



ORANSAL TEKNOLOJİSİNDE SERVO KARAKTERİSTİKLI VALFLERİN UYGULAMALARI

Cüneyt SIPAHIOGLU

ÖZET

Günümüzde oransal valflerin, kontrol teknolojisinin gelismesiyle birlikte hidrolik sistemlerde kullanım oranlari oldukça artmistir. Oransal valflerin geçtigimiz yillara kadar fiyatlarinin pahali olmasi, karmaşik elektronik devrelerle beslenmis olmalari, kisitli tamir olanaklari ve kirlilige karsi duyarli olmalari nedeniyle sıkça kullanilmadiklari bilinmektedir. Buna karsin gelisen teknoloji gün geçtikçe daha kaliteli, daha hizli ve daha güvenilir malzemelerin kullanimlarini ihtiyaç haline gelmistir. Bu durumda tasarimi yapılan hidrolik devrelerde yüksek hassasiyete ve yüksek dinamik özelliklere sahip Oransal Valflerin kullanimlari zorunlu ihtiyaç haline gelmistir. Bunun sonucu olarak ta üretici firmalar Oransal valf teknolojisinde ar-ge çalismalarini hizlandirmis ve piyasalara son derece hassas ve servo valf karakteristiklerine yakin yeni nesil oransal valfleri çikarmayi basarmislardir.

GIRIS

Bildirimizde oransal valfler ve servo valfler ile yeni nesil servo karakteristikli oransal valflerin karsilastirilmalari, kirlilige karsi hassasiyetinin nasıl düsürüldüğü, geri besleme ve rejeneratif dizayn sayesinde silindirlerde düşük debilerde hatasiz ve hassas hareket imkanlarinin nasıl saglandigi, ayni akim degerinde sürekli ayni akisin saglanmasi, diger oransal valflerden farkli olarak sinizodial sürgü sayesinde akim sinyallerine daha kısa tepki alaninda ve lineere yakin bir egri ile cevap verebilmeleri, geri besleme sistemindeki yeniliklerle daha hassas ve hizli kontrolü, incelenecek ve kullanicilara getirmis oldugu kolayliklar, faydalar gelism uygulamalariyla anlatilacaktır.

Günümüzde kullanılan standart oransal valflerin servo valflere göre statik ve dinamik karakteristikleri oldukça kötü özelliklere sahiptir. Bunun nedenleri, standart oransal valflerin yay kuvvetlerine karsi çalismalari, bobin yapilarindan dolayi yataklamalardan kaynaklanan sürtünme kayiplardir.

Günümüzde kullanılan standart servo valflerin de oransal valflere göre dezavantajlari vardir. Fiyatlarinin oldukça pahali olmasi, kirlilige karsi asiri duyarli olmalari ve yüksek filtreleme sistem maliyetleri gibi.

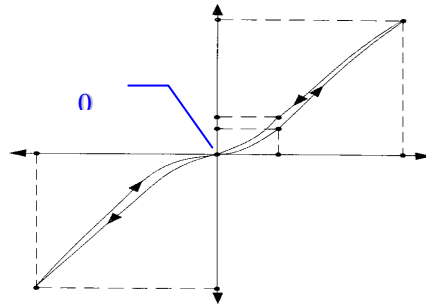
Teknolojinin gereksinimleri ise daha robust, daha güçlü, daha hassas, daha dinamik ve statik karakteristiklere sahip ve en önemlisi ucuz valflerin üretilebilip piyasaya sürülebilmesidir. Bu ihtiyaç dogrultusunda da oransal valf teknolojisi hergün yeni gelismelere sahne olmakta ve servo valf özelliklerini saglamaya baslamaktadır.

SERVO VE ORANSAL VALF KARAKTERİSTİKLERİ

Ana konumuz servo karakteristikli oransal valflere girmeden önce öncelikle servo ve oransal teknolojisinde valflerin statik ve dinamik karakteristiklerinin incelenmesi ve tanımlanması gerekir.

Statik Karakteristikler

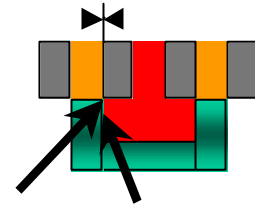
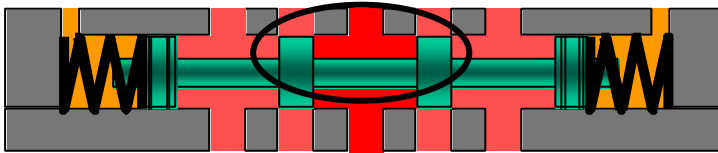
Histeresis: Oransal veya servo bir valfin kontrolü için uygulanan giriş sinyalinin değerinin minimumdan maximuma veya maksimumdan minimuma değiştirildiğinde her iki pozisyonda da aynı çıkış sinyalini sağlamak için giriş sinyalleri arasındaki maksimum fark olarak değerlendirilir. Valfin kendi içinde kapalı çevrim kontrol edilmesi (feed back) histeresis hassasiyetini iyileştirir (Sekil 1).



Sekil 1. Histeresis Diyagramı

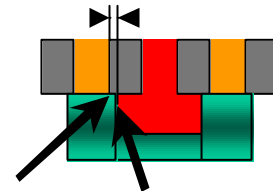
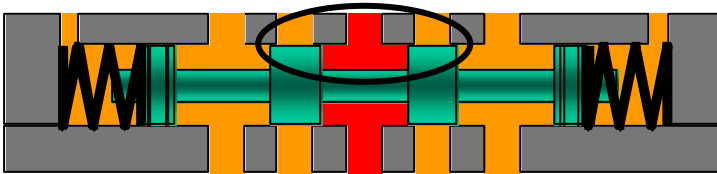
Tasma(Overlap): Valf sürgüsündeki adacık boyunun valf gövdesi üzerindeki geçiş kanalından küçük olması **negatif tasma**, aynı olması **sifir tasma**, büyük olması **pozitif tasma** olarak adlandırılır.

Kapalı çevrim oransal ve servo valflerde **sifir tasma** konum kontrol sistemi(feed back) için gerekli ön şarttır. Sifir tasma valf sürgüsünün son derece hassas bir şekilde imal edilmesini gerektirir (Sekil 2).



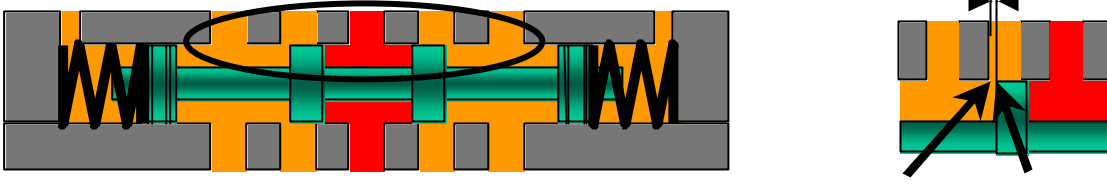
Sekil 2. Sifir Tasmalı Sürgü

Pozitif tasma kontrol valfnde ölü bir giriş sinyal ve hareket bölümüne neden olur. Hassasiyeti kötüdür (Sekil 3).



Sekil 3. Pozitif Tasmalı Sürgü

Negatif tasma sızıntı yağının artmasına sebep olur. Negatif veya sifir tasma hassas bir imalat gerektirir ve valf dayanımı açısından yüksek yağ temizliği son derece önemlidir.

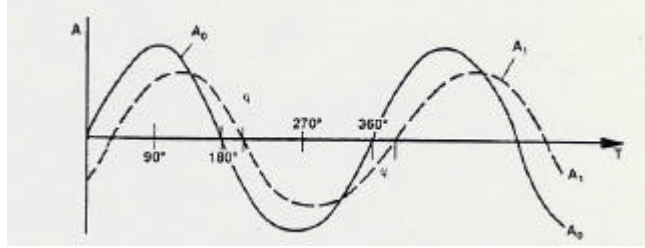


Sekil 4. Negatif Tasmali Sürgü

Dinamik Karakteristikler

Cevap Süresi: Valfin giriş sinyal değişmelerine karşılık hızlı cevap verme kabiliyeti hakkında bilgi verir. Kısaca harekete geçme veya intibak zamanı olarak tanımlanır. Bir başka deyişle girişteki bir sinyal değişmesine cevap vermesi için geçen süre olarak ifade edilir.

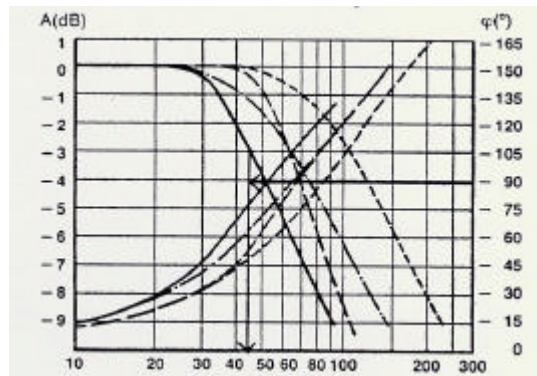
Frekans Cevabi: Servo veya oransal valflere sinüsoidal bir giriş sinyali uygulanması ve buna karşılık valften alınan sinüsoidal çıkış sinyali eğrisi frekans arttıkça faz kayması ve genlik sönümlenmesi olduğunu gösterir.



Sekil 5. Frekans Diyagramı

Bode diyagramında faz değişmesi 360 derecelik bir periyot için derece olarak verilir. Genlik sönümlenmesi logaritmik olarak ifade edilir.

Frekans sınırı, -90 derece faz gecikmesinin olduğu frekanstaki değer olarak tanımlanır. Bir diğer tanımda -3dB deki genlik sönümlenme değeridir. Her iki tanımda aynı frekans sınırında sonuçlanır. -90 derece faz gecikmesi ve -3 dB genlik sönümlenmesi yaklaşık aynı frekansta oluşur. Valf kontrol çevriminin lineer olmayışı nedeniyle frekans cevabi sinyal genliğinin bir fonksiyonudur. Sistemin dinamik davranış açısından en uygun bölge -3 dB karşılık gelen frekansa kadar olan bölgedir. Bu frekans genellikle kırılma frekansı veya sistem frekans aralığını gösterir. Geri beslemeli denetim sistemlerinin kararlılığı açısından genlik oranındaki düşüş kadar bu faz gecikmesinin önemi de büyüktür. Faz gecikmesi ne kadar artarsa sistemin kararlılık açısından denetimi o kadar zorlaşır.



Sekil 6. Bode Diyagramı

SERVO KARAKTERİSTIKLI ORANSAL VALFLER

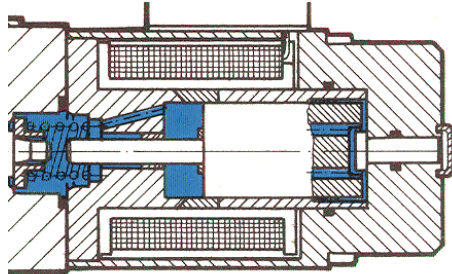
Teknolojik gelişmelerin sonucunda oransal valflerden beklenen özelliklerde değişmiştir. Valf üreticisi firmaların arge bölümleri de bu servo valf özelliklerine sahip oransal valfleri geliştirerek sektördeki yerlerini bir kat daha güçlendirme çabasında dırlar. Bu çabaların sonucunda servo valf karakteristikli oransal valfler piyasadaki yerlerini etkili ve hızlı bir şekilde almaya başlamışlardır. Bu valflerin geçirgenlikleri servo valflerde olduğu gibi 70 bar basınç düşümündeki debi olarak tanımlanır. Karakteristik diyagramları doğrusal olup bu durum sürgü kilifına özel geometrik geçiş deliği açılarak sağlanmaktadır. Ayrıca, bu valflerde servo valflerde olduğu gibi çok küçük orifislere ve hareket mesafesine sahip plaka-lüle mekanizması yoktur. Bu nedenle de bu valflerin kirliliğe karşı duyarlılıkları düşüktür. Yağ temizliği için 10 mikronluk bir filitreleme yeterli olacaktır. Dinamik basarımları da servo valflerin seviyelerine çok yaklaşmıştır. Kullanım alanları da servo valflerin kullanıldığı hemen hemen her alanda kullanılabilir hale gelmiştir. CNC takım tezgahlarında, özel test tezgahlarında, demir-çelik endüstrisinde, rüzgar türbinlerinde, kâğıt endüstrisinde, seramik endüstrisinde, gemilerde, kaldırma platformlarında, hidrolik direksiyonlarda, sisirme ve ambalajlama makinelerinde, parizyon kontrol ünitelerinde servo karakteristikli valflerin kullanılması artık daha ekonomik hale gelmeye başlamıştır.

Tabi ki oransal valflerdeki bu gelişim birden bire bu seviyelere ulaşmamıştır. Sürgü yapılarındaki, bobin yapılarındaki ve elektroniksel denetleme ve hata düzeltme mekanizmaları yavaş geliştirilmiş olup halen statik ve dinamik karakteristikleri için yeni teknolojiler üretilmeye çalışılmaktadır.

Oransal valflerde meydana gelen bu teknolojik gelişmeler ve bu gelişmelerin sağladığı avantajlar ve özellikler kısaca şöyle sıralanabilir.

Bobin Yapılarındaki Gelişmeler

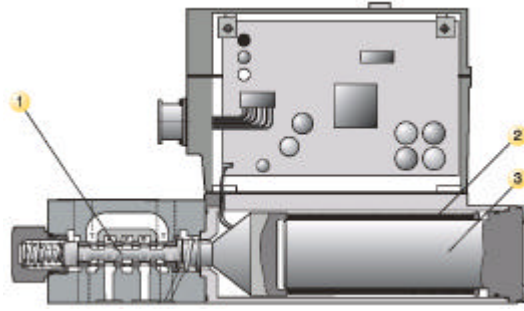
Pilot valf bölümündeki sürgü artık çok düşük hidrolik enerji kaybı ile direk olarak oransal bobinlerle sürülebilmektedir. Bu gelişmeyle birlikte valfin kirliliğe karşı hassasiyeti de oldukça düşürülmüştür (Şekil 7).



Şekil 7. Doğrusal Oransal Bobin

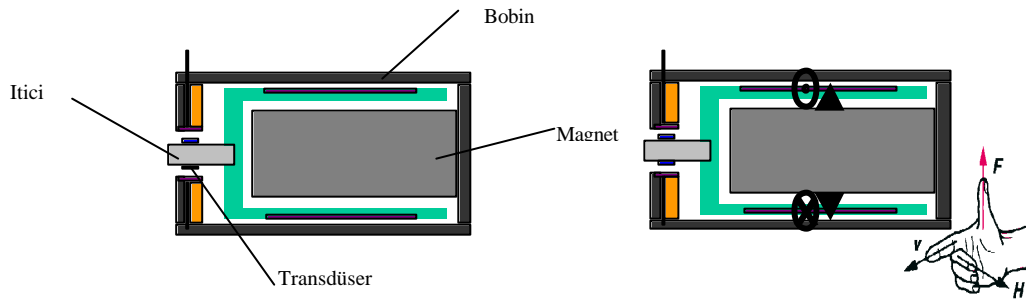
Doğrusal solenoidte sargıya uygulanan elektrik akımına karşılık oluşan kuvvet merkezleme yayının kuvveti ile dengelenerek valf sürgüsü akim girişine orantılı biçimde konumlandırılmaya çalışılır.

Yeni **VCD**(Voice Coil Drive) teknolojisi ile oransal kontrol valfleri, servo valfler gibi tahrik teknolojisinde çok hassas denetim özelliklerine ulaşmıştır. Standart oransal valflerdeki sabit solenoid tahrik yerine, VCD teknolojisi valf sürgüsüne(1) hareketi hareket edebilen bir bobin(2) kullanılarak verilir. Valf bobini sürgüye gövdesinden direk bağlıdır ve bobin sürgü tarafına sabit mantetik silindir (3) üzerinden gönderilir. (Şekil 8) Bobinin enerjilendirilmesi ile sürgü akis yönüne bağlı olarak son derece hassas bir şekilde istenilen pozisyona getirilir. Asıl gerçek pozisyon transdüser (LVDT) ile kapalı devre elektronik kontrol sistemine geri gönderilir ve hata varsa sistem tarafından düzeltilerek sürgü istenen pozisyona getirilir. Verilen sinyalin ulaşmaması ve güç kesintisi durumunda valf yay kuvveti vasıtasıyla belirlenen pozisyona getirilir.



Sekil 8. VCD Teknoloji Oransal Valf

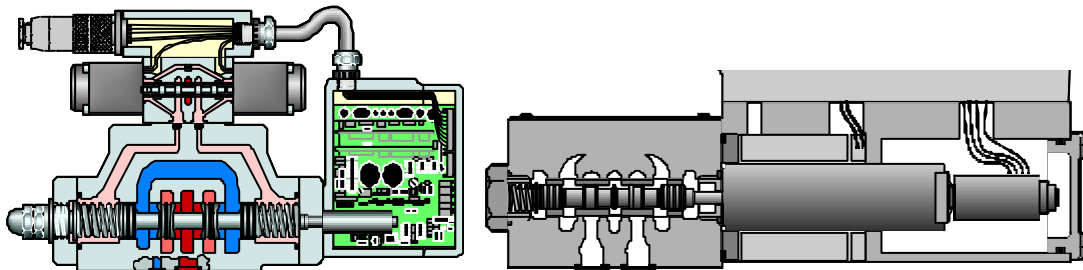
Bobinin çalışması fizikte kullanılan sağ el kuralı ile kolayca açıklanabilir. Burada manyetik alan H , dikey kuvvetler F , elektrik yük akısında V ile gösterilmiştir. Bobin hareketi, bobinin enerjilendirilmesi ile üst sargı veya alt sargıda oluşan düzleme dik yukarı ve düzleme dik aşağı manyetik alan ile birlikte oluşan akimin yönüne göre magnet silindiri uyarmasıyla sağlanır. Bunun sonucu valf yüksek güç yoğunluğu olan çok kısa stroklu magnet silindirinin son derece hassas hareketi ile yüksek bir güç ve iyi bir dinamik karakteristik kazanmış olmaktadır (Sekil 9). Böylece standart oransal valflerdeki bobin yapısından kaynaklanan problemler yine oransal bobin teknolojisi ile giderilmiş olmaktadır.



Sekil 9. VCD Teknoloji Oransal Bobin

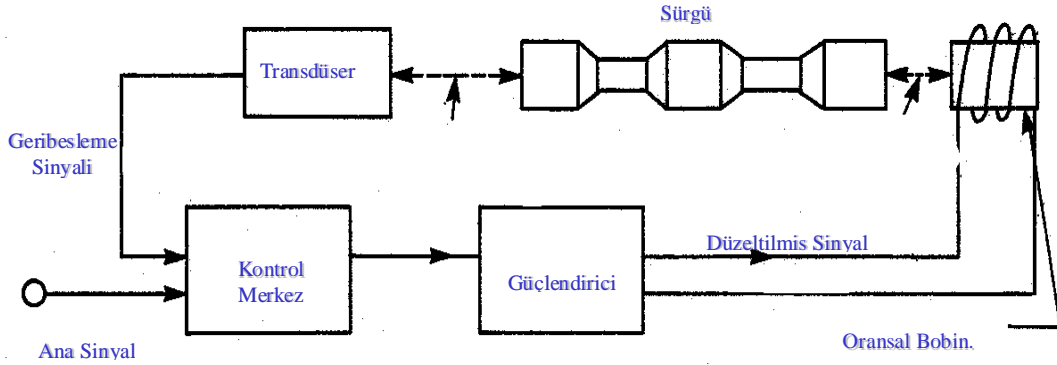
Elektronik Kontrol Yapısındaki Gelişmeler

Valf üzerinde kullanılan elektronik kart (Integrated on board) sayesinde, valf ile elektronik kabin arasındaki olabilecek kablolu hataları önlenmiştir. Aynı zamanda gövdedeki sürgünün yaylarla merkezenmesi ile enerji kesilmesi durumunda ortaya çıkabilecek hatalar ortadan kaldırılmıştır. Direkt uyarılı oransal valflerde sürgü pozisyonunun tespiti direkt sürgüye bağlı itici üzerinde ölçüm yapabilen transdüser (LVDT) sayesinde daha hassas olarak kontrol edilebilmektedir (Sekil 10). Pilot uyarılı oransal valflerde sürgü pozisyonunun tespiti (geri besleme) sürgüye temasız transdüser LVDT sayesinde hassas olarak gerçekleştirilebilmektedir. Bu da valfin daha hassas çalışmasını sağlamaktadır. Bu durumda akım geri beslemeli elektronik kuvvetlendirici ile sürülen solenoidte oluşan kuvvet veya hareket sargı direncindeki değişime rağmen sabit bir değerde tutulabilir (Sekil 10).



Sekil 10. Pilot Uyarılı ve Direkt Uyarılı Oransal Valf

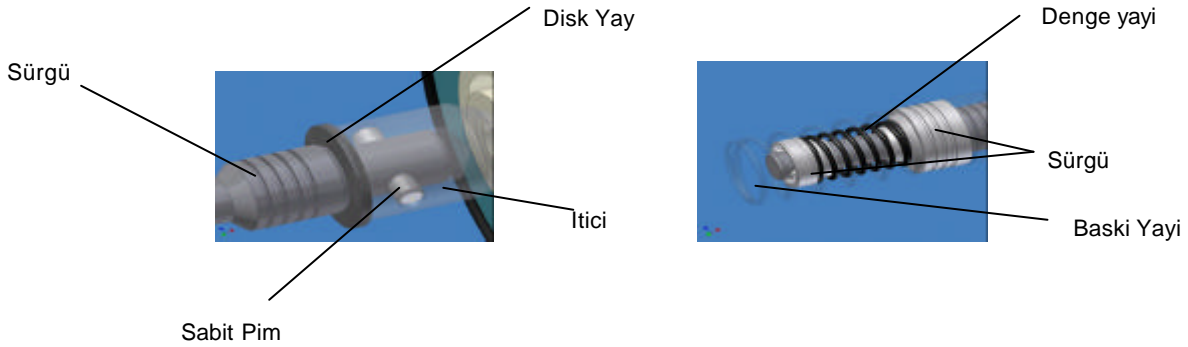
Sürgü pozisyonunun kontrol sinyali ile geri besleme transdüseri sinyalini karşılaştıran kapalı devre regülasyonlu kontrol devresine sahiptirler. Bunun sonucunda valfin sürgüsü herhangi istenen bir pozisyonda denetlenmiş olur. Konum kontrollü valfin hassas oransal denetimde kullanılan elektronik devre transdüser yoluyla algılanan sürgünün gerçek konumunu arzu edilen bir konum giriş sinyali ile karşılaştırır ve bir kapalı devre geribeslemeli denetim yolu ile bu iki değer arasındaki farkı hata isareti olarak belirler ve hatayı ortadan kaldıracak şekilde hareket eder. Geri besleme ve rejeneratif dizayn sayesinde 1:2 alan oranındaki diferansiyel silindirlere düşük debilerde hatasız ve hassas hareket imkanı, 5 kontrol kösesi ile de aynı akım değerinde sürekli aynı akışın sağlanmasını sağlarlar.



Şekil 11. Kapalı Devre Geribesleme Elektronik Devresi

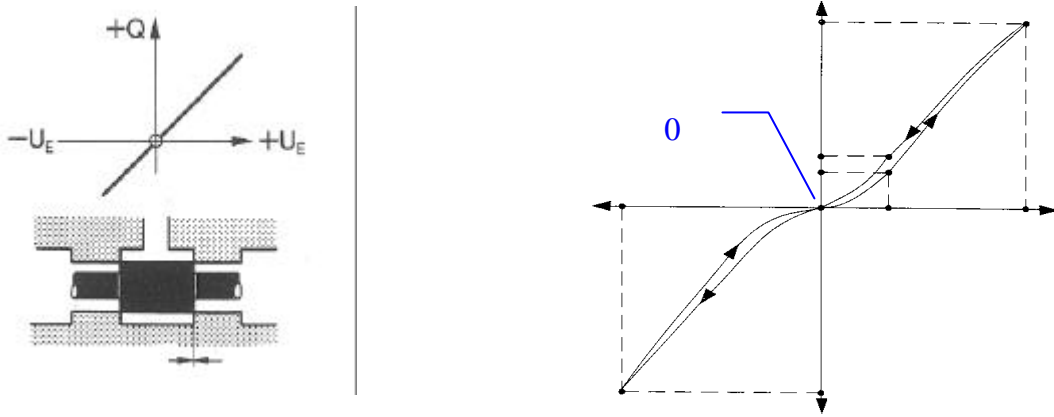
Gövde Yapısındaki Gelişmeler

Sekillerde görüldüğü gibi sürgü ile bobin herhangi bir yatak rulman bağlantısı olmadan birbirlerine bağlanmıştır. Böylelikle yataklarda ve yaylarda oluşabilecek ve direkt olarak valfin karakteristik özelliklerini bozacak sürtünme ve yaya karşı çalışma etkisi ortadan kaldırılmıştır. Bunun sonucunda daha iyi bir kontrol ve histeresis özelliği kazanılmıştır. Yine aktif dönüş yayı kullanılmayarak daha yüksek işletimli güç elde edilmiştir. Ayrıca, elektrik kesilmesi veya LVDT sinyalinin herhangi bir sebeple kapalı devre elektronik sistemine ulaşmaması durumunda dengeleme yayı sürgüyü belirlenen konuma götürerek istenmeyen hareketleri emniyetli bir şekilde önleme görevi yapmaktadır.



Sürgü Yapısındaki Gelişmeler

Merkez konumda sıfır tasma özelliğine sahip olduklarından konumlar arası kademesiz bir geçiş söz konusudur. Dolayısıyla pozitif tasmadan oluşan hareketsiz ölü bölge ortadan kaldırılmıştır. Bu durumda akış - voltaj-akım karakteristik eğrisinde ve kesit resiminde de görüldüğü gibi konum sıfır tasmadır. Bu da egrinin 0 noktasındaki kesimeyi ifade eder (Şekil 12).



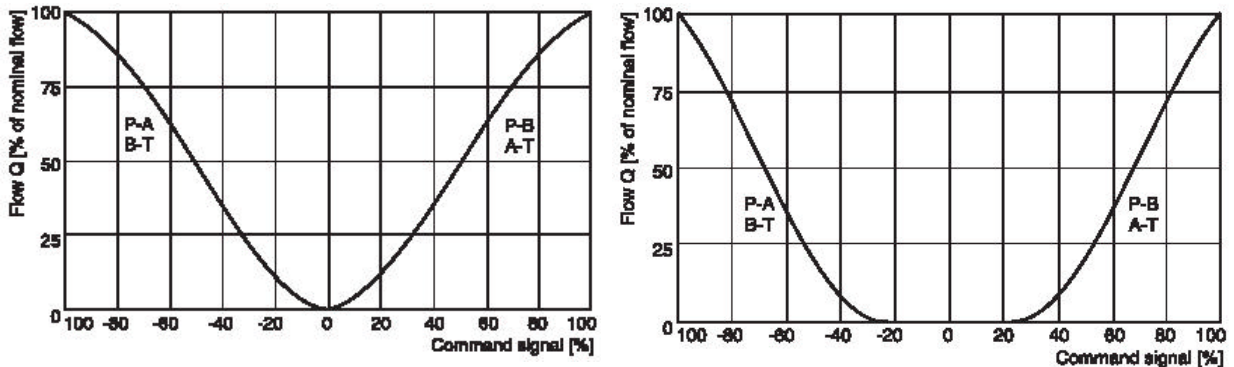
Sekil 12. Histeresis Diyagramı

Sifir tasmanın sağlanabilmesi için valf sürgüsü gövde içinde değil de hassas olarak konstrükte edilmiş bir kovan içerisinde hareket eder. Böylece daha hassas bir sifir tasma konumu elde edilmiş olur.



Sekil 13. Sürgü ve Kovan Yapısı

Diğer oransal valflerden farklı olarak sinüsoidal sürgü sayesinde akım sinyallerine daha kısa tepki alanında ve lineere yakın bir eğri ile cevap verebilmektedirler (Sekil 14).



Sekil 14. Sinyal-Axis Karakteristik Eğrileri

Sinüsoidal Sürgü kullanımı ile servo ve oransal valf teknolojisinin her ikisinin sunduğu avantajları ve fonksiyonları gerçekleştirebilecek karakteristiklere sahiptirler. Sinüsoidal şekilli sürgü sayesinde tipik çelişkili ihtiyaçlar rahatlıkla karşılanabilmektedir (Sekil 15).



Sekil 15. Sinüsoidal Sürgü

Sürgünün geometrisinden dolayı, sin 0, sin 180 ve sin 360 noktalarında valf sıfır bindirme ile çalışırken diğer noktalar sinüs eğrisine göre değişken pozitif bindirmelerle çalışmaktadır. Bu durum servo valfler ile karşılaştırıldığında daha az sızıntı kaybı ve diğer sürgülü oransal valflere göre ise sıfır bindirme noktalarından dolayı yüksek dinamik özellikler sunar. Kısa stroklu hareketlerde bile sinüs eğrisi çekirdeğindeki kesit artışı çok hızlı olur. Dolayısıyla akis kontrol özellikleri daha hassaslaşır. Sinüs eğrisi formları değişken tasarım şartlarına uygun olarak değiştirilebilir.

Örneğin; kısa stroklu bir harekete çok kısa zamanda en az sızıntı ile cevap verme süresi ihtiyacı gerçek ve en ideal şekilde karşılanabilmektedir. Sürgü köselerinin sahip olduğu sinüzoidal eğri sayesinde diğer oransal valflerden daha az sızıntı ve sıfır bindirme alanı içerisindeki çok hassas debi kontrolünün yapılması rahatlıkla sağlanabilmektedir. Sinüsoidal sürgünün çok kısa stroklu hareketinde bir şekilde değişimiyle kısa sürede cevap verebilme gibi yüksek hassasiyete sahiptirler (Sekil 16).

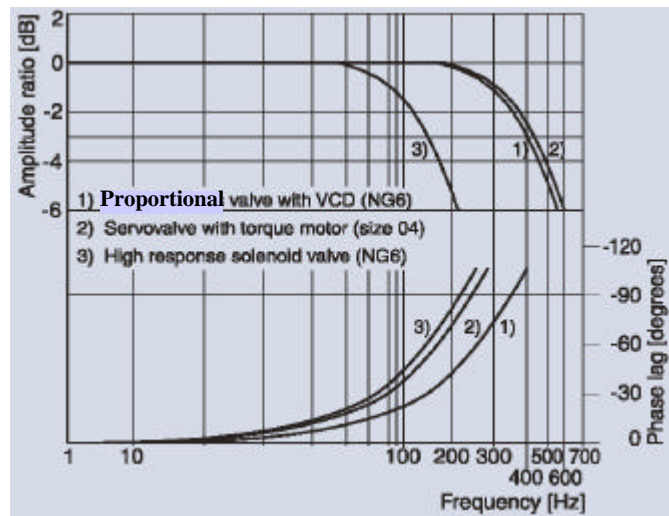
SONUÇ

Bildirimizde anlatıldığı gibi, oransal valfler, bobin yapılarında, elektronik kontrollerinde, gövde-konstrüksiyon yapılarında ve sürgü yapılarında ki teknolojik gelişmelerle birlikte artık servo valflerin karakteristiklerini yakalamaya başlamıştır. Oransal valf teknolojisinde geline son nokta;

Histeresis : 0,03- 0,05 H%

Valf Reaksiyon Süresi : 3,5 ms

Frekans : -3 Db @ 400 Hz (%5)





Sonuç olarak, elektrohidrolik sektöründe servo valfler hala yüksek olan statik ve dinamik karakteristiklerini korumaktadırlar. Ancak teknolojileri gereği bir çok dezavantajları vardır ve bu dezavantajlar artık önemsenecek boyutlara ulaşmıştır. Servo valflerin sistem kirliliğine karşı asiri duyarlı olmaları, yapılarının karmaşık olması ve bunun sonucu olarak fiyatlarının oldukça yüksek olması elektrohidrolik sektörünün oransal valf teknolojisinin üzerinde yoğunlaşmasına sebep olmuştur. Bu konudaki firmalarda, artık yüksek dinamik ve statik özelliklere sahip, sistem kirliliğinden daha az etkilenen, çok kısa cevap süreleri olan, daha basit yapıdaki ve doğal olarak daha ekonomik servo karakteristikli oransal valfleri üretmeyi başarmışlardır. Yukarıda görüldüğü gibi oransal teknolojisinde gelinen son nokta, servo valflerin özelliklerine son derece yakınlaşmıştır ve endüstriyel alanda bu gelişmeler halen devam etmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Hydraulic Maintenance Technology, Parker Hannifin Corp. , 1985
- [2] Industrial Hydraulic Technology, Parker Hannifin Corp. , 1998
- [3] Parker/Hydraulic Ring, Proportional-Technic
- [4] Electrohydraulic Proportional Valves and Closed Loop Control Valves, Theory and Application- Bosch
- [5] 1. Ulusal Hidrolik-Pnömatik Kongresi Bildiriler Kitabı, 'Hidrolik Sistemlerde Oransal ve Servo Valfler' konulu bildiri
- [6] 2. Ulusal Hidrolik-Pnömatik Kongresi Bildiriler Kitabı, 'Elektrohidrolik Valflerin Gelişimi ve Karakteristiklerinin İncelenmesi' konulu bildiri

ÖZGEÇMİŞ

Cüneyt SIPAHOĞLU

1974 yılında İstanbul'da doğdu. Orta ve Lise tahsilini İstanbul Vefa Lisesinde tamamladı. 1995 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi'nden mezun oldu. Aynı yıl Tomruk Hidrolik Pres End. A. S. 'de İmalat ve Proje Mühendisi olarak göreve başladı. Askerlik görevini 1997 yılında Harp Akademileri Komutanlığı'nda yerine getirdi. Esen Grup A. S-Denison Hydraulics de Proje Satis Mühendisi olarak çalıştı. 1998 yılında Hidroser A. S. 'de Proje Satis Mühendisi olarak çalışmaya başladı. Halen Hidroser A..S. 'de Proje Satis Müdürü olarak görevini sürdürmektedir.