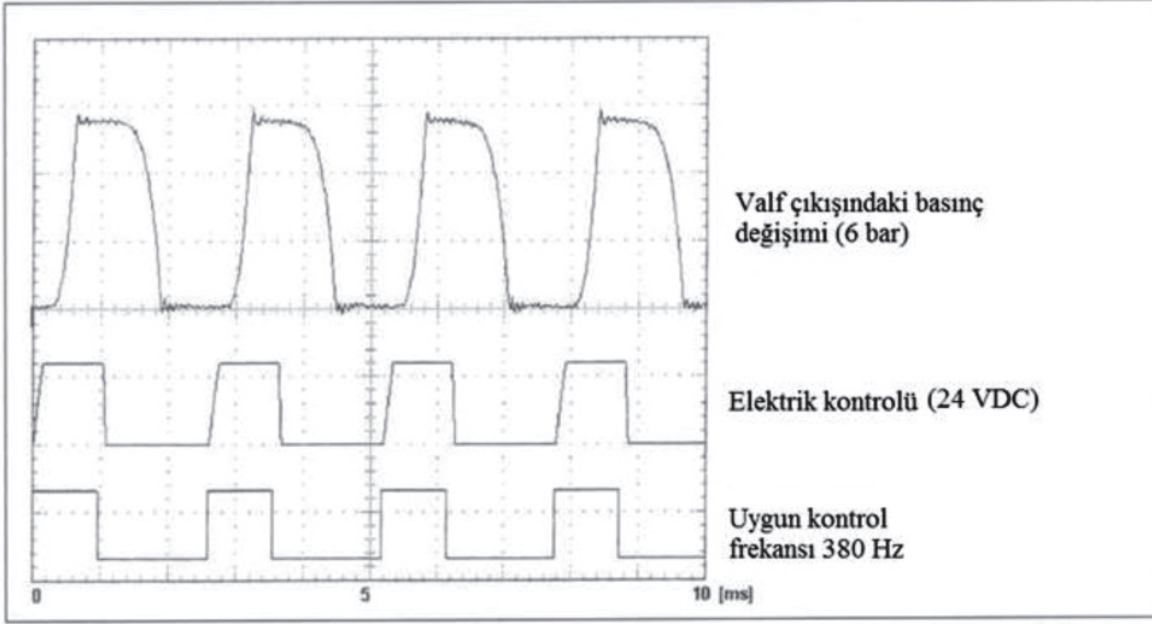
Şekil 1. Kapatıcı (Shutter) valf kesiti ve çoklu valf görünüşü

Sürgülü, diyaframlı veya pistonlu selenoid vanaların hepsinde de kullanılan geleneksel teknolojiler, mekanik birleşenlerinin atalet kuvvetleri, termal farklılıklar, sürtünmeler, yüksek sıcaklıklar ve elektrik dalgalanmalarından farklı şekillerde olumsuz etkilenir.

Hareket eden kütlelerin azaltılması ile birlikte sürtünmenin olmaması ve bunların yanı sıra yüksek enerji verimi olan malzemeler, son derece hızlı tepki süreleri, artan hassasiyet ve tekrarlanabilir pnömatik kontrol sağlar. Aynı zamanda çok hızlı cevap verme süreleri ve yüksek frekans elde edilir. Yüksek frekansta çalışma esnasında bobin ve valf ısınma problemi ile karşı karşıya kalır. Bu ısı değişimleri valflerin performansının her zaman aynı kalmasını engellemekte istenmeyen değişiklikler oluşmasına sebep olmaktadır. Bunu engellemek için basit bir çözüm geliştirilmiştir. Basınçlı hava bobin yüzeyine temas ederek ilerlemekte ve böylece kendi kendini soğutan bir sistem oluşması sağlanmaktadır.

Her tekli kapatıcıda (shutter) 500 milyondan fazla tekrar ile uzun ömür, yüksek güvenilirlik ve çalışma sırasında önemli tasarruf sağlar (enerji absorpsiyonu ve basınçlı hava kullanımında). Yukarıda açıklanan teknoloji ayrıca, sıcaklık(ortam ısısı) farklılıklarına karşı yüksek duyarsızlık, titreşimler ve ivmelenme gibi avantajlar sağlar.

Yüksek hızlı valflerin cevap verme süreleri kontrol edilme tekniği ile de ilişkilidir. İstenirse aç-kapa (on-off) kontrol ile çalışılabildiği gibi "Hızlandırma Tekniği (Speed-up Technic)" denilen başka bir yöntem ile cevap verme süresi ve frekans daha da geliştirilebilmektedir. Geleneksel on-off kontrol donanımlı selenoid valflerin açmada 5 ms'den kapamada 2 ms' den daha iyi cevap verme süreleri vardır (tam çalışma frekansı 200 Hz). Buna karşın hızlandırma kontrollü (speed-up) selenoid valflerin 500 Hz maksimum çalışma frekansında hem açarken hem kaparken 1 ms'den daha iyi cevap verme süresine sahiptir.



Şekil 2. Yüksek frekansta kontrol sinyalini takip eden valfin çalışması

Son yıllarda frekans kontrolü için PWM ve PFM gibi yeni teknikler kullanılmaya başlanmıştır. Bu tekniklerin hem donanım olarak hem de yazılım hazırlanması bakımından kolay olması hızla yaygınlaşmasını sağlamıştır.

Sabit frekansta ve değişken sinyal ile kare dalga üretmek çok kolay bir işlemdir. PWM tekniği ile lineer fonksiyonlar elde etmek son derece kolay yönetilebilir bir işittir. Şekil 2' de valfi açıp kapatmak için 380 Hz frekansta gönderilen kontrol sinyaline karşılık valfin nasıl karşılık verdiğini gösteren grafik verilmiştir. Valf tepkisini anlamak için çıkış tarafına bir basınç sensörü yerleştirilip her açma sinyalinde basınç okunup okunmadığı kontrol edilmiştir. Buna göre 380 Hz frekansta valf her tetiklemede tam olarak açılıp kapanmıştır. PWM elektronik sistemlerin pek çok farklı alanında yaygınlaşmış iyi bilinen ve çok sayıda adaptasyonu olan sistemlerdir. Örneğin, bütün anahtarlama besleyiciler PWM tekniği ile çalışır. Bununla birlikte sadece frekans genliği değiştirilerek on-off çalışan valfler PWM kontrollü ile oransal bir valfe dönüştürebilir. Böylece kademesiz debi ayarı yapma imkânı yakalanabilir.

3. AKIŞ KONTROL TEKNİKLERİ

Pnömatik selenoid valfler; dijital on/off selenoid valfler ve oransal selenoid valfler olarak ikiye ayrılabilir.

Dijital selenoid valflerin açık-kapalı pozisyonları valfe gönderilen elektrik sinyaline bağlı olarak değişir. Yani gelen kontrol sinyaline göre açılır veya kapanır.

Oransal selenoid valflerde ise bir gerilim veya değişken akım kontrol cihazı ile açık veya kapalı

arasında bir konumda tutmak mümkündür. Teknolojinin gelişimi dijital bileşenlerin yerine oransal olanların kullanımına olanak sağlayan, yeni akış kontrol tekniklerinin gelişmesine yol açmıştır. Elektronik uygulamalardan başlayarak bu teknikler, PWM, PFM, PNM, PCM ve bunların yanı sıra bunlar arasında ki kombinasyonlardır.

3.1. PWM TEKNİĞİ

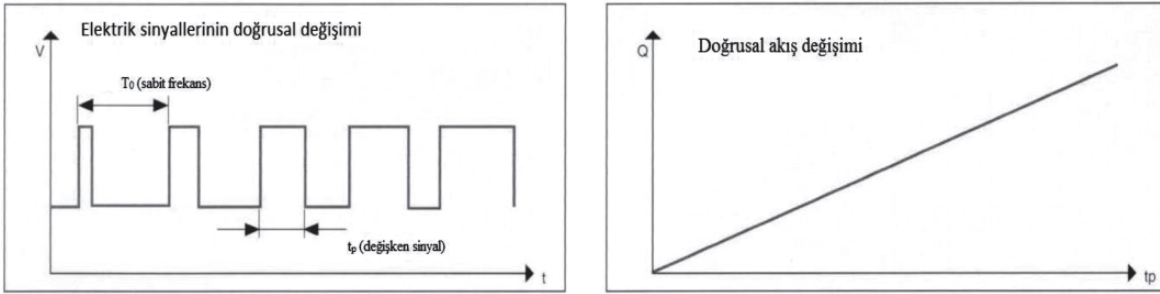
PWM (Pulse Width Modulation) tekniği ayarlanabilir sinyal süresi ile sabit frekanslı kare dalga kuşağı oluşturur. DC (duty-cycle) aşağıdaki gibi, sinyal süresi t_p (ayarlanabilir) ve periyot T_0 (sabit) arasında ki yüzdelik oran olarak tanımlanır.

$$DC = t_p / T_0 \times 100$$

DC'nin doğrusal olarak artışı ile sinyal süresinin doğrusal olarak artışı arasında bağ vardır. t_p değişken, Q geçen akış ve Q_{nom} nominal(maksimum) akış olduğunda, şu sonuca varılır:

$$Q = Q_{nom} \times t_p / T_0$$

PWM kontrollü 2/2 normalde kapalı valfin oransal varyasyonlarının olduğu anlamına gelir. Geçirgenliğin sıfır ve maksimum arasında sonsuz değerleri olduğu varsayılabilir.



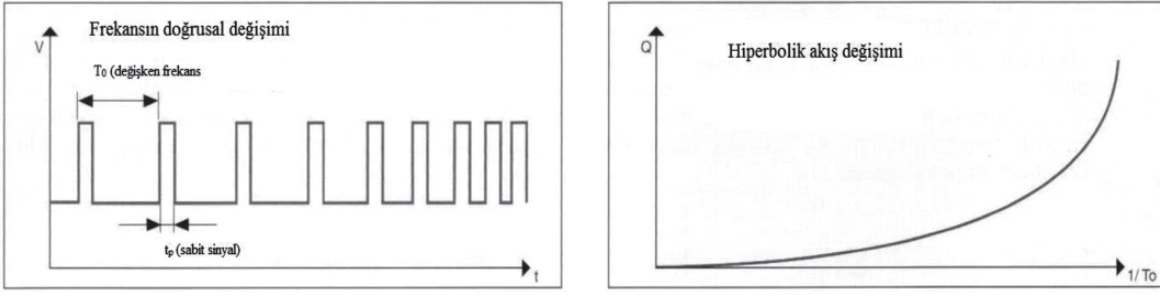
Şekil 3. PWM ile kare dalga kontrolü ve hava akışındaki lineer çıkış grafiği

3.2 PFM TEKNİĞİ

PFM (Pulse Frequency Modulation) tekniği, sabit sinyal süresi ile değişken frekanslı kare dalga kuşağı oluşturur. Periyot (T_0) değişken olduğunda, PFM kontrollü 2/2 normalde kapalı selenoid valfin T_0 periyoduna ters orantılı olarak maksimum akış frekansının oransal varyasyonları olduğu anlamına gelir:

$$Q = Q_{nom} \times t_p / T_0$$

Geçirgenliğin, sıfır ve maksimum arasında sonsuz değerleri olduğu varsayılabilir.



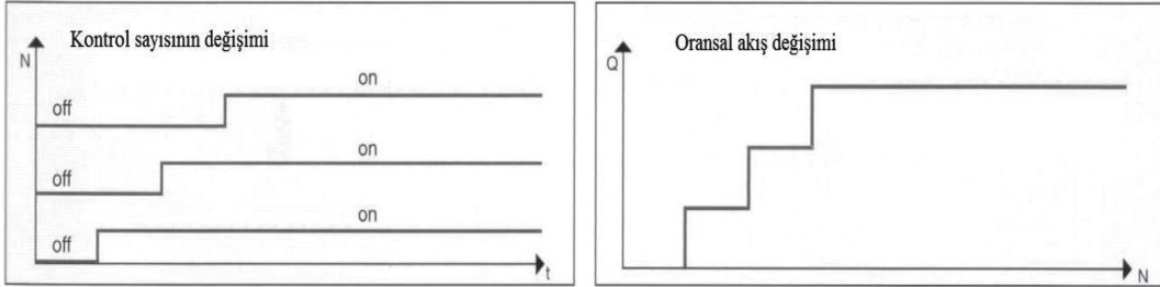
Şekil 4. Frekans değişimi ile hava akışındaki hiperbolik değişim grafiği

3.3 PNM TEKNIĞİ

PNM (Pulse Number Modulation) tekniği birden fazla kapatıcının (shutter) olduğu çoklu valflerin özelliklerine dayanmaktadır. Burada n sayısı kadar on / off valf olduğu düşünülmelidir. Bu, n tane eşit akışlı sürgü grubuna uygulanan PNM kontrolü (0'dan n'ye kadar değişken) n ile orantılı akış varyasyonları olduğu anlamına gelir. Yani arzu edilen sayıda valf açılıp kapatılarak debinin artması veya azalması sağlanır. Qn sadece bir sürgü akış değeri olduğunda, akış sonuçları:

$$Q = Q_n \times n$$

Geçirgenliğin, sıfır ve maksimum değerler arasında n tane değeri olduğunu varsayabiliriz. $n = 8$ olduğunda 8 değere ulaşılabilir.



Şekil 5. Kontrol edilen valf sayısına göre akıştaki basamaklı değişim grafiği

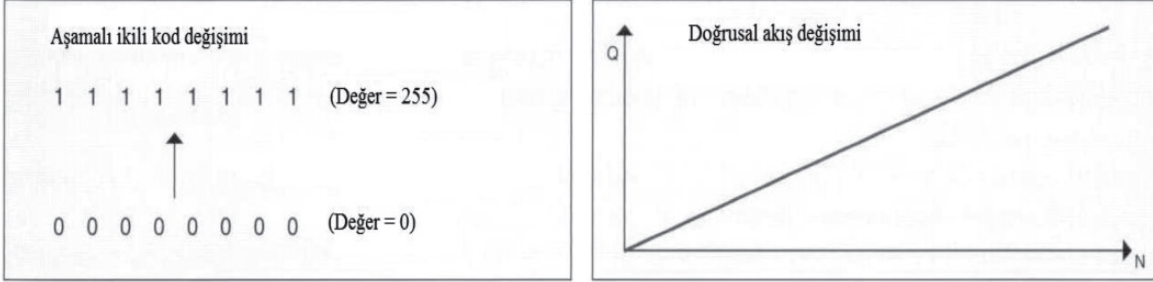
3.4. PCM TEKNIĞİ

PCM (Pulse Code Modulation) Birden fazla kapatıcı valfin olduğu durumlarda kullanılabilir. Fakat buradaki valflerin geçirgenlikleri eşit değildir. Yaklaşık olarak her bir valf diğerinden 2 kat daha fazla geçirgenliğe sahiptir. İkili kodlama (binary code) mantığı ile farklı valf kombinasyonları açılıp kapatılarak lineer bir debi eğrisi elde edilebilir.. Bu, 2'den n taneye oransal akış varyasyonu sağlayan, PCM kontrollü ikili tipten (0'dan n'e kadar ayarlanabilir) n tane sürgülü NC 2/2 değişik geçirgenliğe sahip

valf anlamına gelir. Q n tane selenoid valf geçirgenliği ve n ikili olarak ifade edildiğinde, toplam geçirgenlik değeri:

$$Q = \sum_n (Q_n)$$

Geçirgenliğin, sıfır ve maksimum değerler arasında $2n$ tane değeri olduğunu varsayabiliriz. Sonuç olarak $n=8$ olduğunda varsayılan değer 256 olur.



Şekil 6. İkili kodlama (Binary code) mantığı ile valf gruplarının kontrolü ve lineer debi grafiği

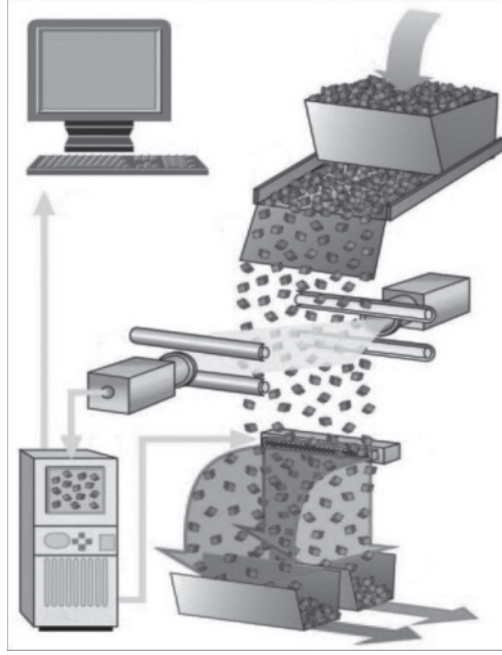
3.5 KOMBİNE TEKNİKLER

Daha önce ki örneklerde de görüldüğü gibi, kombine teknikler kullanımı tek başına tekniklerin özelliklerinin kullanışlı birleşimine neden olabilir. Elde edilen kombinasyonlar, daha yüksek hassasiyette akış kontrollüne izin verir. Örneğin PNM tekniği ile basamaklı bir çıkış grafiği elde edilirken, bu valflere aynı zamanda PWM tekniği de uygulanarak basamaklı grafik tam bir lineer grafiğe dönüştürülebilir.

4. ÇEŞİTLİ UYGULAMA ALANLARI

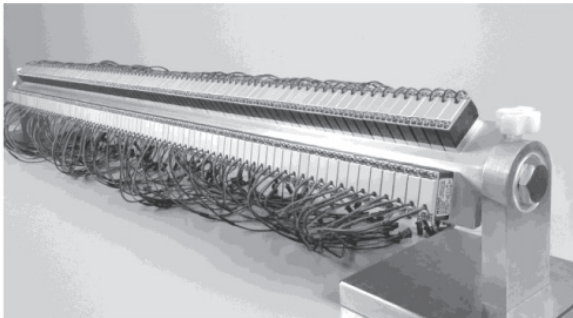
Çok hızlı cevap veren valfler ve yüksek frekansta uygulama yapabilmek bu tür valflere PWM tekniğini uygulayabilme avantajı sağlamaktadır. Daha önce de anlatıldığı gibi PWM uygulaması basit bir yazılım ile uygulanabilmekte böylece on-off kontrollü bir valf hiçbir yapı değişikliği olmaksızın oransal kontrol edilebilmektedir.

Test şartları altında saniyede 2000 tetikleme kadar çıkan ürünler bulunmaktadır. Standart uygulamalarda 1 ms den daha hızlı cevap süreleri ile çalışmak ve 1000 Hz frekansa kadar çıkmak mümkündür. Bu kadar hızlı çalışma en çok optik ayırma makinalarında kullanım alanı bulmuştur. Optik ayırma makinalarında on-off çalışma mantığı ile valf kontrolü yeterli olmaktadır. Şekil 7 de bu tür makinaların temel mantığı gösterilmiştir. Makinaya yüklenen ve ayrılmak istenen malzemeyi tanımlamak için bir elektronik algılama sistemi bulunmaktadır. Bu sistem bir kamera, renk sensörü, laser sensör, X ışınları, infared ışınları vs. olabilir. Algılama sistemi istenmeyen ürünü belirleyip makinanın elektronik kontrol ünitesine bilgi gönderir. Hızlı valflerden oluşan bir pnömatik manifold aşağıya doğru düşen malzemelerin geçiş yolu üzerine yerleştirilir. Elektronik kontrol sistemi hızlı valf grubundan istenen valflere aç-kapa emri göndererek aşağıya doğru düşen malzemeye basınçlı hava ile vurulmasını ve başka tarafa düşürülmesini sağlar.



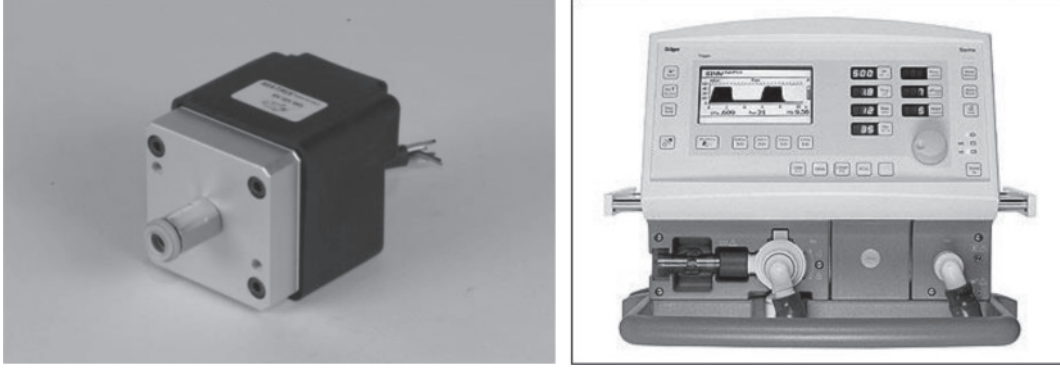
Şekil 7. Optik ayırma makinası çalışma mantığı

Optik ayırma makinaları (optical sorting machines) en çok gıda, geri dönüşüm ve madencilik alanında kullanılmaktadır. Bu yöntem ile endüstriyel makinalarda pirinç, susam, fındık, buğday, zeytin, ay çekirdeği vb. taneli gıda ürünlerinde istenmeyen malzemeleri ayıklayarak temizlemek mümkündür. Geri dönüşüm sektörlerinde PET, plastik, cam, kağıt vb. ürünlerde malzeme cinsine göre ayıklama yapmak mümkündür. Yani atık plastik şişelerin içerisinde PET olanları veya PVC olanları ayırmak kolayca yapılabilmektedir. Ya da cam kırıkları arasından yeşil renge sahip olanları seçebilen makineler kullanılmaktadır. Madencilikte ise diğer yüzdürme, manyetik gibi diğer yöntemlerle ayıramayan ürünler için kullanılan makinalar bulunmaktadır. Dünyada altın, pırlanta gibi değerli maden ayıklaması için de optik ayırma makinaları örnekleri vardır.



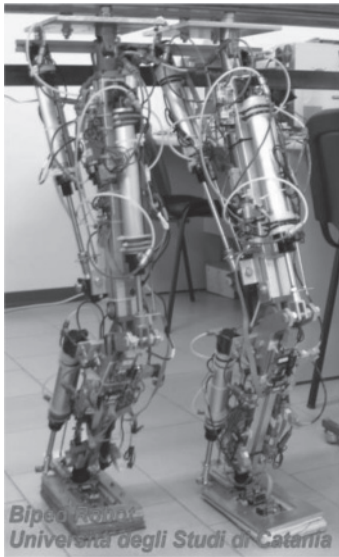
Şekil 8. Optik ayırma için pnömatik manifold ve makine örneği

Medikal ve biyoteknoloji alanında da yüksek hızlı valfler sık kullanım alanı bulmaktadır. PWM uygulamaları bu sektörde büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Hem pozitif basınçta hem de vakum uygulamalarında PWM kontrol tekniği ile debi ayarı yapmak mümkündür. Bu nedenle baskı şiddetinin ayarlanabildiği vakum terapi ve fizyoterapi cihazları veya solunum ekipmanlarında kolayca uygulanabilmektedir.



Şekil 9. Solunum için kullanılan cihaz ve bu cihazda kullanılan yüksek hızlı valf

Aşağıda yüksek hızlı valfler ile ilgili bazı örnek uygulama fotoğrafları verilmiştir.



Şekil 10. Robotik uygulama



Şekil 11. Pnömatik vuruşlu çelik uçlu yazıcı

SONUÇ

Hava valflerinin büyük bir hız ile açılıp kapatılmasını sağlayan bu basit mekanizma pnömatik sistemler farklı bir kontrol dünyasının kapısını açmaktadır. Değişik kontrol teknikleri uygulanarak valf açılma kapanma hızları hem yükseltilmiş hem de daha hassas kontrolü sağlanmıştır. Sadece yazılım

adaptasyonu ile on-off yapıya sahip valfler oransal debi kontrolünde kullanılabilir. Yüksek cevap verme süreleri ve yüksek frekansta istikrarlı çalışabilme kabiliyeti pnömatik için yeni uygulama alanları açmıştır.

Pnömatik oransal basınç regülatörlerinde de kullanılan bu valfler yeni bir oransal basınç kontrolü mantığı gelişmesine sebep olmuştur. Havanın sıkıştırılabilir bir akışkan olması nedeniyle yapılması zor olan pnömatik pozisyonlama, hassas hız kontrolü gibi uygulamalarda ciddi mesafeler kaydedilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] MATRIX MECHATRONIC, GENERAL CATALOGUE, S. 4-10, 2009
- [2] MATRIX MECHATRONICS Teknoloji Tanıtım Sunumları 2011

ÖZGEÇMİŞ

Vedat GÜL

1974 yılı Almanya doğumludur. Lise tahsilini Üsküdar Fen Lisesinde tamamlamıştır. 1997 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. Halen İTÜ Malzeme Programı Yüksek Lisans öğrenimine devam etmektedir. 2007 yılından beri kurucu ortağı olduğu Delta Proje Hidrolik Pnömatik firmasında Proje ve Satış Müdürü olarak görev yapmaktadır. Ayrıca İTÜ Makina Müh. Bölümünde seçmeli hidrolik derslerine konuk öğretmen olarak girmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.