

HİDROLİK SİSTEMLERDE ORANSAL VE SERVO VALFLER

Mehmet KOCABAŞ

ÖZET

Oransal ve servo valfler hidrolik sistemlerin, kontrol teknolojisinde pek çok avantaj sağlamalarına rağmen az kullanılırlar. Genel olarak fiyatlarının pahalı olması, karmaşık elektronik devrelerle beslenmesi, çok kısıtlı tamir olanakları, kirliliğe daha duyarlı olmaları gibi sebepler bu valflerin kullanım sahalarını kısıtlar. Oysa gelişen teknoloji gün geçtikçe daha kaliteli, daha hızlı ve güvenilir malzemeleri ihtiyaç haline getirmektedir. Bu durumda tasarımı yapılan hidrolik sistemlerde yüksek hassasiyete ve yüksek dinamik özelliklere sahip oransal ve servo valf kullanılması ihtiyaç halini almaktadır. Bu çalışmada kapsamı çok geniş olan açık devre ya da kapalı devre uygulamalarında oransal ve servo valf tekniği özet olarak sunulacaktır.

GİRİŞ

Endüstrinin pek çok sektöründe kapalı devre pozisyon kontrolü, kuvvet kontrolü, ivme ya da hız kontrolü gibi uygulamalar yapılmaktadır. Hassasiyetin daha düşük olduğu açık devre uygulamalarda ise tahrik edilen yüklerin istenilen profillere uygun hareket kontrolleri yapılabilmektedir.

Açık Devre Uygulamaları

Açık devre elektromekanik ya da hidrolik sistemlerde geri besleme sinyali yoktur. Bir hızdan diğerine geçiş bir takım kamlar, swiçler vb. elemanlar tarafından sağlanır. Çok hassas durma işlemleri sabitlemiş mekanik durdurucularla sağlanır.

Açık devre uygulamalarının bazı özellikleri

1-İstenilen noktada durma hassasiyeti

İyi tasarlanmış sistemlerde hidrolik silindir sürücülerini oldukça hassas bir şekilde durdurulabilir. Burada hassasiyete etki edecek en önemli unsur durmadan önceki besleme hızıdır. Çünkü oransal valflerde valfin belirli bir sürgü pozisyonundan (Örneğin %25 giriş sinyalinin belirlediği) sıfır pozisyonuna dönmesi için gerekli zaman (Reaksiyon süresi) valfin mekaniği imkanlarıyla kısıtlıdır. Pratik olarak silindirin durma hassasiyeti ; Reaksiyon süresi zarfında silindirin besleme hızıyla yapabileceği hareket miktarı kadar olur.

Örneğin ; Silindir besleme hızı , $v=5 \text{ cm/sn}$, ve valfin reaksiyon süresi , $\Delta t= (+/-) 10 \text{ ms}$ ise, silindirin durma hassasiyeti pratik olarak,

$$\Delta s = v \cdot \Delta t = 5 \text{ cm/sn} \cdot 0.02 \text{ sn}$$

$$\Delta s = 0.10 \text{ cm} = 1 \text{ mm}$$

$$= (+/-) 0.5 \text{ mm}$$

2-Besleme hızı kontrol sahası

Hidrolik silindirlere besleme hızı oranı yaklaşık 1:500 olabilir. Yani maximum kontrol edilebilir debi ile minimum kontrol edilebilir debi oranı 500 olabilir. Bu da çok farklı hız profillerini tek bir valfle sağlayabilme şansı verir.

3-Sabit mekanik durdurucular

Oransal hidrolik kontrol sistemlerinde çok hassas durdurma için gerekebilecek mekanik durdurucular kullanılırsa, mekanik sistemlerde gerekecek özel malzemelere gerek yoktur.

Sadece dayanma esnasında silindir içindeki basınç ayarlanmış belirli bir değere kadar yükselecektir.

Kapalı devre uygulamalarının bazı özellikleri

Kapalı devre uygulamalarında kullanılan servo hidrolik kontrol sistemleri endüstrinin pek çok alanında kullanılırlar. Uygulama alanları haddanelerde hadde malzemenin kalınlık kontrolünden özel test ünitelerinde mekanik parçaların mukavemet testlerine kadar pek çok alanı kapsar.

Modern elektronik kontrol sistemlerine bağlı olarak servo hidrolik sistemlerin kullanımında geniş bir serbestlik ve elastikiyet vardır. Fakat bazı alanlarda servo hidrolik sistemler , elektromekanik sistemlerin gerisinde kalmışlardır.

Örneğin takım tezgahlarında lineer ya da açısal hareketlerin kontrol sistemlerinde servo hidrolik sistemlerin bazı dezavantajları ortaya çıkmıştır. Bu dezavantajlar başlıca iki gruba ayrılabilir.

1-Takım tezgahlarında kullanılan mekanik sistemlerin sönümlenme katsayısı (Damping coefficient) genellikle çok düşüktür. Yani dışardan verilen tahrik kesildiğinde bu sistemler statik durma noktasına gelene kadar uzun süre salınım yaparlar. Fakat servo hidrolik sistemlerin düşük sönümlenme katsayısına bağlı olarak düşük çıkan toplam devre kazançları kapalı devre pozisyon kontrollerindeki hassasiyeti olumsuz etkiler. Genel kanı olarak bunun sebebi hidrolik yağ kolonunun yumuşak olması (Elastikiyet modülü) olarak bilinir. Aslında Gerçek sebep düşük sönümlenme katsayısına bağlı olarak düşük çıkan devre kazancıdır.

Lineer tahrik sistemlerinde toplam devre kazancı (Geri besleme sinyalinden gelen sinyallerin dinamik özelliklerini arttırmak , dolayısıyla sistemi daha hassas kontrole zorlamak olarak adlandırılabilir.), V;

$$V= 2 \cdot D \cdot W$$

Burada W :Servo silindir sisteminin doğal frekansı
D :Sönümlenme katsayısı

Yukardaki formülden de görüleceği gibi D ile V doğru orantılıdır
Sistemin doğal frekansını ,W iyileştirmenin çaresi silindir alanını büyütme, ancak bu bir yere kadar ekonomik olabilir.

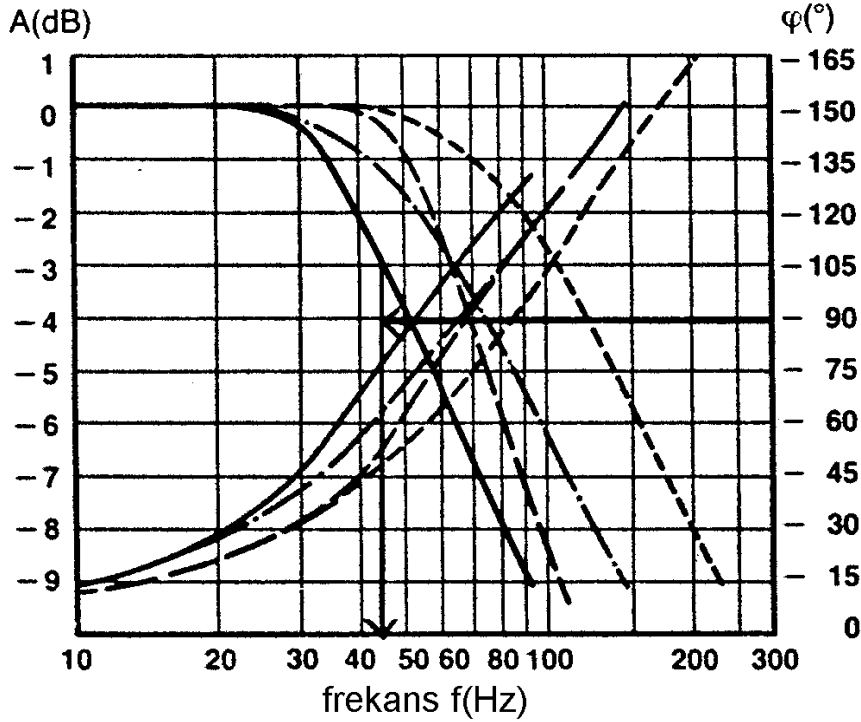
2-Yağ sıcaklığının servo valf ve silindirdeki sürtünme özellikleri üzerindeki etkisi

Servo hidrolik kontrol sistemlerinde dinamik özellikleri gösteren eğriler , adım reaksiyonu (Step response) ya da frekans reaksiyonu (Frequency response) ile gösterilirler.

Bu eğrilere göre valf sürgüsünün pozisyon geri beslemesinin kazancı mümkün olan maximum değerlere ulaştırılır. Burada karşılaşılabilecek hatalar,

- 1- Sıcaklık değişimlerinin etkisi
- 2- Giriş akımı ile sürgü pozisyonu arasında oluşacak histeriz.

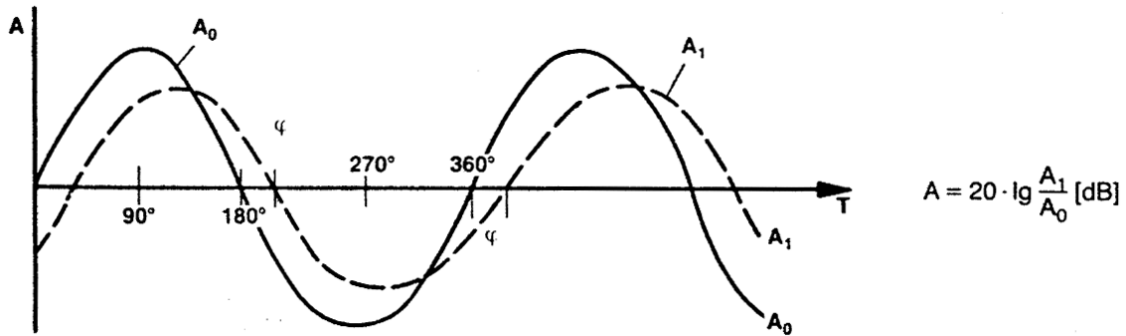
Servo valflerin dinamik özelliklerini BODE DİYAGRAMI olarak görebiliriz.



Şekil 1. BODE Diyagramı

Frekansa bağlı özellikler

Sinüzoidal giriş sinyalleriyle belirlenir. Bu giriş sinyallerinin belirli zamanlarla genlikleri (Amplitude) ve frekansları değiştirilerek valfin cevap verme özellikleri incelenir.



Şekil 2. Genlik dönüşümleri ve faz farkları düşümleri

Genliğe bağlı özellikler

Servo valflerin genlik özellikleri belirli frekanslarda giriş genliği ile çıkış genliği arasındaki matematiksel orantıyla ifade edilir.

$$\text{Genlik oranı } A = 20 \cdot \log (X \text{ çıkış} / X \text{ giriş}) \text{ (dB)}$$

Bu oranın servo valflerde mümkün olduğunca 0 dB olması istenilir.

Kopma Frekansı (Cutoff frequency) genlik oranının -3 dB gösterdiği frekanstır. Bu frekans valf çıkışının giriş sinyaline göre %30 değer kaybetmesi demektir.

Faz özellikleri

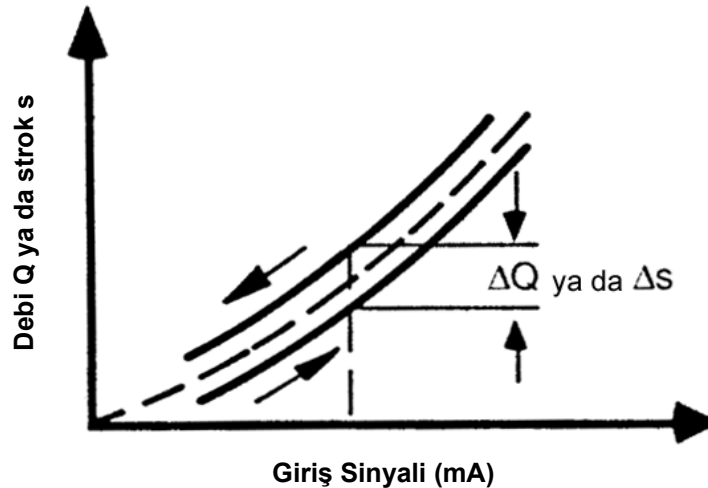
Sinüzoidal giriş akımı ile valf sürgüsünün sinüzoidal hareketi arasındaki faz farkını ifade eder. Bu farkın 90° olduğu frekans değeri valfin doğal frekansı olarak adlandırılır.

Kararlılık analizi

Servo valf sistemleri geri besleme sinyallerinin durumuna göre kararsız olabilir. Sadece mümkün olan maksimum devre kazancına bağlı olarak kararlılık hali iyileştirilebilir.

Hidrolik sistemlerde oransal ya da servo valf seçimlerinde tasarım ögesi olarak hassasiyet ve sistemin dinamik özellikleri ele alınmalıdır. Bu özelliklerin hangi valf grubunda bulunabileceğini ayırtabilmek maksadıyla oransal valflerle servo valfleri kısaca mukayese edebilecek bir tablo yapılabilir.

Özellik	Oransal valf		Servo valf
	Geri beslemesiz	Geri beslemeli	
Histeriz, H $H \% = (\Delta I_{max} / I_{max}) * 100$ Diter ayarlamasıyla iyileştirilebilir.	3....6%	0,1.....0,2%	0,01...0,02%
Hassasiyet sahası, E $E \% = (\Delta I_{min} / I_{max}) * 100$	1....2%	0,1...0,2%	0,01...0,02%
Ayar sahası , B $B = Q_{max} / Q_{min}$	20...50	10...500	10,000
Mutlak filtrasyon	$\leq 25\mu m$		$\leq 5\mu m$
Atölyede tamirat imkanı	mümkün		mümkün değil
Valf reaksiyon süresi (Valfin sıfırdan %100 açma zamanı)	50...200ms		5..10ms
Bobin gücü	20...30 W		0,1..2 W
Pozitif sürgü bindirmesi (+/-)	0,4...1mm		0..0,002mm



Şekil 3. Histeriz

Bu tabloya göre genel bir değerlendirme yapılacak olursa ,oransal valflerin bazı avantajları şunlardır.

- 1- Daha sağlam yapı, daha ucuz.
- 2- Nominal toplam (P-A + B-T) basınç düşümü düşüktür. Yalnız 10 bar (Servo valflerde 70 bar)
- 3- Sahada tamiri mümkündür.
- 4- Daha az sızıntı (Pozitif bindirmeli sürgü yapısı)
- 5- Standart yön valfleriyle kolaylıkla değiştirilebilirler. (Taban ölçüleri standarttır.)

Oransal valflerin bazı dezavantajları ise;

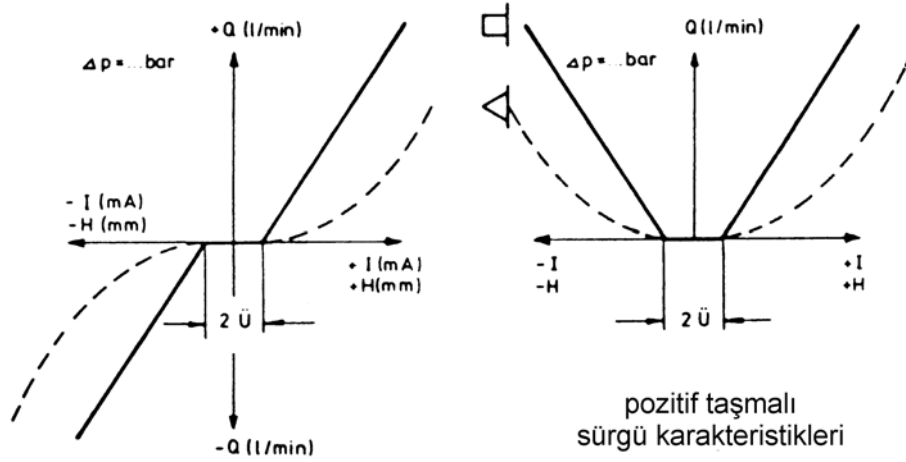
- 1- Daha büyük sürgü stroğu ve sürgü kütlesinden dolayı daha kötü dinamik özellikler
- 2- Daha uzun reaksiyon süresi
- 3- Daha az hassasiyet (Geri beslemeli sistemlerde iyileştirilebilir)

Endüstrinin büyük firmaları hidrolik valf üreticilerini oransal valf avantajlarına sahip ancak servo valf dinamik özelliklerine ve hassasiyetine yakın valfler tasarlama konusunda zorlamaya başladıktan sonra servo ve oransal valflerin arasında çabuk reaksiyonlu özel oransal valfler üretilmeye başlanmıştır. Bu kategorideki valflerin pek çok ortak özelliği olduğu gibi (Pilot valflerin servo valflerle değiştirilmesi) bazı önemli farklıklar da ortaya çıkmıştır. Bunlardan örnek verilebilecek birisi ana valf sürgüsünün kısma yuvaları (Orifis çentikleri) geometrisiyle ilgilidir.

Halihazırda pek çok valfin kısma yuvaları üçgen ya da dörtgen şekillere sahiptir.Bu geometriler valfin akış özelliklerini belirlerler.(lineer ya da progresif)

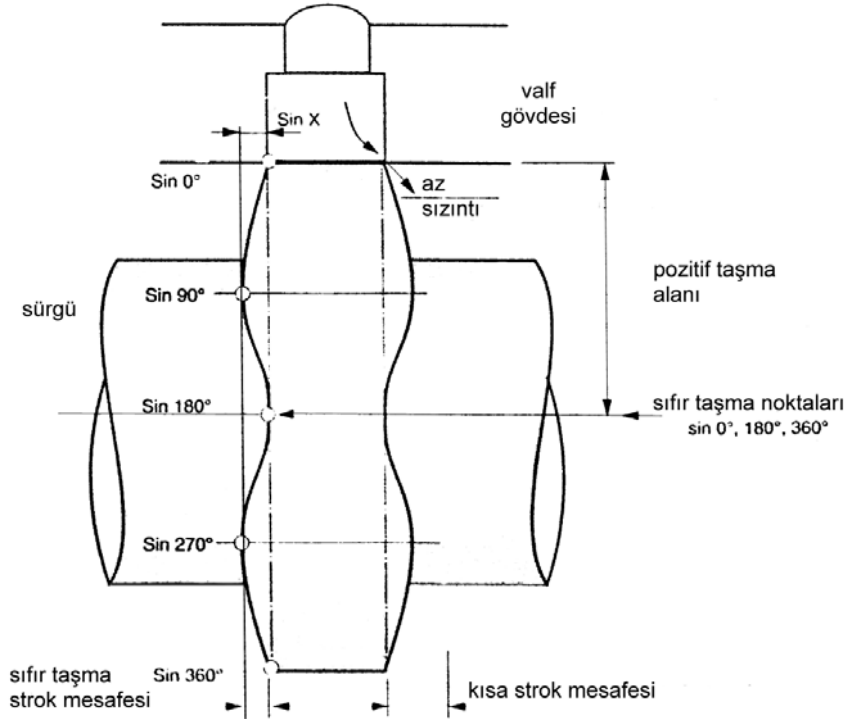
Sürgü Taşması		Histeriz Diyagramları	
	Servo Valf	Oransal Valf	Servo Oransal Valf
Sıfır Taşma			
Pozitif Taşma			
Negatif Taşma			

Şekil 4. Sürgü taşmaları ve diyagramları



Şekil 5. Oransal yön valflerinin kısma çentiklerine göre diyagramları

Değişik sürgü geometrilerinden birisi sinüs eğrisi formunda kısma yuvalarına sahiptir.



Şekil 6. Sinüzodial valf sürgüsü

Bu sürgünün avantajlarından bazıları şöyle sıralanabilir.

- 1- Sürgünün geometrisinden dolayı $\sin 0^\circ$, $\sin 180^\circ$ ve $\sin 360^\circ$ noktalarında valf sıfır bindirme ile çalışırken diğer noktalar sinüs eğrisine göre değişken pozitif bindirmelerle çalışmaktadır. Bu durum servo valflerle kıyaslandığında daha az sızıntı, oransal valflerle kıyaslandığında ise sıfır bindirme noktalarından dolayı yüksek dinamik özellikler sunar.
- 2- Kısa stroklu hareketlerde bile sinüs eğrisi çekirdeğindeki kesit artışı çok hızlı olur.
- 3- Akış kontrol özellikleri oransal valflere göre çok hassastır.
- 4- Sinüs eğrisi formları değişken tasarım şartlarına uygun olarak değiştirilebilir.

SONUÇ

Kapalı ya da açık devre uygulamalarında hidrolik çözümler her zaman en iyi çözüm olmaya aday olmuşlardır. Tasarım yapılırken sistemin gerektirdiği en ekonomik çözümü bulabilmek için sistem dinamik özelliklerini ve valf değerlerini iyi analiz edebilmek gereklidir.

Oransal valflerle servo valflerin arasında yer alan ve her iki grubun avantajlarını bünyesinde toplayan çabuk reaksiyonlu oransal valfler birçok uygulama alanında servo valflerin yerini almaktadırlar. Yüksek hassasiyet ve dinamik özelliklerine sahip olan bu valfler servo valflere göre daha basit yapıları ve daha ucuz fiyatlarından dolayı endüstrideki yerini gittikçe yaygınlaştırmıştır. Buna bağlı olarak üretici firmaların arge çalışmalarında bu valfler önemli bir yer tutmaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] Parker/Hydraulik Ring - Proportionalventil - Technik
- [2] Mannesmann Rexroth - RE 00333/10.86
- [3] Mannesmann Rexroth - RE 00303/10.86
- [4] Parker - Catalogue 2500/GB

ÖZGEÇMİŞ

1965 yılında Ankara'da doğmuştur. 1988 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur.

1990-1996 yılları arasında Rexroth Hidropar A.Ş. ve İzmir Hidropar Ltd. firmalarında Proje ve Satış bölümünde çalışmıştır.

Halen kurucu ortaklarından olduğu Hidroser Ltd. Şti.'nde çalışmaktadır.