



PNÖMATİKTE PIEZO TEKNOLOJİSİ

PIEZO TECHNOLOGY IN PNEUMATICS

Levent Kumyol

ÖZET

Piezo teknolojisi, elektrik enerjisi ve hareket enerjisi arasında geçiş imkanı sağlaması sayesinde çok sayıda sektörde kullanılmaya başlanmıştır. Bu teknolojinin kullanışlı özellikleri farklı alanlarda gerçekleştirilen AR-GE çalışmaları ile geliştirilerek verimliliği ve tedarik edilebilirliği önemli ölçüde artmıştır. Günümüzde sürdürülebilirlik ve dijitalleşmenin tüm üretim süreçlerinde kaçınılmaz olması nedeniyle piezo teknolojisinin kullanıldığı sektörlerdeki stratejik önemi artar.

Bu bildiride piezoelektrik etkinin ne olduğu, hangi cihazlarda ve sektörlerde etkin olarak kullanıldığı açıklandıktan sonra özellikle otomasyon sektörünün vazgeçilmez unsurlarından olan pnömatik elemanlarda nasıl kullanıldığı ve sağladığı avantajlar aktarılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kontrollü Pnömatik, Piezoelektrik, Verimlilik, Enerji tasarruf, Dijitalleşme

ABSTRACT

Piezo technology has started to be used in many sectors, thanks to its ability to switch between electrical energy and motion energy. The useful features of this technology have been improved with R&D studies carried out in different fields, and its efficiency and supply have increased significantly. Today, due to the fact that sustainability and digitalization are inevitable in all production processes, its strategic importance in sectors where piezo technology is used increases. In this paper, after explaining what the piezoelectric effect is, in which devices and sectors it is used effectively, how it is used and the advantages it provides, especially in pneumatic elements, which are indispensable elements of the automation sector, will be explained.

Keywords: Controlled Pneumatic, Piezoelectric, Efficiency, Energy saving, Digitalization

1.Giriş

Piezo teknolojisi sağladığı avantajlar ile sağlıktan elektroniğe pek çok sektörde kullanılır. Yenilikçi teknolojinin tercih edildiği alanlardan bir tanesi olan pnömatik endüstrisine sistemin kazandırdığı avantajlar ile önemli gelişmeler yaşanıyor. Özellikle küçük boyutları ve hassasiyetleri sayesinde önceki ürünlere oranla çok daha efektif sonuçlar elde etmek mümkün.

Basınç ayarlama ve akış hızını sürekli kılma basitçe sağlanır. Bu sayede hem harcanan enerji azalır hem de destek ünitesi olarak ihtiyaç duyulan parçalara gerek kalmaz. Örneğin, standart bir solenoid valf kullanıldığında bobine sürekli olarak enerji verilmesi gerekir. Bununla birlikte piezo valflerde yapılması gereken tek şey başlangıç akımı vermektir. Bir kez şarj olduktan sonra yeni nesil valfin akım tüketimi neredeyse sıfır seviyelerinde gerçekleşir. Piezo teknolojisi ile basıncın kontrol altına alınması ve düzenlenmesinde sağladığı yenilikler pnömatik teknolojisinden faydalanan araçların kompaktlık seviyesini de yükseltir. Piezo teknolojisinden yararlanan ürünlerin çalışma prensipleri, kullanım alanları, otomasyonda sağladığı kazanımlara göz atarak enerji verimliliğinde arzu ettiğiniz seviyeye çok daha kolay bir şekilde ulaşabilirsiniz.

Pnömatikte nasıl kullanıldığına geçmeden önce piezoelektrik etkinin detaylarına ve günümüzde farklı sektörlerde geldiği noktaya kısaca göz atacağız.

2. Piezoelektrik

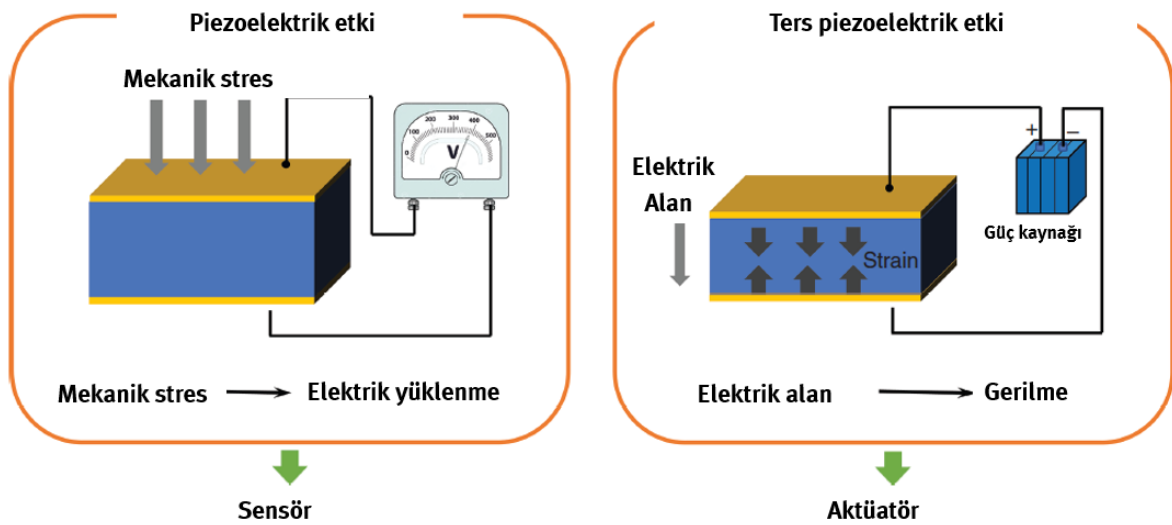
2.1. Tanımı, çalışma şekli ve tarihçesi

Piezoelektrik, belirli dielektrik malzemelerin bir elektrik alanı varlığında fiziksel olarak deforme olma veya tersine mekanik olarak deforme olduğunda bir elektrik yükü üretme özelliğidir. Piezoelektrik, doğru koşullar altında belirli kristal yapılarla yükün kendiliğinden ayrılmasından kaynaklanır. Kendiliğinden polarizasyon olarak adlandırılan bu fenomen, elektron bulutlarının kendi atom merkezlerine göre yer değiştirmesinden, yani pozitif iyonların kristal hücreleri içindeki negatif iyonlara göre yer değiştirmesinden kaynaklanır. Böyle bir durum bir elektrik dipol üretir. Piezo malzeme, Şekil 1'de gösterildiği gibi, kuvvetli bir elektrik alanına tabi tutularak herhangi bir yönde makroskopik polarizasyon sergilemeye indüklenebilir. Polarizasyon, dış yüzeylerde biriken elektrotlar boyunca ~2350 volt/mm (60 V/mil)'lik bir alan uygulanarak gerçekleştirilir. Polarize edildikten sonra, ferroelektrik malzeme, zıt bir alan veya yüksek sıcaklık tarafından depolanıncaya kadar polarize kalacaktır.

Piezoelektrik terimi (Yunanca: piezein, sıkmak veya bastırmak anlamına gelir) . 1880'de Pierre Curie ve Jacques Curie, kuvars (SiO_2) ve diğer tek kristallerde mekanik bir stresle orantılı bir elektrik yükü üreten (direkt) piezoelektrik etkiyi keşfetti. Uygulanan voltajla orantılı geometrik bir gerinim olan ters piezoelektrik etki de kısa sürede fark edildi (Şekil 1). O zamandan beri, kuvars en iyi bilinen ve yaygın olarak kullanılan piezoelektrik malzemelerden biri olmuştur.

Piezoelektrik etkinin keşfinden 1940'lara kadar gelişmeler sürdü. Bu dönemde üreticiler sadece "doğal" piezoelektrik malzemelerle çalıştılar. İlk ciddi uygulamalardan biri, ultrasonik bir denizaltı dedektörü geliştiren Fransız bilim adamı Langevin tarafından tanıtıldı. Bu dönüştürücü, kütleleriyle rezonans frekansını yaklaşık 50 kHz'e düşüren iki çelik plaka arasına yapıştırılmış ince kuvars kristallerinden oluşur. Yüksek frekanslı su altı sinyalleri ilettiler. Geri dönen yankının zamanını ölçerek, su altı nesnelere veya su derinliği tespit edildi.

Daha sonraları seramik telefon kartuşları, hidrof fonlar, güçlü sonar uygulamaları, küçük mikrofonlar, seramik ses tonu dönüştürücü, röleler ve diğerleri geliştirildi.



Şekil 1. Piezoelektrik Etki

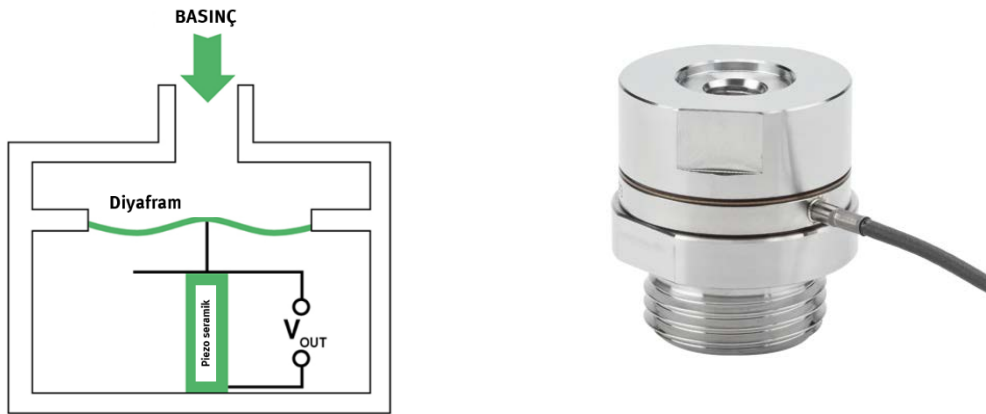
2.2 Piezoelektrik uygulamaları

Piezoelektrik malzemeler genellikle tanınmasa da günlük hayatımızdaki sayısız uygulamada önemli bir rol oynamaktadır. Sabahları evde çalar saatimizin piezo zili bizi uyandırır. Arabamızda yakıt verimliliği piezoelektrik yakıt enjeksiyonu ile artırılıyor, hava yastığımız piezoelektrik hızlanma sensörü tarafından kontrol ediliyor ve park ettiğimizde ultrasonik park sensörü bizi çarpışmalardan koruyor. İş mikroskopları veya hassas makineler çok hassas piezoelektrik motorlar ve sensörler kullanır veya fabrikada piezo dönüştürücülü bir ultrasonik temizleme banyosu iş parçalarımızı veya araçlarımızı temizler. Peki ya piezo mürekkep püskürtmeli yazıcılar veya sabit disk sürücüsü konumlandırması. Cep telefonlarımız piezoelektrik dokunsal geri bildirim kullanır ve fotoğraf kameraları bir piezo motorla kamera odağını bizim için ayarlar. Hastanede piezoelektrik ekoskopi cihazları vücudumuzun içine bakar veya MRI ile izlenen mikrocerrahi için piezo motorlar kullanılır. Eve döndüğümüzde yemeğimizi gazlı ocakta veya piezo ateşleyicili barbeküde pişiriyoruz. Piezoelektrik malzemelerin uygulamaları her yerde mevcuttur. Günde en az on kez piezoelektrik etkiden yararlanırız. Bu bölümde piezoelektrik malzemelerin kullanıldığı bu ürünleri daha yakından tanıyacağız.

2.2.1 Basınç sensörleri

Dinamik basınç değişikliklerinin ölçülmesinde piezoelektrik basınç sensörlerinin kullanılması, geleneksel elektromekanik basınç sensörlerinin kullanılmasına göre daha güvenilir sonuçlar vermektedir. Bunun nedeni, piezoelektrik cihazların herhangi bir körük veya herhangi bir mekanik bağlantıya ihtiyaç duymadan bir gerinim ölçer veya yer değiştirme sensörü ile birlikte yüksek frekans tepkisi ve sinyal dönüşümüne sahip olmasıdır.

Piezoelektrik basınç sensörleri, uygulanan basınç tarafından üretilen bir piezoelektrik eleman üzerindeki voltajı ölçerek bu etkiden yararlanır (Şekil 2). Çok sağlamdırlar ve çok çeşitli endüstriyel uygulamalarda kullanılırlar. Belirli bir statik kuvvet, sensör boyunca karşılık gelen bir yük ile sonuçlanır. Ancak bu, yalıtım, dahili sensör direnci, elektronikler vb. nedeniyle zamanla azalacaktır. Sonuç olarak, piezoelektrik sensörler normalde statik basıncı ölçmek için uygun değildir. Çıkış sinyali, sabit basınç varlığında bile kademeli olarak sifıra düşecektir. Bununla birlikte, geniş bir frekans ve basınç aralığında basınçtaki dinamik değişikliklere karşı hassastırlar. Bu dinamik hassasiyet, çok yüksek basınçlı bir ortamda bile basınçtaki küçük değişiklikleri ölçmekte iyi oldukları anlamına gelir.



Şekil 2. Piezo basınç sensörü ve çalışma prensibi

2.2.2 Aktüatörler

Piezoelektrik aktüatörler, voltaj uygulandığında yüksek kuvvet kapasitesine sahip küçük bir yer değiştirme üreten cihazlardır (Şekil 3). Ultra hassas konumlandırma ve statik veya dinamik durumlarda yüksek kuvvetlerin veya basınçların üretilmesi ve kontrolü birçok uygulamada kullanılabilirler.

Aktüatör konfigürasyonu uygulamaya bağlı olarak büyük ölçüde değişebilir. Piezoelektrik yığın veya çok katmanlı aktüatörler, piezoelektrik disklerin veya plakaların üst üste istiflenmesiyle üretilir; yığının eksenini, bir voltaj uygulandığında meydana gelen doğrusal hareketin eksenidir. Tüp aktüatörler, iç ve dış elektrotlar arasına bir voltaj uygulandığında yanıl ve boylamsal olarak büzülen monolitik cihazlardır.

Geleneksel elektromanyetik aktüatörlerle karşılaştırıldığında, yığın aktüatörler aşağıdaki benzersiz avantajlara sahiptir

- Basit tasarım
- Az hareketli parça, aşınma ve yıpranma yok
- Yüksek güvenilirlik
- Her birim alan için yüksek kuvvet
- Sınırsız çözünürlük
- Vakum & temiz oda uyumlu
- Düşük enerji tüketimi
- Manyetik alan yaratmaz ve etkilenmez
- Hızlı tepki
- Düşük sıcaklık dayanımı

Bu aktüatörler, oransal valflerde, elektrik rölelerinde, optik modülasyonda, titreşim sönümlemede ve hızlı veya hassas hareket kontrolü gerektiren diğer uygulamalarda kullanılır. Tıbbi uygulamalarda, ultrason görüntüleme, düşük sıcaklıklar veya güçlü manyetik alanlara sahip ortamlarda çalışabilirler. Küçük bir alanda büyük miktarda kuvvet üretebilirler. Yüksek hızlanma oranlarıyla neredeyse anında yanıt verebilirler. Son derece yüksek hassasiyet derecelerine ulaşabilirler. Yalnızca iş gerçekten yapılırken güç tüketirler.



Şekil 3. Bu piezo aktüatörler 180 µm strok ile 4500N itme kuvveti uygulayabiliyorlar ve sadece 191mmX25mm boyutundalar

2.2.3 Optik ayar

Bazı optiklerin geniş bir frekans tepkisi ve minimum sayıda hareketli parça ile ayarlanması veya modüle edilmesi gerekir. Piezoelektrik aktüatörler genellikle uzun bir hizmet ömrü boyunca hızlı ve doğru kontrol sağladıkları için bu tür uygulamalarda kullanılır.



Bir aynanın veya kırınım ızgarasının açısının, bir sinyale göre hassas bir şekilde değiştirilmesi gerekebilir. Bu tür uygulamalara genellikle optik veya fizik deneylerinde rastlanır. Dünyamızda kullanılan teleskoplar atmosferik değişimlere maruz kalırlar. Uzay araçlarındaki optikler hareket ve titreşime maruz kalırlar. Bu gibi durumlarda, optiklerin bir kontrol sistemi aracılığıyla gerçek zamanlı olarak ayarlanması gerekebilir. Bu görüntü çözünürlüğünü engelleyebilecek sapmaları ortadan kaldıracaktır. Birçok fiber optik dönüştürücü, lazerin çıkışını modüle etmek için piezoelektrik aktüatörlere güvenir.

2.2.4 Piezoelektrik motorlar

Piezoelektrik malzemeleri kullanmanın bir avantajı, özelliklerinin kesin ve tahmin edilebilir olmasıdır. Böylece, besleme gerilimi kontrol edildiği sürece bir piezoelektrik aktüatörün genişmesi ve büzülmesi hassas bir şekilde kontrol edilebilir. Bazı motor tasarımları, bir rotoru veya lineer elemanı hassas artışlarla hareket ettirmek için piezoelektrik elemanları kullanarak bu durumdan yararlanır. Bazı piezoelektrik motor tasarımlarıyla nanometre mertebesinde hassasiyet elde edilebilir. Piezoelektrik motorlar geniş bir frekans aralığında çalışır ancak tipik olarak en iyi düşük frekans aralığında çalışır. Piezoelektrik motorlar, doğal hassasiyetlerine ek olarak, güçlü manyetik alanların veya kriyojenik sıcaklıkların olduğu ortamlarda veya normal koşullarda kullanılabilir. Bir kontrol sistemi aracılığıyla gerçek zamanlı olarak ayarlanır. Bu, aksi takdirde görüntü çözünürlüğünü engelleyebilecek sapmaları telafi edecektir.

Standart bir elektrik motoru ile piezoelektrik motoru arasındaki hassasiyet farkı şaşırtıcıdır. Bir daire oluşturma görevini düşünün. Yüksek hassasiyetli bir elektrik motoru bu daireyi 30.000 küçük harekete ayıracaktır. Bir piezoelektrik motor, aynı daireyi 600.000 küçük harekete ayırabilir ve şaşırtıcı bir hassasiyet seviyesi sağlar. Nanometreye kadar hareketi kontrol edebilen piezoelektrik motorlar geliştirildi. Bu hassasiyet seviyesi, tıbbın geleceği için oldukça önemli. Doktorlara mikroskobik robotik cerrahi ile yardımcı olmada daha büyük bir rol oynamaya başladıkça, tekrarlayan hareketler üzerinde ultra hassas kontrol gerekli olacak ve inanılmaz yeni kontrol seviyelerine sahip piezoelektrik motorlar gerektirecektir. Ayrıca, piezoelektrik motorların geleneksel motorlara göre muazzam enerji ve tasarruf sağlaması ve en yeni nesil Piezo Motion motorlarının düşük maliyeti onları hemen hemen her türlü proje için uygun hale getirir.

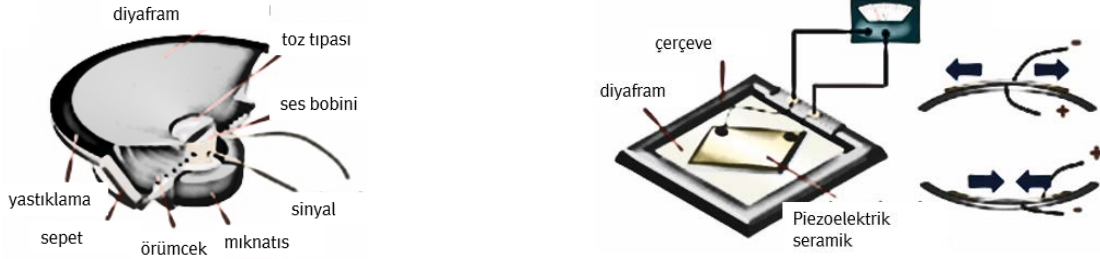
Piezoelektrik motorlar, tıbbi tedavide yer alan MRI makineleri gibi görüntüleme teknolojisi için önemli bir faktör olan tamamen manyetik olmayan malzemelerden üretilebilir. Ayrıca, motorlar sessiz çalışabilir ve hareket halinde olmadıklarında enerji tüketimini engeller.

Piezo teknolojisi yakında ilaç endüstrisini yenileyecek mikro dozaj pompaları uygulamalarında kullanılabilir. Bir hastanın mililitreye kadar hangi ilaç dozunu alması gerektiğini tam olarak bilen ve doğru ve güvenli bir şekilde dağıtabilen dozajlama üniteleri geliştirilebilecek.

2.2.5 Piezoelektrik hoparlörler ve sonarlar

Piezoelektrik hoparlörler, küçük bir elektronik cihazdan verimli bir şekilde ses üretmesi gereken hemen hemen her uygulamada bulunur. Bu tür hoparlörler genellikle ucuzdur ve nispeten yüksek ses üretmek için çok az güç gerektirir. Piezoelektrik hoparlörler, dijital kuvars saatlerde ve diğer elektronik cihazlarda sıklıkla kullanılır ve bazen bilgisayar hoparlörleri ve taşınabilir radyolar gibi daha ucuz hoparlör sistemlerinde tweeter olarak kullanılır. Sonar sistemlerinde ultrason üretmek için de kullanılırlar. Piezoelektrik hoparlörler, geleneksel hoparlörlere göre çeşitli avantajlara sahiptir: normalde çoğu yüksek frekans sürücüsünü yok edecek aşırı yüklerle karşı dayanıklıdır ve elektriksel özelliklerinden dolayı geçiş olmadan kullanılabilirler. Dezavantajları da vardır: Bazı amplifikatörler, çoğu piezoelektrik gibi kapasitif yükleri sürerken salınım yapabilir, bu da amplifikatörde bozulmaya veya hasara neden olur. Ek olarak, çoğu durumda frekans tepkileri, özellikle bas ve orta kademe açısından diğer teknolojilerinkinden daha düşüktür. Bu nedenle genellikle ses kalitesinden çok sesin ve yüksek perdenin önemli olduğu uygulamalarda kullanılırlar. Piezoelektrik hoparlörler, genişletilmiş yüksek frekans çıkışına sahip olabilir ve bu, bazı özel durumlarda yararlıdır; örneğin, piezoelektrik varyantların hem çıkış cihazları (su altı sesi üreten) hem de giriş cihazları (su altı mikrofonlarının

algılama bileşenleri olarak işlev gören) olarak kullanıldığı sonar uygulamaları. Sonar Ekipmanları, 50-200 kHz aralığında ultrasonik "ping"leri iletmek ve almak için özellikle piezoelektrik sensörlere bağlıdır. Bu tür uygulamalar için ideal bir frekans yanıtının yanı sıra, piezoelektrik dönüştürücüler, küçük bir paketten büyük miktarlarda akustik gücün iletilmesini sağlayan yüksek bir güç yoğunluğuna sahiptir. Örneğin, çapı yalnızca 4" (100 mm) olan bir dönüştürücü, 500 watt'tan daha büyük güç çıkışını işleme kapasitesine sahip olabilir.



Şekil 4. Geleneksel bir hoparlör tasarımı ve piezo hoparlör tasarımı

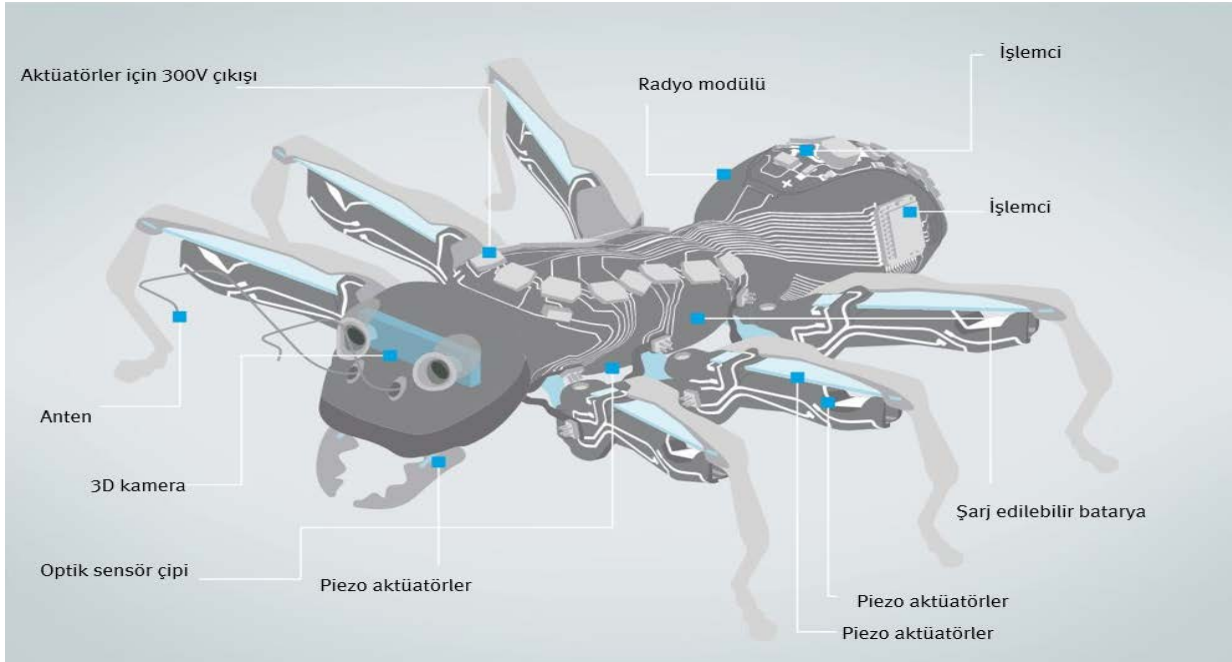
2.3.6 Elektrik jeneratörleri

Bazı uygulamalardaki basınç değişikliklerinden, titreşimlerden veya mekanik darbelerden enerji toplanması piezoelektrik jeneratörler ile mümkündür. Piezoelektrik jeneratörlerin en büyük avantajı boyutları ve çok yönlülüğüdür. Piezoelektrik elemanlar genellikle çok düz ve bir dereceye kadar esneklerdir, bu nedenle onları birçok şeye monte etmek kolaydır. Yaygın bir örnek, böyle bir sensörün ayakkabılara dahil edilmesidir. Her adım atıldığında, piezo eleman sıkıştırılır ve elektrik üretir. Üretilen elektrik miktarı az olsa da, bir telefonu şarj etmek veya acil durum fenerini çalıştırmak gibi daha sonra faydalı bir şey yapmak için depolanabilir. Daha fazla çıkış gücü sağlamak için birden fazla birim de istiflenebilir, ancak belirli bir noktadan sonra, sıkıştırmak için daha fazla kuvvet gerektirdikleri için azalan geri dönüşler vardır. Motora bağlı bir piezo, titreşimlerden enerji toplayabilir ve titreşim enerjisi elektrik enerjisine dönüştürüldüğü için gürültüyü azaltabilir. Bununla birlikte, bir piezoelektrik jeneratörün en büyük dezavantajı, sınırlı çıkış gücüdür. Bir kapasitöre çok benzediğinden, sabit bir enerji çıkışı elde etmek için titreşimlerden geçmesi gerekir. Çıkış AC'dir, bu nedenle onu DC'ye ve kullanılabilir voltaj ve akım seviyelerine dönüştürmek için bazı sinyal düzenleyiciler gereklidir. Bu sınırlamalar ve faydalar göz önüne alındığında, piezo elemanlar, ekipmanı izlemek için kullanılan küçük IoT mikro denetleyicilerine güç sağlamak için kullanılacak çok sayıda mekanik titreşime sahip endüstriyel ortamlar için çok uygundur.

2.2.7 Mikroelektronik mekanik sistemler (MEMS)

Piezoelektrik ürünler MEMS cihazları, cep telefonları, tablet bilgisayarlar vb. gibi küçük ürünlerde daha fazla entegre parça ihtiyacından dolayı yaygın hale gelmiştir. MEMS cihazlarının avantajı, jiroskopların, ivmeölçerlerin ve atalet ölçüm cihazlarının çip boyutundaki parçalara entegre edilebilmesidir. Böyle bir başarıya ulaşmak için genellikle piezoelektrik aktüatörler ve sensörler kullanılır.

Küçük robotik alanında, küçük güç verimli mekanik aktüatörlere ve sensörlere ihtiyaç vardır. Piezoelektrik aktüatörlerin kullanımıyla, sürünebilen veya uçabilen küçük bir robot inşa etmek teknik olarak mümkün (Şekil 5). Aslında, Mikro Hava Araçları olarak bilinen yeni bir robot teknolojisi alanı, kanat çırparak uçan, böcek veya kuş boyutunda küçük insansız hava araçları inşa etmeyi amaçlıyor. Yüzeyleri tıpkı kuşlar ve böcekler gibi kontrol ederler. Minyatürleştirmede bu tür başarılar kısmen piezoelektrik aktüatörler kullanılarak mümkündür.



Şekil 5. Bu karınca robotun kısıkaçları ve bacakları piezo aktüatörler ile hareket ediyor. Adı Bionicant.

2.2.8 Dizel yakıt enjektörleri

Son on yılda, dizel motorlardan kaynaklanan emisyonlarla ilgili düzenlemeler giderek daha sıkı hale geldi. Buna ek olarak müşteriler, geliştirilmiş güç ve tork eğrilerine sahip daha sessiz motorlar talep etmeye devam ediyor. Bu sıkı uyumluluk taleplerini karşılamak ve performans için motor üreticileri yanma işlemi sırasında hassas zamanlanmış ve ölçülü yakıt enjeksiyonları kullanmaya başladılar. Piezoelektrik bir yakıt enjektörü, tek bir güç darbesi sırasında 26.000 psi'yi (1800 bar) aşan basınçlarla yakıt akışını birkaç kez hızlı bir şekilde artırdı ve kapatabilir. Yüksek basınçlı sıvının bu hassas kontrolü, yakıt enjektörleri içindeki küçük valfleri kontrol eden piezoelektrik aktüatörlerin kullanılmasıyla mümkün olur. Dizel motor emisyonlarını içeren ekipmanlar giderek daha katı hale geldi, ancak müşterilerin geliştirilmiş güç çıkışına sahip daha sessiz motorlara yönelik talepleri, yakıt enjeksiyon teknolojilerinde dünyanın önde gelen şirketlerini kapsamlı araştırma ve geliştirmeye yatırım yapmaya yönlendirdi. Regülasyon basınçlarının önünde ve uyumlu kalırken müşterilerin taleplerini karşılamak için, yakıtın silindir içinde yanmasını daha verimli hale getirerek emisyonları azaltmak için Piezo Dizel Enjektörler geliştirilmiştir. Bu tür teknolojik ilerlemeler, dizel yanma işlemi sırasında hassas zamanlanmış ve ölçülü yakıt enjeksiyonları yoluyla geliştirilmiş performans ve azaltılmış emisyon olanakları ile yeni bir aşamaya öncülük ediyor.

2.2.9 Ultrasonik temizleme

Piezoelektrik ayrıca ultrasonik temizleme uygulamalarına da katkıda bulunur. Ultrasonik temizlik yapmak için nesnelere bir çözücüye (su, alkol, aseton vb.) batırılır. Piezoelektrik dönüştürücü daha sonra çözücüye çalkalar. Erişilemeyen yüzeylere sahip birçok nesne bu metodoloji kullanılarak temizlenebilir. Ultrasonik böbrek taşlarını kırma ve diş plağının uzaklaştırılması için kullanılırlar. Rinoplasti piezo yöntemi kullanılarak yapılan bir estetik operasyondur ve kemiklerin kırılması ultrasonik olarak yapılır.

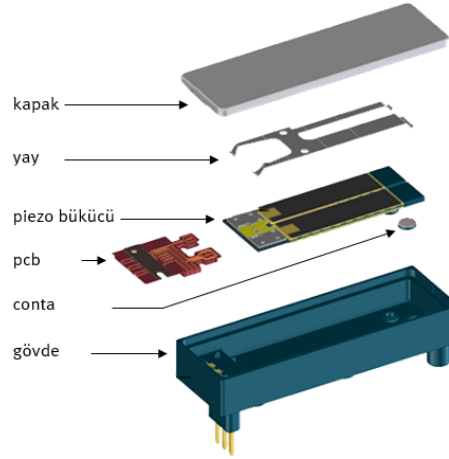
2.2.10 Mürekkep püskürtmeli yazıcı

Bir piezoelektrik mürekkep püskürtmeli yazıcıda, yazıcı kafasındaki piezoelektrik aktüatörler, küçük diyaframlar üzerinde hareket eder veya mürekkep damlacıklarının bir delikten kağıda çıkmaya zorlanması için bir inkjet'in geometrisini değiştirir. Bu, bugüne kadar yazıcı pazarındaki baskın teknolojilerden biridir.

3. Pnömatik ve piezoelektrik

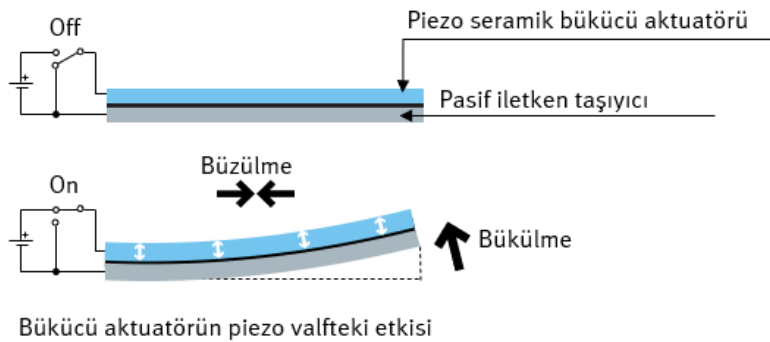
3.1 Piezo valflerin çalışma prensipleri

Piezo valfte esas eleman piezo seramiktir. Bu ince bir seramik tabakadır ve aslında aktüatördür. Bu seramik malzemeye voltaj uygulandığında bükülecektir. Ve akış hızını veya basıncını düzenlemek için kullandığımız bu bükülmektir. Sapma, uygulanan voltajla orantılıdır ve bu akış hızının veya basıncın orantılı olarak düzenlenmesini sağlar.



Şekil 6. Piezo valf tasarımı

Piezo valf tasarımı (Şekil 6) çok basittir. İçine enjeksiyonla kalıplanmış contaları olan bir muhafazadan oluşur. Aktüatör olarak bükücü – piezo seramik – ve onun üzerinde geri dönüş hareketini sağlayan yay vardır.



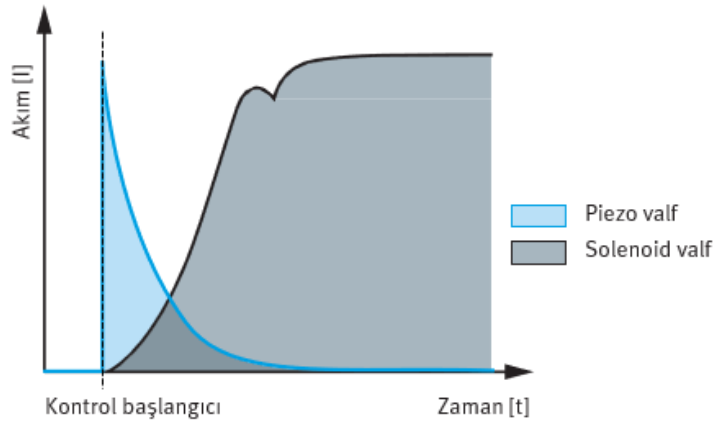
Bükücü aktüatörün piezo valfteki etkisi

Şekil 7. Polarizasyon ve bükülme

Piezo bükücünün prensibi bir solenoid valf ile karşılaştırılmaz. Piezo seramik bir kapasitör gibidir. Elektrik yüklüdür. Ve bu yük , seramik malzemede bükülmesine(Şekil 7) neden olan bir polarizasyon üretir. Bu, piezo valf için mevcut tüketim eğrisinin oransal solenoid valf için olandan tamamen farklı olduğu anlamına gelir.

Bir solenoid valfte bobine her zaman enerji verilmelidir. Armatürü valf yuvasından uzaklaştıran manyetik alanı bu şekilde oluşturursunuz. Öte yandan, bir piezo valfin sürekli olarak enerjilendirilmesine gerek yoktur . Tek ihtiyacınız olan, seramik malzemeyi bir kez şarj etmek için bir başlangıç akımıdır ve ardından akım tüketimi neredeyse sıfıra düşer (Şekil 8).

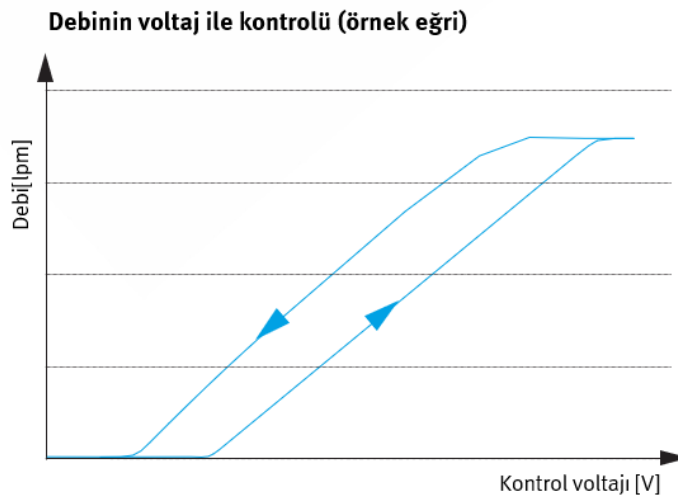
Bu büyük bir farktır: Piezo teknolojisi ile mevcut tüketiminiz çok daha düşüktür. Oransal solenoid valflerle karşılaştırıldığında %95'e varan enerji tasarrufu sağlayabilirsiniz.



Şekil 8. Piezo valf ve solenoid valf arasındaki enerji tüketim farkı

Solenoid valflerle karşılaştırıldığında bir diğer fark, elektroniklerin tamamen farklı şekilde çalıştırılmasıdır. Solenoid valfler için kullanılan 12 volt veya 24 volt besleme piezo valflerle çalışmaz. Piezo valflerin 310 volt kadar gerilime ihtiyacı vardır ve bu nedenle her zaman özel elektroniklere ihtiyaç duyar. Bu eskiden gerçek bir engeldi. Ancak bugün bunun için basit bir çözümler var.

Bu (histerezis) eğrisi, piezo valflerin neden bu kadar yüksek bir gerilime ihtiyaç duyduğunu açıklar. Gördüğümüz gibi, akış hızının voltaja bağlı olduğunu gösteriyor.



Şekil 9. Histerezis eğrisi

Diğer bir özellik ise kısa devre riski nedeniyle piezo seramiğin sıvılara maruz kalmamasıdır. Piezo etkisi seramik malzemede bir polarizasyon oluşturmaya dayanır . Bir sıvı veya yoğunlaşan nem, yükü hemen dağıtır. Bu nedenle piezo valfler bu tür uygulamalar için doğru seçim değildir.

3.2 Piezo valflerin avantajları

Piezo valflerin oransal solenoid valflere kıyasla en önemli faydaları şu şekildedir.

- Piezo bükücü tasarım gereği orantılıdır. Strok doğrudan voltaja bağlıdır. Yani bu bir anahtarlama valfi değil.
- Seramik malzeme şarj edildiğinden voltajı tutar ve bu nedenle daha önce bahsettiğimiz gibi piezo valfler son derece düşük enerji tüketimine sahiptir. Burada miliwatt'tan bahsediyoruz, küçük solenoid valflerin bile birkaç watt'a ihtiyacı var.
- Ve bunun bir başka önemli etkisi daha var: Piezo valf ile ısı birikmesi olmaz . Solenoid valflerde solenoidlerden gelen ısı ortamı ısıttığı için her zaman soğutmayı düşünmeniz gerekir. Bir solenoid valf hızla 100 dereceye ulaşabilir. Uygulama, hastanın soluyacağı veya hassas bir hücre kültürünün etrafından dolaşacak gazların düzenlenmesini içeriyorsa, bu sorunlu olabilir.
- Piezo valf ile sürtünme, tıklama ve dolayısıyla gürültü olmaz. Yani sessiz. Aşınacak parçası olmadığı için uzun ömürlüdür .
- Valf ayrıca küçük ve hafiftir - ağır demir, solenoid veya bobin içermez.
- Teknolojiler fiyat olarak benzer , ancak piezo valfler uzun vadede kullanımda daha ekonomiktir.
- Piezo valfleri hava, oksijen ve soy gazlar için onaylanmıştır .

3.3 Piezo valfler ile basınç ve akış kontrolü

Bir bükücü ve iki portlu tasarımıyla 2/2 yollu valfe ne kadar fazla voltaj uygulanırsa o kadar açılır. Yani çok basit bir akış kontrolü.

Diğer örnek, üç portlu ve iki bükücülü 3/3 yollu bir valftir. Bu kompakt çözümlerle eksiksiz bir basınç düzenleme sistemi kurulabilir. Basınçlandırma için bir bükücü ve hava tahliye için ikinci bir bükücü var. Üçüncü durum kapalı. Bu, basıncın korunduğu zamandır.

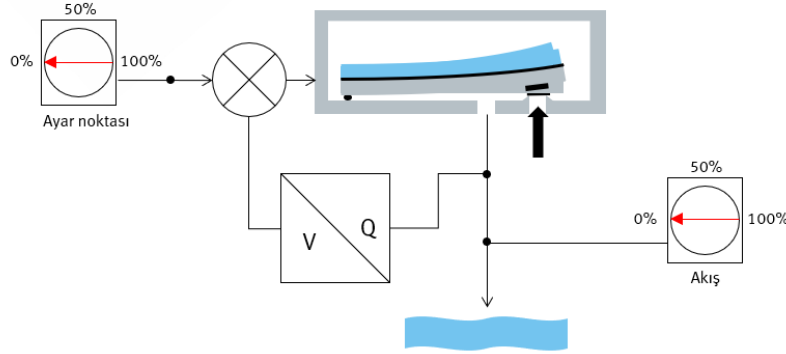


Şekil 10. 2/2 ve 3/3 yollu valfler

Piezo valflerin özel elektroniklere ihtiyaç duyarlar. Onları sadece 12 volt ile çalıştıramazsınız. Çalıştırmayı çok daha kolay hale getirmek için piezo E-box şeklinde piezo sürücü elektroniği geliştirildi. Piezo teknolojisi için gereken her şeye sahip. Bunun anlamı, bu kutuyu 12 volt ile normal şekilde çalıştırabilirsiniz ve E-box piezo voltajı üretir. Piezo valflerin özel çalıştırılması için ihtiyacınız olan her şeye sahiptir: basit açık döngü çalışma elektroniği, voltaj üretimi ve akım sınırlamalı 2 kanallı sürücü aşaması.

3.3.1 Akış kontrolü

Piezo teknolojisinin kullanımı oransal debi ürünleri için önemli bir inovasyondur. Gaz akışının sorunsuz bir şekilde aktarılması ve enerji ihtiyacının karşılanması noktasında piezo maddesinin rolü oldukça kritiktir. Kompakt tasarımıyla birlikte akış oranını kontrol altında tutma işleminde miktar ayarlanmasını, basınç düzenlenmesini daha etkili bir şekilde yapmak mümkündür. Aynı zamanda diğer teknolojilerden farklı olarak piezonun enerjiler arasında geçiş fırsatı sunması basıncın dağıtımında yön değişikliklerini hassas bir şekilde yapmayı sağlar. Böylece verimli olduğu kadar güvenli bir kullanım da elde edilir. Akış hızını ölçen ve ardından kontrol elektroniği aracılığıyla kontrol döngüsünü sağlayan bir sensör kullanarak akış hızını düzenleyebiliriz.



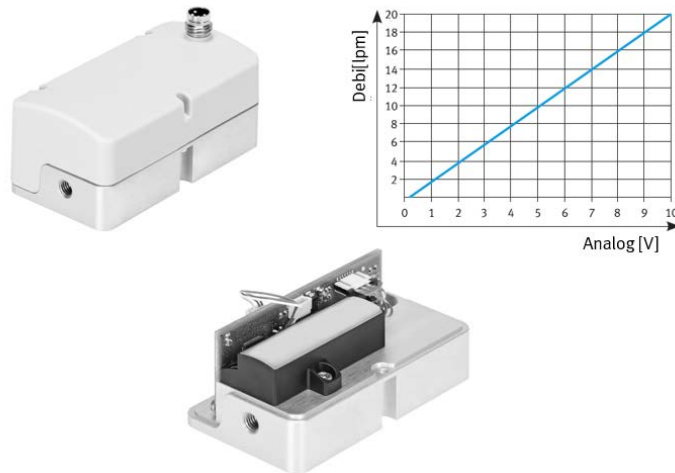
Şekil 11. Akış kontrolü devresi

Valf, sıfır ayar noktasında kapalıdır (Şekil 12). Valf yüzde 50'lik bir ayar noktasında açılıyor ve yüzde 50'lik bir akış hızımız var. Yani bu kontrol döngüsüne sahibiz. Valfi daha fazla açarsanız - yüzde 100'lük bir ayar noktasına kadar - o zaman yüzde 100'lük bir akış oranına sahip olursunuz. Yani bu lineer davranıştır – artık sadece orantılı değil, tam anlamıyla lineerdir.

Bu akış hızı düzenleme yöntemi için 2 bar giriş basıncında dakikada 17 litreye kadar akış hızları ve 6 bar'da dakikada 50 ila 80 litre akış hızları mümkündür.

Akış kontrol valfi bir piezo valfi, akış sensörünü ve elektroniği birleştirir - bu nedenle kompakt formatta eksiksiz bir çözüm. Bu, kesinlikle doğrusal bir giriş voltajı ve çıkış akış hızı oranı elde etmenizi sağlar.

Hassas, sessiz ve enerji tasarruflu.



Şekil 12. Piezo ile üretilmiş bir akış kontrol valfi ve lineer grafiği

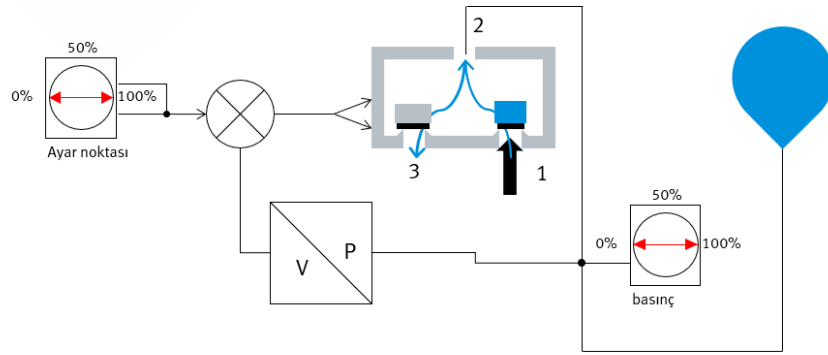
3.3.2 Basınç kontrolü

Oransal regülatörler de piezo teknolojisinden aktif olarak yararlanan ürünler arasında yer alır. Çok sayıda endüstriyel alanda kullanılan ürünler akışkan havanın basıncını kontrol altında tutmayı sağlar. Piezo maddesinin kazandırdığı yenilikler ile birlikte ayar dereceleri çok daha hassas bir şekilde yapılabilir. Kontrol hassasiyetinin yükselmesi daha pratik bir kullanımın yanı sıra uzun kullanım ömrü de kazandırır. Ayrıca düşük ses seviyesi, tepki süresi ve enerji tüketimi de oransal regülatörlerin elde ettiği kazanımlardandır.

Basınç kontrolü de benzer şekilde çalışır. Bir kez daha içinde iki bükücü bulunan bir piezo valfimiz var. basınçlı hava bağlantısı var. Ayar noktasını yükselttiğinizde valf basınçlandırılır. Bu, çıkıştaki basıncın arttığı anlamına gelir (Şekil 13).

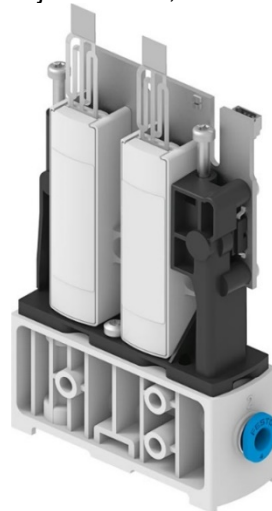
Kontrol döngüsü, valfi basınç sensörünün sinyaline göre çalıştırır. Yüzde 100'lük bir ayar noktasında, hedef basınca ulaşılan kadar basınçlandırma devam eder. Ardından vana tekrar kapatılır. Bu, basıncın korunduğu anlamına gelir. Basıncı azaltmak istiyorsanız, diğer şekilde çalışır. Ayar noktası düşürülür. Diğer bükücü çalıştırılır - hedef basınca ulaşılan kadar boşaltma için. Ardından valf tekrar kapatılır. Sıfıra kadar giderseniz, ortam basıncına ulaşılan kadar valf tamamen tahliye eder.

Bu, basıncın sadece bir valf kullanılarak tamamen düzenlenebildiği çok kompakt bir çözümdür. Bunu solenoid valflerle yapmak istiyorsanız, her zaman iki valfe ihtiyacınız olacaktır.



Şekil 13. Basınç kontrol grafiği

basınçlandırma için bir piezo bükücü ve bir boşaltma için bir piezo bükücüye sahip iki piezo valfli oransal basınç regülatörü Şekil 14'te görebilirsiniz. Ayrıca elektronik aksam ve basınç sensörü de var – tümü kompakt bir muhafaza içinde yer alıyor. Bu, en küçük kurulum alanında eksiksiz bir kapalı döngü basınç kontrol çözümü sağlar. Enerji tasarruflu, sessiz ve ısı birikimi yoktur.



Şekil 14. Piezo ile üretilmiş bir basınç regülatörü

3.4 Uygulama alanları

Tıbbi teknoloji ve laboratuvar otomasyonunda kullanılabilir. İlaç, teşhis ve laboratuvarlar için sarf ve tek kullanımlık ürünlerin üretiminde, elektronik endüstrisinde, proses otomasyonunda, tekstil endüstrisinde ve makine yapımında kullanım alanları vardır.

3.4.1 Taşınabilir oksijen tedavisi

Yaşam kalitesini etkileyen en önemli noktalardan bir tanesi rahat bir şekilde nefes alıp verebilmektir. Bu doğrultuda geliştirilen oksijen konsantratörü ürünlerinde piezo teknolojisi etkin rol oynar. Covid salgını ile birlikte önemi artan taşınabilir oksijen tüplerinin gaz akışını kusursuz bir şekilde yapması gerekir. Piezo teknolojisine sahip konsantratörleri hastalar için oksijen dozlamasını pratik bir biçimde gerçekleştirir. Böylece elde edilen sonuçlar çok daha etkili olur.

Piezo materyalinin kazandırdığı farklı avantajlar da mevcuttur. Maddenin kompakt ve hafif yapısı tasarımın ergonomik yapıya sahip olmasını mümkün kılar. Bu sayede taşınabilir yapıdaki ürünlerin kullanım kolaylığı bir üst seviyeye çıkar. Piezo valflerin kullanıldığı ürünlerin sağladığı diğer bir kazanım ise düşük enerji tüketimidir. Standart valflerin kullanıldığı konsantratör modellerine kıyasla piezo seramiği sürekli enerji akışına ihtiyaç duymadığı için son derece düşük harcama gerçekleştirir. Ürünlerin dinamiklerinin deformasyona uğramasının önüne geçilerek kullanım ömrü de uzatılmış olur. Piezo teknolojisine sahip valflerin düşük ses seviyesinde çalışması da elde edilen avantajlardan bir tanesidir. Sessiz çalışma yeteneği taşınabilir yapıdaki konsantratörler için oldukça önemlidir.

Dünya çapında yaklaşık 600 milyon insan kronik obstrüktif akciğer hastalığından (KOAH) muzdariptir ve taşınabilir bir oksijen tedavi cihazına bağımlıdır. Piezo valfler, düşük enerji tüketimleri ve sessiz çalışmaları sayesinde bu taşınabilir, bakım noktası uygulaması için idealdir. Akış kontrol valfi sensör kontrollüdür ve yalnızca inhalasyon sırasında açılır. Sonuç olarak daha az oksijen tüketilir ve hastanın aktivite imkanı önemli ölçüde artar.



Şekil 15. Oksijen tedavisinde piezo teknolojisi avantajları ile ön plana çıkıyor

3.4.2 Tıbbi yataklar

Anti-dekübit yataklar yatak yaralarını önler. Bu uygulamada, oransal piezo valf, düşük basıncı sessiz ve güvenilir bir şekilde düzenler

Piezo valflerinin kullanıldığı alanlardan bir tanesi de medikal yataklardır. Hastaların tedavi sırasında ve sonrasında konforlu hissetmeleri için ürünlerin hassas kontrol yeteneğinden faydalanılır. Döşeklerin vücut yapısına uygun şekli almasının yanı sıra ideal basıncını koruması gerekir. Bu doğrultuda piezo maddesinin esnek akış kontrolü yüksek verimlilik sağlar. Aynı zamanda yatakların iç yapısındaki basıncın düzenlenmesi, yükseltilip alçaltılması da çok daha pratik bir hale gelir. Böylece özellikle uzun süreli sırtüstü yatar pozisyonda kalma sonucu oluşan ağrılar önemli ölçüde azalır. Yapılan çalışmalarda piezo teknolojisine sahip medikal yatakların standart modellere oranla çok daha olumlu sonuçlar ortaya koyduğu görülmüştür.



Şekil 16. Tıbbi yataklarda hassas basınç kontrolü

3.4.3 Piezo teknolojisi ile eğitim robotu

Şekil 17’de gördüğümüz dişçideki beş yaşındaki bir çocuk değil, küçük bir çocuğun diş tedavisi sırasındaki davranışını oldukça gerçekçi bir şekilde simüle eden bir eğitim robotu. Bu, geleceğin diş hekimlerinin genç hastaları tedavi etmeye hazırlanmalarını sağlar. Gerçekçi hareketler, orantılı basınç regülatörü tarafından kontrol edilir – sessiz, hassas ve tabii ki enerji tasarruflu.

Piezo teknolojisinden yararlanan diğer bir alan ise insansı eğitim robotlarıdır. Özellikle medikal alanda eğitim sürecine oldukça olumlu etki yaratan robotlar, yetişkin ve çocukların benzer durumlardaki davranışlarının benzerini yapar. Böylece eğitim alan kişiler hem öğrendiklerini test eder hem de farklı durumlara nasıl yaklaşılması gerektiğini öğrenir.

Medikal operasyonlarda en ufak bir hareket kaymasının bile olmaması gerekir. Bu doğrultuda piezo teknolojisinin hassas hareket kabiliyeti ve enerji akış kontrolü kapasitesi oldukça kritik bir rol oynar. Tepki süresinin önemli ölçüde azaltılması da bu süreçte öne çıkan özellikler arasında yer alır. Piezo regülatörlerin oransal basınç ayarlama yeteneği, düşük ses seviyesinde çalışması ve kompakt yapıda olması insansı eğitim robotlarında elde edilen diğer avantajlardır.



Şekil 17. Bu eğitim robotu bir çocuğun hareketlerini simüle ediyor

3.4.4 Pnömatik Cobot

Şekil 17'de Gördüğümüz pnömatik cobot hassas ve hızlı kontrollü minyatür piezo valfler sayesinde yapılabildi. Pnömatik tahriklerin esnekliği sayesinde, cobot hassas hareket eder - duruma uygun bir hızda, akıcı, uyumlu hareket eder. Dokunulduğunda, bir insanla temas kadar yumuşaktır. Cobot'un pnömatik doğrudan tahrikleri ve düşük ağırlığı, temas enerjisini azaltır. Eklemlerdeki hassas basınç düzenleyiciler sayesinde robot, bir insan tarafından dokunulduğunu algılar ve uygun güvenlik fonksiyonlarıyla tepki verir. Çalışan, ihtiyatlı teknik meslektaşı ile herhangi bir risk almadan işbirliği yapabilir. Kolorobotif robot teknolojisinde basınçlı hava enerjisinin ve avantajlarının kullanılması piezo teknolojisi sayesinde oldu.



Şekil 17. Pnömatik Cobot



3.4.4 Gaz karışımlarının hazırlanması

Piezo valfler üretim süreçlerinde de kullanılmaktadır. Örneğin damar içi torbaların koruyucu gazla güvenli bir şekilde doldurulması için veya argon kullanarak yüksek hızlı lazer kaynak oluşturma sırasında. Her iki uygulama da yüksek hassasiyet ve tekrarlamaya doğruluğuna bağlıdır.

Yeni nesil inovasyon sayesinde keskinlik, dayanıklılık ve kompaktlık büyük makinelerin kullanımında da fark yaratır. Kalıp çıkarma, şekillendirme gibi hassasiyetin oldukça önemli olduğu işlemlerde yüksek derecede kesinlik sunar. Ayrıca standart makinelere oranla daha yüksek kontrol oranı sağlaması ile hareket esnekliği de kazandırır. Böylece işlemler kısa sürede tamamlanırken en ufak detayların bile üstesinden sorunsuz bir biçimde gelme olanağı sağlar. Güvenli, ergonomik ve hızlı kullanım imkanı ile kullanıldığı her sektörde farkını ortaya koymayı başarır. Aynı zamanda piezo teknolojisinin sessiz tasarım özelliği de elektronik cihazlara kazandırdığı bir avantajdır.

Hassas kontrol ihtiyacı bulunan işlemlerden bir tanesi de gazların karıştırılması ve dozajlanmasıdır. Özellikle koruyucu gazların kullanıldığı noktalarda her adım yüksek derecede hassasiyet gerektirir. Piezo teknolojisinin bu alanda kullanılmasıyla birlikte çok daha keskin, temiz ve sürdürülebilir işlemler gerçekleştirilebilir. Özellikle durağan gazların alınacağı paketlerde kaynaklamada kullanılan argon gazının dozajlamasında çok daha etkili sonuçlar elde edilir. Piezo maddesinin sağladığı hızlı ve güvenli gaz akışı süreç optimizasyonunda büyük fark yaratır. Aynı zamanda plastik ve metal tozların argon gazı kullanarak taşıdığı kaynak işlerinde dozajlama işlemi daha net bir biçimde tamamlanır.

SONUÇ

Piezo teknolojisi hayatımızın içinde birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Her geçen gün bambaşka sektörlerde uygulanma imkanı buluyor. Bunu tabii ki üstün özelliklerine borçlu. Böyle minyatür alanda yüksek kuvvet üretebilen ve kuvveti hassas bir şekilde yönetilebilen başka rakip bir teknoloji henüz yok. Sıkıştırma ile elektrik enerjisi üretmek veya tam tersi voltaj uygulayarak bir maddede lineer hareket elde etmek halen bizim için çok yeni bir teknoloji.

Gelecekte daha fazla minyatür robotlar göreceğiz ve bunların içindeki birçok aktüatör piezo teknolojisini kullanacak. Çok daha hassas makineler yapıyoruz, hepsi piezo teknolojisi kullanan ekipmanlar kullanacak. Tıp sektörü en büyük kullanım alanlarında biri olacak şüphesiz.

Pnömatik dünyası da basınçlı havanın hassas bir şekilde yönetilmesi için bu teknolojiyi kullanmaya başladı. Lineer ve sessiz bir şekilde debi kontrolü yapabiliyoruz. Mobil cihazlarda şart olan enerji tüketimi piezo teknolojisi sayesinde mümkün artık. Çok küçük alanlar, çok büyük basınçlar, çok hassas bir şekilde kontrol altında. Valflerimiz ne kadar hava tükettiklerini biliyorlar. Akıllı sistemler bunları elbette daha efektif bir şekilde kullanacaklar.

Sürdürülebilirlik günümüz konusu. Enerji tüketimi tüm endüstrilerin hedefi. Dijitalleşme de aynı şekilde verimliliği arttırmak için tüm sektörlerin strateji planlarında bulunuyor. Otomasyon dünyası bu gelişmelerin merkezinde ve piezo teknolojisi doğal olarak yönünü bu şekilde belirlemiş firmaların kullanımında olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] ARNAU A, SOARES D, Piezoelectric Transducers and Applications, Springer-Verlag Berlin, 2008
- [2] CARTES R, KENSLEY R, Introduction to piezoelectric transducers, piezo.com
- [3] HOLTERMAN J, GROEN P, An Introduction to Piezoelectric Materials and Applications, Stichting Applied Piezo, 2013
- [4] KUNERT T, Webinar Gas Handling: Controlling flow and pressure with piezo technology, FESTO, 2021



ÖZGEÇMİŞ

Levent Kумыol

1978 Tekirdağ-Çorlu doğumludur. Lise eğitimini Cağaloğlu Anadolu Lisesinde tamamladıktan sonra ODTÜ Elektrik Elektronik Mühendisliđi bölümünü bitirmiştir. Stuttgart Üniversitesinde MBA eğitimini tamamlamıştır. Özel firmalarda satış bölümünde çalıştıktan sonra halen otomasyon sektöründe faaliyet gösteren yabancı bir firmada ürün pazarlama müdürü olarak iş hayatına devam etmektedir. Almanca ve İngilizce bilmektedir.