ÖZET

ÇOK KANALLI AKIŞ KONTROL POMPASI SİSTEMİ VE YÖNTEMİ

Buluş, çok sayıda eleman kullanarak robotik uygulamalarda özellikle insan robotları ve ağır makine sistemlerindeki mekanizmaların hareketlerini hassas bir şekilde gerçekleştirmesini sağlayarak, gelişmiş ve dinamik hareket kabiliyeti sunan, bunların yanında ekskavatörler ve benzeri ağır iş makinelerinde de sıvı debisinin düzenli ve istenilen şekilde dağıtılması amacıyla da kullanılan, sıvı akışının tek bir pompa gövdesi içinde birden fazla akış hattının (kanalı) bağımsız olarak belirli zaman aralıklarında ve hassas bir şekilde yönlendirilmesini sağlayan çok kanallı akış kontrol pompası ile ilgilidir. Bir başka deyiş ile buluş değişken debili pompaların her bir kanala tek bir seferde akış yapmasını sağlayacak bir kontrol sistemi ve yöntemi ile ilgilidir.

İSTEMLER

1- Buluş, değişken debili pompaların her bir kanala tek bir seferde akış yapmasını sağlayacak bir kontrol sisteminin yöntemi ile ilgili **olup özelliği;**

- Birinci zamanlayıcının (4) başlangıç pozisyonunda bulunması ve pompalayıcının pompa yapması ile kanallara akış sağlanması,
- Birinci elemanın (1) ilk hareketini gerçekleştirmek üzere 0-t aralığı boyunca belirlemiş olduğu devri yapması,
- Birinci hareket gerçekleşirken ikinci eleman (2) olan pompalayıcının yön klapesi (3) ile debi ayarı yapması,
- 0-t aralığı boyunca bu debi ayarını tamamladıktan sonra zamanlayıcılar ara zaman pozisyonuna gelmesi,
- t-2t zaman aralığında birinci eleman (1) durduktan sonra ikinci eleman (2) pompa yapmak üzere harekete geçmesi,
- Zamanlayıcılar (4,5) İkinci zamana giriş yaparak birinci zamanlayıcı (4) nın debi ayarı için hazırlanması ve yön klapesinin (3) debi ayarını yapması,
- İkinci eleman (2) durduktan sonra birinci eleman (1) 2t-5t aralığında üçüncü pompalama hareketini yapması ve yön klapesinin (3) debi ayarını yapması,
- Sistemin daha sonra (5t-5,5t) veya (0-t) hareketine geri dönmesi,
- Sistemin pompalar yani birinci eleman (1) ve ikinci eleman (2) vasıtasıyla (5,5t-7t) hareketini veya (0-t) hareketine geri dönmesi,
- Beşinci hareketin tamamlanması ile birinci elemanın (1) durması ve ikinci elemanın (2) altıncı hareketi yapmak için (7t-8t) aralığında harekete geçmesi,
- Zamanlayıcıların (4,5) (t-2t) zamanına giriş yapması ve bu zamanda yön klapesinin (3) birinci elemanın (1) debi ayarını yapması,
- 7t-8t hareketinin tamamlanması ile ikinci elemanın (2) durması ve birinci elemanın (1) 8t-15t hareketini yapmak için harekete geçmesi,
- Birinci ve ikinci zamanlayıcının (4,5) 0-t zamanına giriş yapması ve bu zamanda yön klapesinin (3) ikinci elemanın (2) debi ayarını yapması,

- 8t-15t hareketinin tamamlanmasından sonra birinci elemanın (1) durması ve ikinci elemanın (2) sekinci hareketi 15t-30t hareketini yapması için harekete geçmesi ve birinci zamanlayıcı (4) ve ikinci zamanlayıcının (4,5) ikinci zamana yani t-2t aralığına giriş yapması ve bu zamanda dokuzuncu hareketi gerçekleştirmek üzere yön klapesinin (3) birinci elemanın (1) debi ayarını yapması ve döngünün sistemin yapısına bağlı olarak devam etmesi işlem adımlarını içermesidir.

2- Buluş, değişken debili pompaların her bir kanala tek bir seferde akış yapmasını sağlayacak bir kontrol sistemi ile ilgili **olup özelliği;**

- Pompalamayı sağlayan en az bir adet birinci eleman (1),
- Pompalamayı sağlayan en az bir adet ikinci eleman (2),
- Birinci eleman (1) ve ikinci elemanın (2) değişken debili su pompalarını çalıştıran dişliyi (10) tahrik etmek üzere en az iki sabit debili motor veya Kanallara yapılan akış kontrolünü sağlayan en az iki tane servo motor,
- Zaman aralığını ölçmek için kullanılan kontrol elemanı olan en az bir adet birinci zamanlayıcı (4) ve ikinci zamanlayıcı (5),
- Akışkanın debi ayarını yapmayı sağlayan yön klapesi (3),
- Değişken debili su pompasının debisini ayarlayan mil (8),
- Değişken debili su pompasının debisini ayarlayan mili gelen giden akışkan yardımı ile döndüren dişli piston (7),
- Değişken debilinin kontrolünde yer alan hidrolik piston (9),
- Değişken debili su pompalarını çalıştıran dişli (10)
- Zamanlayıcının (4,5) zaman ayarını yapan hareketli parça (11),
- Yön klapesinin (3) hangi kanala akış yapacağını belirleyen hareketli parça (14)
- Yön klapesine (3) giriş yapan kanallarının bulunduğu parça (15)
- Hidrolik pistona giren veya çıkan akışkan kanalı (b1),
- Zamanlayıcıya (4,5) giren toplu akışkan kanalı (d1),
- Zamanlayıcıdan (4,5) çıkan toplu akışkan kanalı (d2),
- Zamanlayıcıya (4,5) giren sekiz kanaldan biri (e1),

- Zamanlayıcıya (4,5) çıkan sekiz kanaldan biri (e2) içermesidir.

3- Buluş, İstem 2'ye bağlı değişken debili pompaların her bir kanala tek bir seferde akış yapmasını sağlayacak bir kontrol sistemi ile ilgili **olup özelliği;**

- Birinci zamanlayıcı (4) ile birinci elemanın (1) bağlandığı en az bir adet boru içermesidir.

4- Buluş, İstem 2'ye bağlı değişken debili pompaların her bir kanala tek bir seferde akış yapmasını sağlayacak bir kontrol sistemi ile ilgili **olup özelliği;**

- İkinci zamanlayıcı (5) ile ikinci elemanın (2) bağlandığı en az bir adet boru içermesidir.

5- Buluş, İstem 2'ye değişken debili pompaların her bir kanala tek bir seferde akış yapmasını sağlayacak bir kontrol sistemi ile ilgili **olup özelliği;** yön klapesi (3) ile birinci eleman (1) veya ikinci elemanın (2) bağlandığı en az bir adet boru içermesidir.

6- Buluş, İstem 2'ye bağlı değişken debili pompaların her bir kanala tek bir seferde akış yapmasını sağlayacak bir kontrol sistemi ile ilgili **olup özelliği**; değişken debili su pompasını tahrik eden en az bir adet dişli içermesidir.

7- Buluş, İstem 2'ye bağlı değişken debili pompaların her bir kanala tek bir seferde akış yapmasını sağlayacak bir kontrol sistemi ile ilgili **olup özelliği**; dişlilerin tahrik ettiği değişken debili su pompasının akışkanı pompaladığı veya vakumladığı en az bir adet kanal içermesidir.

8- Buluş, İstem 2'ye bağlı değişken debili pompaların her bir kanala tek bir seferde akış yapmasını sağlayacak bir kontrol sistemi ile ilgili **olup özelliği**; hidrolik pistona giren veya çıkan akışkan kanalı (b1) içermesidir.

9- Buluş, İstem 2'ye bağlı değişken debili pompaların her bir kanala tek bir seferde akış yapmasını sağlayacak bir kontrol sistemi ile ilgili **olup özelliği**;

zamanlayıcıya giren ve zamanlayıcıdan çıkan en az bir adet kanal içermesidir.

10-Buluş, İstem 2'ye bağlı değişken debili pompaların her bir kanala tek bir seferde akış yapmasını sağlayacak bir kontrol sistemi ile ilgili **olup özelliği**; zamanlayıcının zaman ayarını yapan hareketli parçanın (11) zamanlayıcının kanallarından doğrudan akış yapması için oyulmuş en az bir adet kanal içermesidir.

11-Buluş, İstem 2'ye bağlı değişken debili pompaların her bir kanala tek bir seferde akış yapmasını sağlayacak bir kontrol sistemi ile ilgili **olup özelliği**; yön klapesinin (3) hangi kanala akış yapacağını belirleyen hareketli parçada açılmış tek kanal ve karşısındaki kanalsız alanı içermesidir.

12-Buluş, İstem 2'ye bağlı değişken debili pompaların her bir kanala tek bir seferde akış yapmasını sağlayacak bir kontrol sistemi ile ilgili **olup özelliği;** yön klapesine (3) giriş yapan kanallarının bulunduğu parçada açılmış en az bir adet kanal içermesidir.

13-Buluş, yukarıdaki istemlerden herhangi birine bağlı değişken debili pompaların her bir kanala tek bir seferde akış yapmasını sağlayacak bir kontrol sistemi ile ilgili **olup özelliği;** hidrolik pompayı tahrik etmek üzere en az bir adet servo motor, zamanlayıcının zaman ayarını yapan hareketli parçayı (11) tahrik etmek üzere en az bir adet servo motor içermesidir.

14-Buluş, yukarıdaki istemlerden herhangi birine bağlı değişken debili pompaların her bir kanala tek bir seferde akış yapmasını sağlayacak bir kontrol sistemi ile ilgili **olup özelliği;** birinci zamanlayıcı (4), ikinci zamanlayıcının (5) zaman ayarını yapan hareketli parçayı (11) tahrik etmek üzere en az iki adet servo motor içermesidir.

TARİFNAME

ÇOK KANALLI AKIŞ KONTROL POMPASI SİSTEMİ VE YÖNTEMİ

TEKNİK ALAN

Buluş, çok sayıda eleman kullanarak robotik uygulamalarda özellikle insan robotları ve ağır makine sistemlerindeki mekanizmaların hareketlerini hassas bir şekilde gerçekleştirmesini sağlaması için; hidrolik pistonlar gibi olan hidrolik elemanlara sıvı debisinin düzenli ve istenilen şekilde dağıtılması amacıyla kullanılan, sıvı akışının tek bir pompa gövdesi içinde birden fazla akış hattının (kanalı) bağımsız olarak belirli zaman aralıklarında ve hassas bir şekilde yönlendirilmesini sağlayan çok kanallı akış kontrol pompası ile ilgilidir. Bir başka deyiş ile buluş değişken debili pompaların her bir kanala tek bir seferde akış yapmasını sağlayacak bir kontrol sistemi ve yöntemi ile ilgilidir.

TEKNİĞİN BİLİNEN DURUMU

Tekniğin bilinen durumunda yer alan ekskavatörlerde, değişken debili hidrolik pompa kullanılarak sıvı aktarımı yapılır, ancak bu sistem genellikle her bir silindire (hidrolik piston) sıvı basılmasını sağlayan yönlendirme valfleri ile sınırlıdır. Bu sistem, her bir silindire sıvı basma işlevini yerine getiren bir yönlendirme valfi aracılığıyla çalışır. Ekskavatörde, bir kol hareket ettirildiğinde sıvı basıncı bu yönlendirme valfleri tarafından belirli bir silindire yönlendirilir. Sistem genellikle tek bir pompa ile çalışır, ancak bu sistem, birden fazla silindire sıvı basma işleminde sınırlı esneklik sağlar. Ayrıca tüm bu işlemler manuel olarak gerçekleşir.

Mevcut sistemler, değişken debili su pompaları ve yönlendirme valfleri ile çalışmaktadır, ancak bu tür sistemler genellikle sınırlı sayıda aktüatörü kontrol etmek için kullanılır ve daha karmaşık uygulamalarda karşılaşılan verimlilik ve esneklik sorunları vardır. Özellikle, ekskavatörler ve endüstriyel makinelerde, her bir piston için ayrı ayrı yönlendirme valflerinin kullanılması ve çoklu hidrolik elemanların birleştirilmesi genellikle gereksiz karmaşıklığa ve bakım zorluklarına yol açmaktadır.

Buluşu doğrudan kopyalayan bir sistem bulunmamakla birlikte, benzer sistemler değişken debili su pompalarıyla hidrolik aktüatörlerin kontrolünü sağlamaktadır. Bu tür sistemler genellikle tek yönlü hareketler veya sınırlı sayıda işlev için yapılandırılmıştır. Fakat mevcut sistemlerde, çok kanallı, dinamik ve değişken debili sıvı aktarımını doğru bir zaman ayarıyla sağlayan bir yapı bulunmamaktadır.

Bu sistemlerdeki akışkanın kontrolü şimdilik bu yapılarda yeterince iyiler. Ancak bu iş makineleri ve robotik sistemlerin çok daha fonksiyonlu ve kontrol gerektiren hidrolik pistonlar gibi elemanlarının artması ile mevcutta kullanılan bu yöntemler oldukça ilkel bir yöntem olarak olup, yeni sistemlerde kullanılması aşağıda belirtilen dezavantajları ortaya çıkaracaktır.
Bu sistemlerin eksiklikleri ve dezavantajları şu şekilde sıralanabilir:

1. **Karmaşıklık ve Verimsizlik:** Mevcut sistemler, her bir hidrolik piston için ayrı yönlendirme valfleri ve kontrol elemanları gerektirir. Bu durum, çok sayıda aktüatörün kullanıldığı uygulamalarda karmaşıklığı ve bakım maliyetlerini artırır. Ayrıca, her bir kanalın kontrolü ayrı ayrı yapılması gerektiğinden, esneklik ve hız açısından sınırlıdır.

2. **Senaryolar Arası Geçiş Zorlukları:** Geleneksel hidrolik sistemlerde, ani değişikliklere veya daha dinamik hareketlere tepki verme yeteneği sınırlıdır. Bu sistemler genellikle planlanmış hareket dizileriyle çalıştığından dolayı, beklenmedik durumlara hızlı adaptasyon sağlamakta zorlanabilirler.

3. **Sistem Bileşenlerinin Yüksek Sayısı ve Hacmi:** Karmaşık yönlendirme valfleri ve çoklu basınç kontrol valfleri gibi bileşenlerin kullanılması, sistemin boyutunu artırır ve verimli alan kullanımını engeller. Bu da özellikle robotik uygulamalarda, ağırlık ve alan sınırlamaları ile ilgili sorunlar doğurabilir.

Sonuç olarak, mevcut akış kontrol sistemleri genellikle sınırlı sayıda aktüatörü verimli şekilde yönetebilmekte, ancak daha dinamik, hassas ve çok yönlü hareket kontrolü gerektiren robotik ve endüstriyel uygulamalarda yetersiz kalmaktadır.

BULUŞUN TANIMI

Mevcut buluş yukarıda bahsedilen dezavantajları ortadan kaldırmak ve ilgili teknik alana yeni avantajlar getirmek üzere geliştirilmiş çok kanallı akış kontrol pompası sistemi ve yöntemi ile ilgilidir.

Buluşun amacı, tekniğin bilinen durumundaki eksikliklere çözüm sunarak, daha az sayıda bileşenle çok sayıda aktüatörün kontrolünü sağlayarak değişken debili sıvı pompalama işlemleri ile daha esnek ve verimli bir sistem ortaya koyar.

Buluşun bir diğer amacı, öncelikle hidrolik sistemlerin verimliliğini artırarak, daha hassas, daha güçlü, hızlı ve esnek kontrol imkanları elde edilmesidir.

Buluşun bir diğer amacı, hidrolik sistemlerde sıvı debisinin ve yönlendirilmesinin optimize edilmesini sağlayarak, robotik sistemlerin hareket kabiliyetinin geliştirilmesidir.

Buluşun bir diğer amacı, özellikle değişken debili su pompaları ve çok kanallı yapılar kullanılarak, çoklu piston ve aktüatörlerin senkronize bir şekilde çalışmasının sağlanmasıdır. Bu, insan robotları gibi hassas ve dinamik hareket gerektiren uygulamalar için kritik bir avantajdır.

Buluşun bir diğer amacı, mevcut pompalama ve yönlendirme sistemlerinin karmaşıklığı ve bakım zorlukları göz önüne alındığında, buluşun sunduğu daha basit, esnek ve düşük maliyetli çözümler sayesinde sektörün uzun vadeli beklentilerinin karşılanmasıdır.

Genelleyecek olursak buluşumuzun avantajları;

Azaltılmış Karmaşıklık ve Daha Az Bileşen: Geleneksel sistemlerde her bir hidrolik piston için ayrı yönlendirme valfleri ve kontrol elemanları bulunurken, buluşumuzda bu işlevler tek bir sistem üzerinden yönetilmektedir. Bu, sistemin daha az sayıda bileşenle çalışmasını sağlar ve karmaşıklığı önemli ölçüde azaltır.

Daha Esnek ve Dinamik Kontrol: Buluş, sıvının hangi kanaldan, hangi hızda ve ne kadar süreyle geçeceğini belirleyebilmek için çok sayıda parametreyi gerçek zamanlı olarak yönetebilen bir yapıya sahiptir. Bu sayede, sistem ani karar değişikliklerine ve dinamik hareketlere hızlı bir şekilde uyum sağlayabilir.

Daha Hızlı Tepki Süresi ve Adaptasyon: Geleneksel hidrolik sistemler, genellikle sabit planlarla çalışırken, buluş sayesinde sıvı debisi ve yönlendirmesi her kanal için bağımsız olarak kontrol edilebilecektir. Bu, özellikle robotik uygulamalarda anlık hareket değişikliklerine hızlıca uyum sağlayabilen bir sistem oluşturur.

Bakım Kolaylığı: Daha az sayıda bileşen ve daha az karmaşık bir yapı, bakım işlemlerini önemli ölçüde basitleştirir. Ayrıca, sistemin çalışma verimliliği arttığı için uzun vadede daha az bakım ve arıza riski ile karşılaşılır.

Daha Az Yer Kaplama ve Ağırlık: Geleneksel sistemlerde kullanılan birçok valf ve bileşenin yerine tek bir birleşik sistemin kullanılması, robotik uygulamalarda daha verimli alan kullanımı sağlar. Bu, özellikle mobil robotlar veya küçük robotik cihazlarda önemli avantajlar sunar.

Verimli Enerji Kullanımı: Buluş, her bir kanala sıvıyı yalnızca gerektiği şekilde aktararak enerji verimliliğini arttırır. Ayrıca, hidrolik enerji kayıplarını minimize eder, böylece sistemin enerji tüketimi daha düşük seviyelerde tutulur. Ayrıca bir akış kanalında sıvı akışın gerçekleşeceği yönde hareket eğilim gösteriyorsa, sistem buradan gelen akış eğiliminden doğan enerjiyi diğer akış kanallarındaki sıvı akışına yönlendirecektir.

Sonuç olarak, buluş mevcut sistemlere kıyasla daha verimli, esnek ve bakım dostu bir çözüm sunarak, robotik ve endüstriyel alanlarda çok sayıda hidrolik aktüatörün yönetimini kolaylaştırır. Bu, özellikle dinamik ve değişken debili sıvı gereksinimlerine sahip uygulamalarda büyük avantaj sağlar.

Çizimler

Yukarıda kısaca özetlenen ve aşağıda daha detaylı ele alınan mevcut buluşun uygulamaları, buluşun ekteki çizimlerde betimlenen örnek uygulamalarına başvurarak anlaşılabilir. Ancak ekteki çizimlerin yalnızca bu buluşun tipik uygulamalarını betimlediğini ve buluş, bu nedenle, diğer eşit derecece etkili uygulamalara izin verebileceği için, kapsamını sınırladığının varsayılmayacağını belirtmek gerekir.

Anlaşılmayı kolaylaştırmak adına, şekillerde ortak olan özdeş elemanları belirtmek için, mümkün hallerde özdeş referans numaraları kullanılmıştır. Şekiller ölçekli çizilmemiştir ve açıklık için basitleştirilebilir. Bir uygulamanın elemanları ve özelliklerinin daha fazla açıklama lüzum olmaksızın diğer uygulamalara faydalı bir biçimde dâhil edilebileceği düşünülmektedir.

Şekil 1: Çok kanallı akış kontrol pompasının izometrik görünüşünü

Şekil 2: Çok kanallı akış kontrol pompasının izometrik görünüşünü

Şekil 3: 8 adet değişken debilinin 10 numaralı dişli ile pompa yapmasını sağlayan ve debi ayarını yapabilmesi 8 adet hidrolik pistonun bağlanmış olduğu elemanın izometrik görünüşü, pompalayıcı

Şekil 4: 8 adet değişken debilinin 10 numaralı dişli ile pompa yapmasını sağlayan ve debi ayarını yapabilmesi 8 adet hidrolik pistonun bağlanmış olduğu elemanın dişli bağlantısının görünmesi için bir kapağın çıkarılmış izometrik görünüşü, pompalayıcı

Şekil 5: Zamanlayıcının izometrik görünüşü

Şekil 6: Zamanlayıcın 11 numaralı parçasının 22,5 derecelik açılarla oluşturulmuş kesit görünüşü

Şekil 7: Zamanlayıcın 11 numaralı parçasının 22,5 derecelik açılarla oluşturulmuş kesit görünüşü

Şekil 8: Zamanlayıcının patlatılmış görünüşü

Şekil 9: Yön klapesinin izometrik görünüşü

Şekil 10: Yön klapesinin kesit görünüşü

Şekil 11: Yön klapesinin patlatılmış görünüşü

Çizimlerdeki Detayların Açıklanması

Şekillerde gösterilen referans numaralarının karşılıkları aşağıda verilmiştir.

1- Birinci eleman

2- İkinci eleman

3- Yön klapesi

4- Birinci zamanlayıcı

5- İkinci zamanlayıcı

7- Dişli Piston

8- Değişken debili su pompasının debisini ayarlayan mil

9- Değişken debilinin kontrolünde rol alan hidrolik piston

10-Değişken debili su pompalarını çalıştıran dişli

11-Zamanlayıcının zaman ayarını yapan hareketli parça

12-Zamanlayıcının birinci kapağı

13-Zamanlayıcının ikinci kapağı

14-Yön klapesinin hangi kanala akış yapacağını belirleyen hareketli parça

15-Yön klapesine giriş yapan kanallarının bulunduğu parça

16-Yön klapesinin kapağı

a1: 10.1 numaralı dişlinin tahrik ettiği değişken debili su pompasının akışkanı pompaladığı veya vakumladığı kanal

a8: 10.8 numaralı dişlinin tahrik ettiği değişken debili su pompasının akışkanı pompaladığı veya vakumladığı kanal

b1: Hidrolik pistona giren veya çıkan akışkan kanalı

c1: Değişken debili su pompalarının hepsinin akışkanı vakumladığı kanal

c2: Değişken debili su pompalarının hepsinin akışkanı pompaladığı kanal

d1: Zamanlayıcıya giren toplu akışkan kanalı

d2: Zamanlayıcıdan çıkan toplu akışkan kanalı

e1: Zamanlayıcıya giren sekiz kanaldan biri

e2: Zamanlayıcıya çıkan sekiz kanaldan biri

e3: e1 kanalından akan akışkanın d1 ve d2 kanallarına yönlendiren kanal

e4: e1 kanalından akan akışkanın e2 kanalına doğrudan bağlantı yapmasını sağlayan kanal

f1: 11 numaralı parçanın 12 ve 13 numaralı parçalardaki akışkan kanallarından doğrudan akış yapması için oyulmuş kanalı

f2: 11 numaralı parçanın d1 ve d2 numaralı kanala akması için oyulmuş kanalı

f3: f2 deki kanalın devamındaki kanal boşluğu

g1: 14 numaralı parçada açılmış tek kanal

g2: g1 kanalının karşısındaki kanalsız alan

h1:15 numaralı parçada açılmış sekiz kanaldan biri

j1: 15 numaralı parçanın g1 numaralı kanaldan giriş ve çıkış yapması için kanalı

k1:15 numaralı parçada açılmış sekiz kanaldan biri

1.1: 4 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı birinci boru

1.2: 4 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı ikinci boru

1.3: 4 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı üçüncü boru

1.4: 4 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı dördüncü boru

1.5: 4 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı beşinci boru

1.6:4 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı altıncı boru

1.7: 4 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı yedinci boru

1.8: 4 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı sekizinci boru

1.12:1 numaralı elemanın 10.2 numaralı dişlinin görünen mili

1.18: 1 numaralı elemanın 10.8 numaralı dişlinin görünen mili

2.1:5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı birinci boru

2.2:5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı ikinci boru

2.3:5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı üçüncü boru

2.4:5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı dördüncü boru

2.5:5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı beşinci boru

2.6:5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı altıncı boru

2.7:5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı yedinci boru

2.8:5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı sekizinci boru

2.22:2 numaralı elemanın 10.2 numaralı dişlinin görünen mili

2.28:2 numaralı elemanın 10.8 numaralı dişlinin görünen mili

3.11:3 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı birinci boru

3.12:3 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı ikinci boru

3.13:3 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı üçüncü boru

3.14:3 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı dördüncü boru

3.15:3 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı beşinci boru
3.16:3 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı altıncı boru
3.17:3 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı yedinci boru
3.18:3 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı sekizinci boru
3.21:3 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı birinci boru
3.22:3 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı ikinci boru
3.23:3 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı üçüncü boru
3.24:3 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı dördüncü boru
3.25:3 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı beşinci boru
3.26:3 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı altıncı boru
3.27:3 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı yedinci boru
3.28:3 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı sekizinci boru
10.1:10 numaralı dişlinin birinci değişken debili su pompasını tahrik eden dişlisi
10.2:10 numaralı dişlinin ikinci değişken debili su pompasını tahrik eden dişlisi
10.3:10 numaralı dişlinin üçüncü değişken debili su pompasını tahrik eden dişlisi
10.4:10 numaralı dişlinin dördüncü değişken debili su pompasını tahrik eden dişlisi
10.5:10 numaralı dişlinin beşinci değişken debili su pompasını tahrik eden dişlisi
10.6:10 numaralı dişlinin altıncı değişken debili su pompasını tahrik eden dişlisi
10.7:10 numaralı dişlinin yedinci değişken debili su pompasını tahrik eden dişlisi
10.8:10 numaralı dişlinin sekizinci değişken debili su pompasını tahrik eden dişlisi
9.1:10.1 numaralı dişlinin tahrik ettiği değişken debili su pompasının debi ayarını yapan hidrolik piston
9.8:10.8 numaralı dişlinin tahrik ettiği değişken debili su pompasının debi ayarını yapan hidrolik piston

BULUŞUN DETAYLI AÇIKLANMASI

Bu detaylı açıklamada buluş konusu yapılanmasının tercih edilen alternatifleri, sadece konunun daha iyi anlaşılmasına yönelik olarak ve hiçbir sınırlayıcı etki oluşturmayacak şekilde açıklanmaktadır.

Buluş, çok sayıda eleman kullanarak robotik uygulamalarda özellikle insan robotları ve ağır makine sistemlerindeki mekanizmaların hareketlerini hassas bir şekilde gerçekleştirmesini sağlayarak, gelişmiş ve dinamik hareket kabiliyeti sunan, yanında ekskavatörler ve benzeri ağır iş makinelerinde de sıvı debisinin düzenli ve istenilen şekilde dağıtılması amacıyla da kullanılan, sıvı akışının tek bir pompa gövdesi içinde birden fazla akış hattını (kanalı) bağımsız olarak yönetmeye belirli zaman aralıklarında ve hassas bir şekilde yönlendirilmesini sağlayan çok kanallı akış kontrol pompası ile ilgilidir.

Buluşta birinci eleman (1) 1 numaralı pompalayıcıdır. İkinci eleman (2) 2 numaralı pompalayıcıdır. Aşağıda da bu şekilde anlatımı sağlanacaktır.

Şekil 4, Şekil 3’teki pompalayıcının bir parçasının çıkarılıp Değişken debili su pompalarını çalıştıran dişli (10) ile nasıl tahrik edildiğinin görülebilmesi için tasarlanmıştır. Değişken debili su pompalarını çalıştıran dişli (10) bir servo motor ile tahrik edilir. Şekil 3’teki pompalayıcı sekiz adet değişken debili su pompası, bu değişken debilinin debi ayarını kontrol eden sekiz adet hidrolik piston bulunmaktadır. Sekiz değişken debilinin pompalama yapabilmesi için değişken debili su pompalarını çalıştıran (10) dişlinin dönmesi gerekir. Değişken debili su pompalarını çalıştıran dişli (10) döndüğü zaman sekiz değişken debili su pompası 10.1 numaralı dişlinin tahrik ettiği değişken debili su pompasının akışkanı pompaladığı veya vakumladığı kanal (a1) ve 10.8 numaralı dişlinin tahrik ettiği değişken debili su pompasının akışkanı pompaladığı veya vakumladığı kanal (a8) gibi bulunan sekiz kanaldan akış başlatır. Bazı kanallara sıvı vakumlanırken bazılarına sıvı pompalanır. Vakum ya da pompa yapılmasını pompalayıcı üzerinde bulunan hidrolik pistonların kontrolünde belirlenir. Pompalayıcı üzerinde bulunan Değişken debili su pompalarının hepsinin akışkanı vakumladığı kanal (c1) ve Değişken debili su pompalarının hepsinin akışkanı pompaladığı kanal (c2) kanalı ise hidrolik tankla bağlantı yapması gerekir. Böylece değişken debili su pompaları akışkan fazlalığını buradan tahliye eder ya da buradan besler.

Şekil 6 ve Şekil 7, Şekil 5'teki zamanlayıcının zaman ayarını yapan hareketli parçasının (11) 22,5 derecelik dönüş yapması ile alınmış kesitleridir. Zamanlayıcının zaman ayarını yapan hareketli parça (11) eleman bir servo motor ile tahrik edilir. Birinci zamanlayıcı (4) ve ikinci zamanlayıcı (5) dediğimiz elemanın iki farklı işlevi vardır. Birincisi zamanlayıcının zaman ayarını yapan hareketli parçanın (11) Şekil 6'daki konumda sabitlenip zamanlayıcıya giren 8 kanalın birinden (e1) giren /çıkan akışkanın e1 kanalından akan akışkanın e2 kanalına doğrudan bağlantı yapmasını sağlayan kanal (e4) deliğinden geçerek doğrudan Zamanlayıcıya çıkan sekiz kanaldan biri (e2) kanalından çıkması/girmesidir. Bu zamanlayıcının birinci zamanıdır dersek eğer, ikinci zamanında Zamanlayıcının zaman ayarını yapan hareketli parçanın (11) 22,5 derecelik dönüşü ile Şekil 7'deki konuma gelmesi ile olur. Bu ikinci zamanda Zamanlayıcıya giren sekiz kanaldan birinden (e1) giren /çıkan akışkan Zamanlayıcıya giren sekiz kanaldan birinden akan (e1) akışkanın d1 ve d2 kanallarına yönlendiren (e3) kanalına yönelerek zamanlayıcıya giren sekiz kanaldan biri (e1) kanalına gidemez ve e1 kanalından akan akışkanın d1 ve d2 kanallarına yönlendiren kanaldan (e3) akan akışkan zamanlayıcıya giren toplu akışkan kanalı (d1) ve zamanlayıcıdan çıkan toplu akışkan kanalına (d2) a doğrudan bağlanır. Zamanlayıcıya giren toplu akışkan kanalı (d1) ve zamanlayıcıdan çıkan toplu akışkan kanalı (D2) bir hidrolik tanka akışkanın girmesi ya da çıkması için bulunmaktadır. Kısacası zamanlayıcı dediğimiz eleman birinci ve ikinci zamanın bulunduğu bir kontrol elemanıdır. Ve birinci zamanda Zamanlayıcıya bağlanan sekiz boru karşısındaki boruya doğrudan akmaktadır. İkinci zamanında ise Zamanlayıcıya bağlanan sekiz boru aynı boşluğa akmakta ve bu boşluk hidrolik tanka bağlanan zamanlayıcıya giren toplu akışkan kanalı (d1) ve zamanlayıcıdan çıkan toplu akışkan kanallarını (d2) bulundurmaktadır. Böylece ikinci zamanda borulardan gelen/giden akışkan hidrolik tanktan tahliye edilebilir/beslenebilir.

Şekil 8'de Zamanlayıcının elemanları daha iyi görülmektedir ve Zamanlayıcının zaman ayarını yapan hareketli parça (11) üzerinde sekiz adet 11 numaralı parçanın 12 ve 13 numaralı parçalardaki akışkan kanallarından doğrudan akış yapması için oyulmuş kanalı (f1) ve sekiz tane de 11 numaralı parçanın d1 ve d2 numaralı kanala akması için oyulmuş kanalı (f2) ile bağlanmış f2 deki kanalın devamındaki kanal

boşluğu (f3) açılmıştır. Bu delikler birbirine çok yakın görülmektedir. Sistemin kullanılacağı yerde bu yakınlığa dikkat edilmelidir. Aksi halde Zamanlayıcının zaman ayarını yapan hareketli parça (11) 22,5 derecelik açılar yaparken 11 numaralı parçanın 12 ve 13 numaralı parçalardaki akışkan kanallarından doğrudan akış yapması için oyulmuş kanalı (f1) ve 11 numaralı parçanın d1 ve d2 numaralı kanala (f2) akması için oyulmuş kanalı arasında akış olabilir ki bu olmamalıdır.

Şekil 9'da bulunan eleman yön klapesidir (3). Yön klapesi (3) denilen eleman akışın belirli bir yönde gerçekleşmesini sağlayan bir kontrol elemanıdır. Şekil 11 bu yön klapesinin (3) patlatılmış görünüşüdür.

Şekillerde görüldüğü üzere Yön klapesine giriş yapan kanallarının bulunduğu parçanın (15) üzerinde on altı tane boruya akış yapması için kanal açılmıştır. Sistemin çalışmasını anlamak için Şekil 10'da verilen kesit görüşe bakılmalıdır. Burada Yön klapesinin hangi kanala akış yapacağını belirleyen hareketli parça (14) 22,5 derecelik açılar yapması ile 14 numaralı parçada açılmış tek kanalından (g1) Yön klapesine giriş yapan kanallarının bulunduğu parça (15) eleman üzerinde bulunan kanallardan biri ile eşleşir. Bu eşleşme 15 numaralı parçanın g1 numaralı kanaldan giriş ve çıkış yapması için (j1) kanalından gelen/giden akışkanın 14 numaralı parçada açılmış tek (g1) kanalından geçerek eşleşmiş olduğu kanala akışkan aktarımı yapmasına olanak tanır. Yön klapesinin hangi kanala akış yapacağını belirleyen hareketli parça (14) bir servo motor ile tahrik edilir. Yön klapesine giriş yapan kanallarının bulunduğu parça (15) Yön klapesinin hangi kanala akış yapacağını belirleyen hareketli (14) parçada açılmış tek (g1) kanaldan giriş ve çıkış yapması için (j1) kanalı bir hidrolik pompa ile bağlantılıdır. Böylece yön klapesine (3) giriş yapan kanalların bulunduğu parçaya (15) bağlanan kanallara sıvı pompalayabilir veya vakumlayabilir. Kısacası yön klapesi (3) Yön klapesinin hangi kanala akış yapacağını belirleyen hareketli parça (14) olan elemanın eşleşmiş olduğu kanala bağlantı yapması ve bu eşleşme ile 15 numaralı parçanın g1 numaralı kanaldan giriş ve çıkış yapması için (j1) kanalı ile bağlantı yapar. Eşleşme işlemi on altı farklı kanal olduğundan dolayı onları eşleşmenin olduğunu söylemek doğru olacaktır. Şekillerde bulunan pompalayıcı, zamanlayıcı ve yön klapesinin (3)

ne olduğunu açıkladık. Şimdi bunların hidrolik sistemde nasıl kullanılacağından söz edelim. Belirtmek gerekirse hidrolik sistem Şekil 1 ve Şekil 2'de bulunan yapıdır.

Pompalayıcı, değişken debili su pompalarını çalıştıran dişlinin (10) bir servo motor ile kontrol edilmesi dönüş yapmaktadır. Ve Değişken debili su pompalarının hepsinin akışkanı vakumladığı kanal (c1) ile Değişken debili su pompalarının hepsinin akışkanı pompaladığı (c2) kanalı hidrolik tanka bağlıdır. Pompalayıcı üzerinde bulunan hidrolik pistonlar değişken debili pompaların ayarını yapar ve Değişken debili su pompalarını çalıştıran dişlinin (10) tahrik edilmesi ile sekiz farklı kanala akış kontrolü sağlanır. Zamanlayıcı, sekiz farklı kanaldan gelen akışkanın ya doğrudan hidrolik tankla bağlanmasını sağladığı zamanda ya da sekiz kanalın karşısındaki kanala bağlanmasına olanak tanıdığı bir zamanda bulunabilir. Bunun kontrolünü sağlamak için Zamanlayıcının zaman ayarını yapan hareketli parçanın (11) bir servo motor tarafından kontrol edilmelidir. Yön klapesi (3), Yön klapesinin hangi kanala akış yapacağını belirleyen hareketli parçanın (14) bir servo motoru ile 22,5 derecelik açılar ile dönmesi ile 14 numaralı parçada açılmış tek kanal (g1)16 farklı kanalla eşlenek yapabilmektedir. Bu eşlenmeler sayesinde Yön klapesine giriş yapan kanallarının bulunduğu parçanın (15) g1 numaralı kanaldan giriş ve çıkış yapması için (j1) kanalı ile eşlenek yapılan kanala istenilen miktarda akışkan istenilen zaman aralığında akış yapabilmektedir. 15 numaralı parçanın g1 numaralı kanaldan giriş ve çıkış yapması için kanalının (j1) bu akışı gerçekleştirebilmesi için bu kanala servo motor ile kontrol edilen bir su pompası bağlanmalıdır. Böylece Yön klapesi (3) on altı kanaldan herhangi bir kanal ile eşleşip, o kanala istenilen miktarda sıvı basabilmektedir. Kısacası iki servo motor sayesinde istenilen kanala sırası ile sıvı aktarımı yapabilmektedir. Ancak dikkat edilecek olursa, her kanala aynı anda sıvı basılması gibi bir durum yoktur. Bu işlemler sırası ile gerçekleşir. Eş zamanlı olarak tüm kanallara istenilen akışı istenilen zaman aralığında sağlama görevini ilerde bahsedeceğim Çok Kanallı Akış Kontrol Pompası (Şekil 1 ve Şekil 2) yapmaktadır.

Şekil 1 ve Şekil 2'de Çok Kanallı Akış Kontrol Pompasına ait izometrik görünüş verilmiştir. Bu sistemin çalışma prensibini anlatmadan önce sistemin amacı ve mevcut sistemlerde ne gibi yöntemler kullanıldığını anlamakta fayda vardır.

Böylelikle bu sistemin neden gerekli olduğunu anlamış olacağız. Çok Kanallı Akış Kontrol Pompası çok sayıda çok sayıda boru hattına istenilen zaman aralığında istenilen miktarda akışkan pompalayabilir veya vakumlayabilir. Örnek verecek olursak Şekil 1'deki buluş sekiz farklı hidrolik silindire hizmet ettiğini düşünelim ve bu sekiz hidrolik piston sırası ile 2V, 0V, 3V,-1.2V, 0V, 8V, 8.75V, -5V akışkan gerekiyorsa ("-" işareti akışkan yönünün ters olduğunu yani vakum yapıldığını belirtmek için yazılmıştır) eğer bu işlemi servo motorların kontrol ünitesinden alınan bilgi dahilinde gerçekleştirebilmektedir. Kısacası çok sayıdaki akışkan kanalına akış kontrolünü sağlamaktadır. Bu işlemi nasıl yaptığı gibi teknik detaylara değineceğiz.

Şimdi Çok Kanallı Akış Kontrol Pompasının nasıl bir işleve sahip olduğunu bildiğimize göre mevcut yöntemlerde bu işlemin nasıl yapıldığını ve ne tür zorluklardan dolayı değişken debili su pompalarının bulunduğu sistemlerden uzak durulduğundan söz edeceğiz.

Çok sayıda akışkan kanalının akış kontrolünü yaparken mevcut sistemlerin bazılarında sabit su pompasının suyu hidrolik su pompasına basılacağı işlem sırasında sabit bir motor kullanılmakta ve bu gerekli akış tamamlandıktan sonra akışkan by-pass edilmektedir. Bu işlem düşünüldüğü zaman akışkanın pompalanması belli bir zaman aralığında gerçekleşmek yerine gerekli akışkan debilendikten sonra by-pass edildiğinden dolayı akışkanın belirli bir zaman aralığında debilendiğini söylemek pek mümkün değildir. Kimi sistemde ise çok sayıdaki kanal için tek bir su pompası kullanılıp gerekli akış tamamlandıktan sonra by-pass işlemi yapılıp kanala olan akış kesilmektedir. Böylece akışkan basıncının en az olduğu hidrolik akış kanalına akış daha kolay olduğundan dolayı işlem daha kolay tamamlacaktır ve hidrolik pistonlara gerekli akışkan farklı zaman aralıklarında pompalanacaktır. Böyle bir sistemin robotik yapılarda ne tür sorunlar ortaya çıkaracağını düşünecek olursak eğer yürüyen bir robotun içerisine konulmuş hidrolik pistonlar düzensiz bir şekilde çalışarak dengede durmayı dahi başaramayacaktır. Çünkü akışkanın zaman kontrolü dahilinde pompalanmaması büyük bir sorundur. Ancak eğer sabit su pompaları bir servo motor ile kontrol edilseydi, zamanlama ve miktar kontrolü sağlanabilir, böylece daha hassas bir hareket yönetimi mümkün olurdu. Diyelim ki sistemde servo motor kullandık ve her

bir hidrolik piston için bir sabit su pompası ve bir servo motor yerleştirdik. Bu durumda bir insanın hareketlerini gerçekleştirecek bir sistemde seksen adet hidrolik piston, dolayısıyla seksen adet sabit debili pompa ve seksen adet servo motor yer alacaktır.

Burada birkaç temel zorluk ortaya çıkacaktır:

İşlemci Yükü ve Gecikme: Her bir servo motorun kontrol edilmesi için mikroişlemciye sürekli olarak konum, hız ve tork gibi verilerin akması gerekir. Sekseni aynı anda veya çok kısa süre aralıklarıyla kontrol etmeye çalışmak, işlemcinin gerçek zamanlı işlem kapasitesini zorlar, gecikmelere sebep olur ve sistemin tepki süresini olumsuz etkiler. İşlemcinin I/O pin sayısı, veri yolu bant genişliği, işlem gücü ve gerçek zamanlı işletim sistemi kullanımı gibi unsurlar burada kritik rol oynar.

Senkronizasyon Sorunları: Servo motorların her biri belirli bir su pompasını kontrol ederek bir pistonu harekete geçirmektedir. Ancak insan hareketleri doğası gereği çok hassas senkronizasyon gerektirir. Örneğin bir yürüme hareketi sırasında diz ve ayak bileği pistonlarının aynı anda, doğru zamanda ve doğru miktarda çalışması gerekir. Bu senkronizasyonun bozulması, tüm hareketin doğal olmayan, dengesiz veya işlevsiz olmasına yol açar.

Haberleşme Trafiği: Her bir servo motordan gelen ve her birine gönderilen sinyaller çok yoğun bir veri trafiği oluşturur. Bu tür sistemlerde CAN, EtherCAT gibi endüstriyel haberleşme protokollerinin kullanılması gerekebilir. Aksi takdirde sistemde veri çakışması, gecikme veya komutların kaybı gibi sorunlar oluşabilir.
Sıkışık Yerleşim: İnsan vücudu gibi kompakt ve hareketli bir yapıya servo motorları entegre etmeye çalıştığınızda, motorların fiziksel boyutları birbiriyle ve çevresindeki mekanik bileşenlerle çakışabilir. Örneğin, bir kolun içinde hem piston hem pompa hem de motoru yerleştirmek oldukça zordur.

Öncelikle belirtmek gerekir ki, burada söz konusu olan seksen adet servo motor, sabit debi sağlayan birer hidrolik su pompasına bağlıydı. Ancak farklı bir senaryo

üzerinden düşünelim: Eğer bu servo motorlar yalnızca seksen adet değişken debili pompanın debi ayarını yapmakla sorumlu olsaydı ve tüm pompalar, tek bir sabit devirli motor tarafından döndürülen ortak bir mil üzerinden mekanik olarak tahrik edilseydi, sistemde çok sayıda akışkan kanalına akışkan transferi açısından çeşitli kolaylıklar ortaya çıkardı. Örneğin, artık her pompa için ayrı bir motor yerine, yalnızca bir adet güçlü motor yeterli olacağından, sistemde kullanılan servo motorlar yalnızca kontrol görevine indirgenebilir ve daha düşük güçlü, daha küçük boyutlu servo motorlar tercih edilebilirdi. Bu sayede hem enerji verimliliği artar hem de sistemin genel tasarımı daha kompakt ve ekonomik hale gelebilirdi. Bahsedilen bu yapı Şekil 3'te verilen Pompalayıcda bulunan hidrolik pistonlar yerine servo motor kullanılması durumudur. Peki böyle bir sistemin az önce bahsi geçen durumdan iyi yanı ne olurdu.

Güç Dağıtımında Verimlilik Artışı: Eskiden her pompa kendi motoruyla döndürülürken şimdi tek bir güçlü motor, mil aracılığıyla mekanik güç aktarımı yapacak.

Bu, motor sayısını azaltır, enerji kayıplarını düşürür.

Mekanik verimlilik artar, çünkü elektrik motorlarının ayrı ayrı kayıpları (ısı, sürtünme, kablolama, sürücü devreleri vs.) ortadan kalkar.

Servo Motorlardan Beklenen İş Yükü Azalır:

Servo motorlar artık sadece akış yönlendirme (valf kontrolü) veya debi ayarlama (örneğin eksantriklik ayarı, vana açma/kapatma vs.) görevini üstlenir.

Bu görevler, düşük tork ve düşük hız gerektirdiğinden, daha küçük, hafif ve düşük maliyetli servo motorlar kullanılabilir.

Mekanik Yerleşimde Kolaylık:

Her pompanın ayrı motoru olmadığından, pompa-motor setlerinin kapladığı yer dramatik şekilde azalır.
Böylece kompakt tasarımlar mümkün olur.
Mil hattı üzerinden çok sayıda pompa düzenli şekilde yerleştirilebilir; bu da modüler ve simetrik dizaynlar sağlar.

Isı ve Güç Yönetimi Daha Kolay:
Güçlü motor tek bir yerde olduğu için soğutma işlemi merkezi olarak yapılabilir.
Servo motorlar düşük güçte çalışacağı için aşırı ısınma sorunu yaşanmaz.
Böylece ısı yayılımı ve kablolama dağınıklığı büyük ölçüde azalır.

Kontrol Sisteminde Düşük Karmaşıklık:
Eskiden hem motoru hem pompayı kontrol etmek gerekiyordu; şimdi ise motor sabit devirde çalışıyor, sadece servo ile debi regülasyonu yapılacak.
Bu da işlemcinin yükünü azaltır.
Ayrıca sistemin gerçek zamanlı kontrol algoritmaları daha basit ve stabil hale gelir.

Akışkan Transferinde Avantaj:

Mil üzerinden sürülen pompalar eşzamanlı çalıştığı için debide senkronizasyon kolaylaşır.
Ayrıca sabit motor hızı sayesinde sistemin basınç profilini ve akış davranışlarını daha öngörülebilir hale getirir.
Bu da çok kanallı dağıtım sistemlerinde daha dengeli bir çalışma sağlar.

Ancak unutulmamalıdır ki akışkanın debi ayarının değiştirilmesi bile anlık olarak bir değiştiği tasarım düşünülecek olursa, bir akış değişimi gerçekleştirir ve mühendislik anlamında bu hesaplar oldukça karmaşıktır. Sistemdeki akış debisi-zaman grafiği tek bir kanal için çizilecek olursa, sabit bir grafik değildir. Dolayısı ile bu tür hesaplar son derece zordur. Bunu kolaylaştırmak için servo motorun belli bir zaman boyunca sabit kalması gerekir. Böylece bu sorun ortadan kalkacağı düşünülebilir. Ancak durum bu kadar basit değildir. Çünkü kanallara gidecek akışkan farklı miktarda gitmesi gerektiğinde akışkan debisinde bir ayar yapılmalıdır ve bu değişim bir

gecikme oluşturmakla kalmaz, ayar yapılması ile değişken debiliden bir miktar akışkan çıkışı ya da girişi olur. Bu da hesaba katılacak olursa ortamda bir kayıp ya da fazla akışkan oluşumu gözlenir. Tam bu aşamada Çok Kanallı Akış Kontrol Pompası devreye girmektedir. Bu Çok Kanallı Akış Kontrol Pompasının birbirinden farklı uygulaması olabilir. Bu uygulamalardan birini Şekil 1 ve Şekil 2'de verdik. Bu uygulamaların ortak yönü az önce bahsettiğimiz bir kanaldan geçen akışkanın debi miktarı-zaman grafiğini sabitlemek ve ikinci bir hareket için yani debi miktarını yine sabit ama farklı miktarda debileme işlemi için işlem başlatıldığında servo motorun ayar yapması ile ortaya çıkan artık ya da kaybolan akışkanın oluşumunu engelleyip, debi ayarı yapılma zamanı gecikmesini ortadan kaldırmaktır. Az önce değişken debililerin debi ayarını servo motorlarla kontrol edildiği durumun farklı hidrolik kontrol elemanlarının dahil edilmesi ile mümkündür. Yalnız başına Şekil 3'teki gibi bir Pompalayıcı yetersiz kalmaktadır.

Bu tür sorunları ortadan kaldırmak için birinci uygulamamız olan Şekil 1'deki Çok Kanallı Akış Kontrol Sisteminden söz edelim. Bu sistemde değişken debili su pompaları debi ayarı yaparken kaybettiği gecikme sorunu ortadan kaldırılmış ve artık akışkan ya da kaybolan akışkanın oluşumu engellenmiştir. Ayrıca akışkanı pompalayan motor gücü tüm kanallara akış yaparken oldukça verimli bir metoda sahiptir.

Şekil 2, Şekil 1'deki yapının farklı bir açıdan görünüşüdür. Şekil 1'de iki adet Pompalayıcı, iki adet Zamanlayıcı ve bir tane Yön klapesi (3) bulunmaktadır. Yön klapesi (3) üzerinde on altı akışkan kanalı bulunmaktadır ve bu akışkan kanallarının her biri bir hidrolik pistonun konumunu ayarlamaktadır. Bu hidrolik pistonların yarısı bir Pompalayıcı üzerinde diğer yarısı diğer Pompalayıcı üzerinde bulunmaktadır. Zamanlayıcılar Pompalayıcıların değişken debili su pompaların her birinin pompa yaptığı kanala sırası ile bağlanmıştır. Bu Zamanlayıcılardan ikisinin Pompalayıcılardan gelen akışkanın karşısındaki kanalın bağlantı yaptığı bir boru olmadığı açıkça görülmektedir. Bu kanallar bir Zamanlayıcıda sekiz tane olup toplamda on altı tanedir. Ancak akış kontrolünün yapıldığı kanal sayısı on altı değil, sekiz tanedir. Bu iki Zamanlayıcılardan bir tanesi üzerinde bulunan kanal ile diğer Zamanlayıcı üzerinde bulunan bir kanal tek bir kanalda birleştirilerek bu kanaldaki

akışı tam anlamı ile kontrol edebilecek olup, toplamda sekiz tane kanalın akış kontrolünü sağlayacaktır. Sistemin çalışma şeklini anlatmadan önce bazı tanımlamalar yapmak gerekmektedir. Bu tanımlar ile sistemin işleyişini anlatacak ve sonra da örnek bir uygulama vereceğim.

Sistemde bulunan elemanları tahrik eden servo motorlar ve yön klapesine (3) bağlı olan hidrolik pompanın bir işlemcinin verdiği kararlar doğrultusunda kontrol edilir.
Bilindiği üzere iki adet Zamanlayıcı vardır. Bu Zamanlayıcıların bulunduğu pozisyona göre isimlendirme yapacağız.

Birinci zamanlayıcı (4) Şekil 7'deki konumdayken ve ikinci zamanlayıcı (5) Şekil 7'deki konumdayken = Başlangıç zamanı, iki pompalayıcının da pompa yapmayıp debi ayarının yapılabileceği zaman
Birinci zamanlayıcı (4) Şekil 6'daki konumdayken ve ikinci zamanlayıcı (5) Şekil 7'deki konumdayken = Birinci elemanın (1), pompa yapıp ikinci elemanın (2) debi kontrolünün düzenlendiği zaman
Birinci zamanlayıcı (4) Şekil 6'daki konumdayken ve ikinci zamanlayıcı (5) Şekil 6'daki konumdayken = Ara zaman, İki Pompalayıcının da Pompa yapmaya hazır olduğu zaman

Akış işlemlerinden söz edelim. Sistemin amacı kanallara akışkan kontrolünü sağlamak olduğu için, akış miktarları ile ilgili tanımlardan söz edelim.

2V = akışkan pozitif yönde 2V hacimde akış yapacağı miktarı belirtir
-3V = akışkan negatif yönde 3V hacimde akış yapacağı miktarı belirtir
0V = akışkan akış yapmaz
Kanallardan genellikle hidrolik piston gibi elemanlara belirli miktarlarda akışkan vakumlamak ya da pompalamak için bu şekilde belirtmek gerekliydi.

Şekil 1'de 1 ve 2 numaralı pompalayıcıların hangi borular ile kontrol edilip hangi boruya vakum veya pompa yaptığını belirtelim.

Birinci eleman (1), akışkanı 4 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı birinci boru (1.1) ile debiler ve debi ayarını 3 numaralı eleman ile 1 numaralı elemanın bağlandığı birinci (3.11) borudan vakumlanan/pompalanan akışkanın ilgili hidrolik pistonun hareketi ile gerçekleştirir.

İkinci değişken debili su pompası, akışkanı 4 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı ikinci boru (1.2) olan boruyla debiler ve debi ayarını 3 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı ikinci boru (3.12) olan borudan vakumlanan/pompalanan akışkanın ilgili hidrolik pistonun hareketi ile gerçekleştirir.

Üçüncü değişken debili su pompası, akışkanı 4 numaralı eleman ile 1 numaralı elemanın bağlandığı üçüncü (1.3) boruyla debiler ve debi ayarını 3 numaralı eleman ile 1 numaralı elemanın bağlandığı üçüncü (3.13) borudan vakumlanan/pompalanan akışkanın ilgili hidrolik pistonun hareketi ile gerçekleştirir.

Dördüncü değişken debili su pompası, akışkanı 4 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı dördüncü (1.4) boruyla debiler ve debi ayarını 3 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı dördüncü (3.14) borudan vakumlanan/pompalanan akışkanın ilgili hidrolik pistonun hareketi ile gerçekleştirir.

Beşinci değişken debili su pompası, akışkanı 4 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı beşinci (1.5) boruyla debiler ve debi ayarını 3 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı beşinci (3.15) borudan vakumlanan/pompalanan akışkanın ilgili hidrolik pistonun hareketi ile gerçekleştirir.

Altıncı değişken debili su pompası, akışkanı 1.6 numaralı boruyla debiler ve debi ayarını 3 numaralı eleman ile 1 numaralı elemanın bağlandığı altıncı (3.16) borudan vakumlanan/pompalanan akışkanın ilgili hidrolik pistonun hareketi ile gerçekleştirir.

Yedinci değişken debili su pompası, akışkanı 3 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı altıncı (3.16) boruyla debiler ve debi ayarını 3 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı yedinci (3.17) borudan vakumlanan/pompalanan akışkanın ilgili hidrolik pistonun hareketi ile gerçekleştirir.

Sekizinci değişken debili su pompası, akışkanı 4 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı sekizinci (1.8) boruyla debiler ve debi ayarını 3 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı sekizinci (3.18) borudan vakumlanan/pompalanan akışkanın ilgili hidrolik pistonun hareketi ile gerçekleştirir.

2 numaralı pompalayıcının;

Birinci değişken debili su pompası, akışkanı 5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı birinci (2.1) boruyla debiler ve debi ayarını 3 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı birinci (3.21) borudan vakumlanan/pompalanan akışkanın ilgili hidrolik pistonun hareketi ile gerçekleştirir.

İkinci değişken debili su pompası, akışkanı 2.2 boruyla debiler ve debi ayarını 3 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı ikinci (3.22) borudan vakumlanan/pompalanan akışkanın ilgili hidrolik pistonun hareketi ile gerçekleştirir. Üçüncü değişken debili su pompası, akışkanı 5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı üçüncü (2.3) boruyla debiler ve debi ayarını 3 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı üçüncü boru (3.23) vakumlanan/pompalanan akışkanın ilgili hidrolik pistonun hareketi ile gerçekleştirir. Dördüncü değişken debili su pompası, akışkanı 5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı dördüncü (2.4) boruyla debiler ve debi ayarını 3 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı dördüncü boru (3.24) vakumlanan/pompalanan akışkanın ilgili hidrolik pistonun hareketi ile gerçekleştirir. Beşinci değişken debili su pompası, akışkanı 5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı beşinci (2.5) boruyla debiler ve debi ayarını 3 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı beşinci (3.25) borudan vakumlanan/pompalanan akışkanın ilgili hidrolik pistonun hareketi ile gerçekleştirir. Altıncı değişken debili su pompası, akışkanı 5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı altıncı (2.6) boruyla debiler ve debi ayarını 3 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı altıncı borudan (3.26) vakumlanan/pompalanan akışkanın ilgili hidrolik pistonun hareketi ile gerçekleştirir.

Yedinci değişken debili su pompası, akışkanı 5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı yedinci boruyla (2.7) debiler ve debi ayarını 3 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı yedinci borudan (3.27) vakumlanan/pompalanan akışkanın ilgili hidrolik pistonun hareketi ile gerçekleştirir.
Sekizinci değişken debili su pompası, akışkanı 5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı sekizinci boru (2.8) debiler ve debi ayarını 3 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı sekizinci borudan (3.28) vakumlanan/pompalanan akışkanın ilgili hidrolik pistonun hareketi ile gerçekleştirir.

Bu sistem genellikle planlanmış hareket zincirini takip ederek işlem gerçekleştirmek için uygundur. Planlanmış hareket zinciri denilen şey, akışkanın belirli zaman aralıklarında hangi kanala ne kadar akış yapacağını belirtmekle ilgilidir. Birkaç adımlık hareket zinciri oluşturup sistemin bu hareket zinciri ile nasıl işlem yaptığının örneği açıklamış olacağım. Böylece sistemin işleyişi net bir şekilde anlaşılacaktır.

Bu akış işlemleri için sekiz tane kanal belirleyeceğim. Bu sekiz kanalın bir hidrolik pistonu tahrik ederek bir robotik hareket gerçekleştirdiği düşünülebilir.

Birinci kanala pompalanan/vakumlanan akışkan Birinci zamanlayıcıya (4) bağlanmış 4 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı birinci 4 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı birinci (1.1) borunun karşısındaki kanala ve İkinci zamanlayıcıya (5) bağlanmış 5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı birinci borunun 5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı birinci borunun (2.1) karşısındaki kanala doğrudan bağlandığını kabul edelim.
İkinci kanala pompalanan/vakumlanan akışkan Birinci zamanlayıcıya (4) bağlanmış 5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı birinci borunun (2.1) karşısındaki kanala ve İkinci zamanlayıcıya (5) bağlanmış 5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı ikinci borunun (2.2) karşısındaki kanala doğrudan bağlandığını kabul edelim.
Üçüncü kanala pompalanan/vakumlanan akışkan birinci zamanlayıcıya (4) bağlanmış 4 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı üçüncü borunun (1.3) karşısındaki kanala ve İkinci zamanlayıcıya (5) bağlanmış 5

numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı üçüncü borunun (2.3) karşısındaki kanala doğrudan bağlandığını kabul edelim.

Dördüncü kanala pompalanan/vakumlanan akışkan Birinci zamanlayıcıya (4) bağlanmış birinci zamanlayıcı (4) ile 1 numaralı elemanın bağlandığı dördüncü boruya (1.4) karşısındaki kanala ve İkinci zamanlayıcıya (5) bağlanmış 5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı dördüncü borunun (2.4) karşısındaki kanala doğrudan bağlandığını kabul edelim.

Beşinci kanala pompalanan/vakumlanan akışkan birinci zamanlayıcıya (4) bağlanmış 4 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı beşinci borunun (1.5) karşısındaki kanala ve ikinci zamanlayıcıya (5) bağlanmış 5 numaralı elemanın ile 2 numaralı elemanın bağlandığı beşinci borunun (2.5) karşısındaki kanala doğrudan bağlandığını kabul edelim.

Altıncı kanala pompalanan/vakumlanan akışkan birinci zamanlayıcıya (4) bağlanmış 4 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı altıncı borunun (1.6) karşısındaki kanala ve ikinci zamanlayıcının (5) bağlanmış ikinci zamanlayıcı (5) ile 2 numaralı elemanın bağlandığı altıncı borunun (2.6) karşısındaki kanala doğrudan bağlandığını kabul edelim.

Yedinci kanala pompalanan/vakumlanan akışkan birinci zamanlayıcının (4) bağlanmış 4 numaralı eleman ile 1 numaralı elemanın bağlandığı yedinci borunun (1.7) karşısındaki kanala ve 5 numaralı zamanlayıcıya bağlanmış 5 numaralı eleman ile 2 numaralı elemanın bağlandığı yedinci borunun (2.7) karşısındaki kanala doğrudan bağlandığını kabul edelim.

Sekizinci kanala pompalanan/vakumlanan akışkan 4 numaralı zamanlayıcıya bağlanmış 4 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı sekizinci boru (1.8) borunun karşısındaki kanala ve ikinci zamanlayıcı (5) bağlanmış 5 numaralı eleman ile 2 numaralı elemanın bağlandığı sekizinci boru (2.8) karşısındaki kanala doğrudan bağlandığını kabul edelim.

Böylelikle sekiz farklı akışkan kanalı ile bağlantıyı belirlemiş olduk. Şimdi bu kanallara yapılacak akışın planının tablosunu çizelim.

Akış kanalı / zaman	Birinci hareket, 0-t	İkinci Hareket, t-2t	Üçüncü Hareket, 2t-5t	Dördüncü Hareket, 5t-5,5t	Beşinci Hareket, 5,5t-7t	Altıncı Hareket, 7t-8t	Yedinci Hareket, 8t-15t	Sekizinci Hareket, 15t-30t
Birinci kanal	2V	-V	2V	0V	2V	-4V	3V	-V
İkinci kanal	5V	-2V	5V	0V	5V	-7V	-2V	3V
Üçüncü kanal	0V	0V	V	0V	V	-V	V	2,5V
Dördüncü kanal	4V	-V	V	0V	V	-3V	V	0V
Beşinci kanal	-4,5V	3V	3V	0V	3V	-4V	3V	2V
Altıncı kanal	V	V	2V	0V	2V	V	5V	0V
Yedinci kanal	V	3V	0V	3V	-2,5V	2V	2,5V	-5V
Sekizinci kanal	1,5V	5V	0V	5V	-12V	1,5V	2V	1,5V

Tabloyu okuyacak olursak, 0-t zaman aralığında birinci kanala 2V akışkan pompalanmıştır. Bu şekilde bir hareket planı oluşturulmuştur. Sistemin bu hareket planı doğrultusunda hareket işlemini nasıl gerçekleştireceğini anlatmadan önce belirtmem gerekir ki bu hareket planı ne kadar belirlenmiş olsa bile olası durumlarda değiştirilmesi için sistem buna göre düzenleme yapabilir (ileride bunun için bir acil durum değişimi diye bahsedeceğim. Demek istediğim şey sistem değişen hareket planına göre bir çalışma gösterebilir ki sürekli olarak sisteme hareket adımı eklenerek bunlar uygulanır. Bu uygulama bilgisi alınsa bile sistem direk bunu uygulamaya sokmaz. Bir hareket planını uygularken ikincisine hazırlık yapar. Böylece üçüncü hareket planındaki değişim sistemin çalışmasına doğrudan etki etmez. Ancak ikinci hareket adımındaki bir değişime doğrudan müdahale gerekir ki az önce söylediğim acil durum değişimi ile halledilebilir.

Şekil 1’de bulunan Çok Kanallı Akış Pompası bahsi geçen bu adımları gerçekleştirmek için çalıştıracağız.

Sistem çalışmak için komutu aldıktan sonra bahsi geçecek adımlar takibinde hareketleri izleyeceğiz ve bu adımlar sırasında bazı not bilgileri vereceğim. Ayrıca gerçekleşme ihtimali olacak bir sorun dahil edip bunlarla nasıl baş ettiğinden de bahsedeceğim. Bahsi geçecek sorunlardan çok daha fazlası olabilir. Bu sistem geliştirilme seçeneği çok olan bir sistem olduğundan dolayı gelecek teknolojilere ümit vadediyor.

ADIMLAR;

0. Adım: Yapı içerisindeki tüm elemanlar hareketsizdir. Zamanlayıcılar Başlangıç zamanına gelir. Bir zamanlayıcının Şekil 7’deki pozisyonda olması demek ilgili Pompalayıcının debi ayarı yapmasına olanak verir. Birinci Hareket için kanallara yapılacak pompalama için Pompalayıcıların debi ayarının yapılması için Yön klapesi (3) 3 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı birinci boru (3.11) numaralı kanal ile eşleşir Bu eşleşme ile yön klapesi (3) ile birlikte çalışan hidrolik pompadan akan akışkan birinci eleman (1) birinci değişken debilinin debisini kontrol etmek için hidrolik pistonu ilgili konuma getirir. 0-t zamanı aralığında değişken debililerin kaç tur devir yapılacağına göre debi ayarını yapar. Bahsetmek isterim ki bahsi geçen Birinci hareket, ikinci hareket gibi hareketler farklı zaman aralıklarında gerçekleşir ve sistem bu hareketler için motorların uygun devrini belirleyerek ona göre devir yapar. Mesela 0-t aralığı boyunca, 1 numaralı pompalayıcının değişken debilileri dört tur dönecektir, gibi bir karar alabilir. Bu karar sistemdeki pompalayıcının dayanımı veya motorun gücüne göre değişen bir durumdur. Yön klapesi (3) 3 numaralı elemanın ile 1 numaralı elemanın bağlandığı birinci boru (3.11) numaralı kanal ile eşleştikten sonra Yön klapesi (3) üzerinde bulunan 15 numaralı parçanın g1 numaralı kanaldan giriş ve çıkış yapması için (j1) kanalından akışkan pompalanır ve birinci değişken debili 0-t zaman aralığında dört tur içerisinde 2V hacim pompalayabileceği pozisyona gelir. Sırası ile birinci değişken debili, ikinci değişken debili, ... sekizinci değişken debili ilgili akışı yapması için pompa debi ayarını tamamlar. Yön klapesi (3) bu sekiz değişken debili su pompasının ayarını yaptıktan sonra Pompalayıcıyı birinci hareketi gerçekleştirmek

üzere hazırlamış olur. Ve artık Yön klapesi (3) İkinci hareket için ikinci eleman (2) hazırlayabilir. Dikkat edilirse ikinci elemanın (2) debi ayarı yapılması için Yön klapesi (3) birinci elemanın (1)pompa yapmaya hazırlamış olmalıdır. Kimi durumlarda birinci eleman (1) ve ikinci eleman (2) Pompalayıcıları aynı anda debi ayarının yapılması gerekebilir. Bazı durumlarda ise sadece bir Pompalayıcının debi ayarı yapabilmesi için birden fazla Yön klapesine (3) ihtiyaç duyulabilir. Bunun temel sebebi Ara zamana daha hızlı hazırlanmak içindir. Bunun için uygun sayıda Yön klapesi (3) sisteme montajlanabilir.

1. Adım: Zamanlayıcı Birinci zamana geçiş yapar ve artık birinci zamanlayıcı (4) Şekil 6'daki pozisyondadır. Bir zamanlayıcının Şekil 6'daki pozisyonda olması demek ilgili Pompalayıcın pompa yapması ile kanallara akış yapmasına olanak verir. Birinci eleman (1) Birinci hareketini gerçekleştirmek üzere 0-t aralığı boyunca belirlemiş olduğu devri yapar. Bu zaman boyunca ikinci eleman (2) sabit durmaz. Çünkü 5 numaralı Zamanlayıcı debi ayarı yapması için uygun pozisyondadır ve birinci hareket gerçekleşirken ikinci Pompalayıcı devir yapmaz ama debi ayarı yapar. Sekiz tane değişken debili ikinci hareketin pompa yapması için uygun debi ayarı Yön klapesi (3) ile belirlenir. Yani Yön klapesi (3) 2 numaralı Pompalayıcının debi ayarını yapar. Ve 0-t aralığı boyunca bu debi ayarını tamamladıktan sonra Zamanlayıcılar Ara zaman pozisyonuna gelirler. Ara zamana giriş yapılması demek iki Pompalayıcının debi ayarının yapılmadığı ve pompalamaya uygun olduğu zamandır. Yani sistem eğer İkinci hareketi yapmak için hazırsa hemen bu harekete başlayabilir. Şu anda birinci hareketi yapmaktayız ve sistem ikinci harekete hazırdır. Ancak ikinci hareket başlamadı.

2. Adım: Sistemin 0-t aralığındaki zamanın sonunda olduğu anlık durumda birinci eleman (1) durduğu gibi ikinci eleman (2) pompa yapmak üzere harekete geçer. Ve ikinci hareket başlar. t-2t zaman aralığındayız ve bu zaman aralığında ikinci eleman (2) pompa yaparken birinci eleman (1) pompa yapamaz. Çünkü birinci zamanlayıcı (4) debi ayarı için hazır değildir. Bunun için Zamanlayıcılar İkinci zamana giriş yapar. Böylece birinci eleman (1) debi ayarı yapabilecektir. Yön klapesi (3) gerekli debi ayarını yapar ve bu işlem tamamlandıktan sonra Zamanlayıcılar Ara geçiş yapabilir. Ara zamana geçiş yapılması ile sistem Üçüncü harekete başlayabilir.

Sistemin çalışması şimdilik oldukça anlaşılır olmuştur. Bir pompalayıcı bir hareketi gerçekleştirmek üzere aktifken diğer hareket için ikinci eleman (2) devreye girer.

Böylece sistem bu şekilde çalışabilir.

Bu pompalayıcılar sistemin ihtiyacına göre üç tane veya çok daha fazla sayıda kullanılabileceği gibi tek bir tane de kullanılabilir. Tek bir tane kullanılmasının bir dezavantajı olduğu için bunu birinci uygulamaya dahil etmeyip farklı bir uygulama olarak ileride söz edeceğim.

3. Adım: Sistem İkinci hareketini ikinci elemanın (2) durması ile tamamalar ve birinci eleman (1) anlık olarak üçüncü hareketi yapmak üzere harekete geçer. Üçüncü hareketin yapıldığı zamanda Zamanlayıcı Dördüncü hareket için hazırlık yapmak üzere Birinci zamana giriş yapmalıdır. Ancak bu sistemde dikkat edildiği üzere Dördüncü harekette bir pompa işlemi yapılmamaktadır. Bunun için sistem Beşinci hareketin yapması için ikinci eleman (2) hazırlamalıdır. Ancak burada da özel bir durum vardır. Çünkü Üçüncü harekette yapılan debi hareketinin aynısı bu harekette mevcuttur. Dolayısı ile sistem doğrudan birinci elemanın (1) bu hareket için hazır olduğunu belirleyip Altıncı harekete hazırlık yapmak üzere Birinci zaman dilimine giriş yapar. Yön klapesi (3) aracılığıyla Altıncı hareket için uygun hareketi geçekleştirmek üzere debi ayarını yapar. Bu ayar yapıldıktan sonra Ara zamana giriş yapılması beklenebilir. Ancak bahsi geçen bu özel durumdan dolayı sistem kanallardan gelen basınçtan etkilenmemek için (Pompalayıcıların servo motorlarını zorlamamak için) Ara zaman giriş yapmak yerine Başlangıç zamanına giriş yapacaktır. Ama Üçüncü hareketi tamamlamadan Başlangıç zamanına girmek doğru olmaz. Önce birinci elemanın (1) Üçüncü hareketini tamamlaması gerekir.

4. Adım: Sistem Üçüncü hareketini tamamlamasının ardından Zamanlayıcılar Başlangıç zamanına giriş yapar. Aslında bu zamana giriş yapmak sadece Dördüncü hareket boyunda Pompalayıcı üzerindeki baskıyı azaltmak içindir. Dördüncü harekete giriş yaptık ve bu zamanın sonlarına doğru birinci eleman (1) Beşinci harekete geçmek üzere hazır olmalıdır. Bu yüzden Zamanlayıcılar Birinci Zamana

giriş yapabilir. Eğer Altıncı zamana giriş yapmak üzere ikinci eleman (2) debi ayarını tamamlamış ve hazır ise Ara zaman da giriş yapabilir. Ancak belirtmek gerekir ki sistem Ara zamana girdiğinde Pompalayıcılarda bir baskı oluşacak ise bu Ara zamana geçmek için bulunduğu hareketin sonlarına yakın ve bu hareket bitmeden Ara zamana geçebileceği bir zamanda Ara zamana giriş yapması çok daha verimli olacaktır. Şimdi Dördüncü zamanın sonlarına yakınız ve Birinci zamana giriş yaptık.

5. Adım: Beşinci Hareketi yapmak üzere birinci eleman (1) pompa yapmak üzere harekete geçebilir. Ancak dikkat edilmesi gereken bir durum vardır. Üçüncü harekete ne kadar benzese bile Üçüncü zaman diliminde 2t-5t zaman aralığında bu debi elde edildi. Yani aynı debi ayarı ile aynı devri yaparak pompa yapılması demek farklı miktarda debi yapmasına neden olur. Bu yüzden sistem oransal olarak ne kadar debi yaptığını belirlemelidir. Böylece bu tür kararları aynı oranlarda debi yapacağında oransal hazırlık yapabilir. Bu oransallık olayını anlamak için Üçüncü Zaman diliminde değişken debililerin altı tur dödüğünü düşünelim. Yani 2t-3t zamanı aralığında toplamda iki tur devir yapmıştır. t süresince iki tur yapan bu hareketinde Beşinci zaman diliminde t süresince iki tur yapacak olursa eğer Beşinci harekette yapılması gereken pompanın yarısı yapılmış olur. Çünkü Beşinci zaman Üçüncü zamanın yarısı kadar sürmektedir. Dolayısı ile Beşinci zamanda değişken debililerin altı turunu 1,5t sürede tamamlaması gerekir. Yani dakikada yaptığı devir sayısı iki katına çıkacaktır. Buna benzer olarak Beşinci zaman dilimi Üçüncü zaman dilimindeki debinin katları şeklinde bir debi yapılacak olsaydı eğer, Pompalayacının yapacağı devir sayısını kontrol ederek bunu yapabilirdi. Birinci zamanda olduğumuz için Altıncı harekete hazırlık devam edilebilir. Dikkat edilirse Altıncı harekete hazırlık devam edilebilir diyorum. Yani sistemde ani olarak bir karar değişikliği için hazır durumdayız. Altıncı harekette bir kanala gidecek debi miktarı değiştirilecek olursa eğer, bu zaman aralığında hızlıca debi ayarını Yön klapesi (3) ile kontrol etmek gerekir. Ancak Beşinci hareketin sonlarına yakın Ara zamana geçeceğimiz için Ara zamana giriş yapmadan bu debi ayarını tamamlamalıdır. Çünkü bu sistem ani karar değişikliklerine uyum sağlayabilmek için debi ayarını yapabilecek zamanı bulabilmelidir. Tüm kanallara gidecek debi miktarının değişmesi ise gerçekleştireceği debi ayarını tamamlamadan yani Ara zamana girmeden başlaması pek olası değildir. Bu sistemi zorlar. Kısacası sistemin Ara zamana

girmeden alınmış kararlar düzenlenebilir. Ancak Ara zamana girmiş olmak demek artık diğer harekete geçilmesi gerektiğidir. Diyelim ki Ara zamana girmeden alınan karalara hızlı uyum sağlamak içinse daha önceden bahsettiğim gibi Ara zamana girişi hızlandırmak için sistemde daha çok Yön klapesi (3) kullanmalıyız. Kimi durumlarda sistemin kontrol ettiği kanla sayısı sekiz değil sekseni aşkın olabilmektedir. Bu tür durumlarda yön klapesinin (3) etkisi daha çok dikkate değerdir. Çünkü debi ayarı yapmak için sekseni aşkın hidrolik piston mevcut olur.
Beşinci Hareketin sonlarına doğru Ara zamana giriş yaparız.

6. Adım: Beşinci hareketin tamamlanması ile birinci eleman (1) durur ve ikini eleman (2) Altıncı hareketi yapmak için harekete geçer. Zamanlayıcılar İkinci zamana giriş yapar. Bu zamanda Yedinci hareketi gerçekleştirmek üzere Yön klapesi (3) birinci elemanın (1) yani Pompalayıcının debi ayarını yapar. Altıncı hareketin sonlarına doğru sistem Ara zamana giriş yapar.

7. Adım: Altıncı hareketin tamamlanması ile ikinci eleman (2) durur ve birinci eleman (1) Yedinci hareketi yapmak için harekete geçer. Zamanlayıcılar Birinci zamana giriş yapar. Bu zamanda Sekizinci hareketi gerçekleştirmek üzere Yön klapesi (3) ikinci eleman (2) debi ayarını yapar. Yedinci hareketin sonlarına doğru sistem Ara zamana giriş yapar.

8. Adım: Yedinci hareketin tamamlanması ile birinci eleman (1) durur ve ikinci eleman (2) Sekizinci hareketi yapmak için harekete geçer. Zamanlayıcılar İkinci zamana giriş yapar. Bu zamanda Dokuzuncu hareketi gerçekleştirmek üzere Yön klapesi (3) birinci eleman (1) debi ayarını yapar. Sekizinci hareketin sonlarına doğru sistem Ara zamana giriş yapar.
Şekilinde devam edecektir. Bütün hareketler tamamlandıktan sonra Zamanlayıcılar Başlangıç zamanına girebilir. 6, 7 ve 8. Adıma bakılacak olursa artık bu örüntüde sistem devam edebilir.

Sistemin akış işlemlerini nasıl yaptığını bu uygulama ile anlaşıldığını düşünüyorum. Bu sistemin neden büyük öneme sahip olduğunu açıklayalım.

Sistemde 2 Pompalayıcı vardır ve bu Pompalayıcıların üzerinde bulunan değişken debili sayısını arttırarak kontrol ettiğimiz kanal sayısını arttırabiliriz ve bu sayının yaklaşık seksen tane olduğunu varsayalım.

Seksen tane kanala giden akışkanın kontrolünü;
2 Pompalayıcı, her iki pompalayıcının değişken debili su pompalarını çalıştıran dişliyi (10) tahrik etmek üzere iki sabit devirli motor veya iki servo motor 1 Yön klapesi (3), bir tanesi hidrolik pompa bir tanesi de zamanlayıcının zaman ayarını yapan hareketli parçayı (11) tahrik etmek üzere toplam 2 servo motor 2 Zamanlayıcı, her iki zamanlayıcının zaman ayarını yapan hareketli parçayı (11) tahrik etmek üzere toplam 2 servo motor bulunmaktadır.

Dikkat edilirse seksen tane kanala yapılan akış kontrolünü altı tane servo motor ile sağlamaktadır. Bu son derece önemli olmakla birlikte bu servo motorlarda yalnızca Pompalayıcılarda kullanılan servo motorların büyük bir güce sahip olması önem taşır. Çünkü pompalayıcının çok fazla kanala debi yapmasına rağmen bu kanallara gidecek akışkanı pompalamak için değişken debililere uygulaması gereken kuvveti dağıtmaktadır. Böylece etkili bir güç dağılımı oluşur. Bu yüzden sadece pompalayıcılarda kullanılacak olan iki servo motorun güçlü olması ile sistemde birçok servo motor kullanmak yerine çok az sayıda servo motor ile kontrol sağlanabilir. Pompalayıcıyı oldukça yer kaplamaktadır. Ancak minyatür bir şekilde tasarlanabilir.

Birinci uygulamayı anlatmış olduk. Ayrıca belirtmekte fayda var, pompalayıcı sayısı bir veya çok daha fazla sayıda olabilir. Şekil 1’deki sistemin farklı varyasyonlarından bahsedelim. Sistemin farklı varyoslarda kullanılmasının sebebi farklı sistemlerde ihtiyaç duyulan akış işlemlerindeki gecikmelerle ilgilidir.

İkinci uygulamada Şekil 1’deki sistemden farklı olarak sadece Yön klapesi (3) ile birlikte kullanılacak hidrolik pistonlar yerine her bir değişken debiliyi kontol etmek için bir servo motor kullanılabilir. Böylece pompalayıcılar üzerinde hidrolik pistonlar yerine küçük servo motorlar kullanılacaktır. Sistem Ara zamana geçmeden önce sadece bu servo motorların ilgili değişken debili su pompasının ayarını yapması

yeterlidir. Bu sistem Ara zamana çok hızlı bir şekilde ulaşabilir. Ancak sistemde akış kontrolünün yapıldığı kanal sayısının iki katından fazla servo motor kontrolü yapılması zorlayıcı bir durumdur.

Üçüncü uygulamada Şekil 3'teki pompalayıcının akışı kontrol etmek içindir. Pompalayıcı üzerindeki hidrolik pistonlar yerine servo motor kullanılabilir. Ancak bu durumda akış kontrolünü yapmak biraz zordur ama imkânsız değildir. Kabul edilebilir hatalar ile pompa yapılabilir.

Dördüncü uygulama Şekil 1'deki sistemde bulunan pompalayıcı ve zamanlayıcının sayısını bire düşürülmesi ile oluşturulmuştur. Böylece sistem ara zamana yani pompa yapmaya hazır olduğu zamana kadar pompa yapmayacak ve beklemede olacaktır. Bu ne kadar yetersiz gibi görünse de bazı iş makinelerinde gecikme kabul edilebilir bir durum olabilir. Yani Birinci hareketten İkinci harekete geçmek için sistemin pompalamaya hazırlanması için Yön klapelerinin pompalayıcı debisini düzenlemesi beklenebilir. Böylece sistemde daha az sayıda eleman kullanılarak aynı işi gecikmeleri kabul ederek yapabiliriz.

Çok Kanallı Akış Kontrol Pompası ve Robotik Sistemlerdeki Önemi

Çok Kanallı Akış Kontrol Pompası ile ilgili genel anlamda, kanallardaki akış kontrolünü sağlayabileceğimizi ifade ettik. Bu kontrolün robotik sistemler açısından ne denli kritik olduğu ise detaylı açıklama gerektiren bir konudur. Özellikle insan benzeri robotlarda bu sistem kullanıldığında, hidrolik temelli çok kanallı kontrol mekanizması robotun genel performansını ve verimliliğini çarpıcı biçimde artırmaktadır.

Eğer bu sistem bir insan robot üzerinde uygulanacak olursa, eklem hareketlerini sağlamak amacıyla kullanılacak çok kanallı akış kontrol pompası minyatürleştirilerek yerleştirilmelidir. Minyatür hidrolikler sistemler, düşük boyut ve ağırlığa sahip olmalarının yanı sıra yüksek çıkış yoğunluğu sunar, darbe dayanımı yüksektir, yüksek sıcaklık koşullarına karşı çevresel direnç gösterir ve kayma sürtünmesini azaltır. Bu özellikler, minyatür hidrolikleri robot tasarımı ve makine yapımı için ideal hale getirmektedir. Sistem öyle bir şekilde yapılandırılmıştır ki,

hidrolik pistonların üzerinde herhangi bir sensör bulunmasına gerek kalmaz. Sadece akışkan taşıyan su boruları ile robotun hangi kol hareketini gerçekleştirdiği tespit edilebilir ve hangi hareketin yapılması isteniyorsa, sistem bunu yerine getirebilir. Bu da robotik sistemde işlemci üzerindeki yükü ciddi ölçüde azaltarak daha yalın ve hızlı bir kontrol mimarisi sunar.

Ayrıca, robotik kol üzerinde herhangi bir elektronik kabloya ihtiyaç duyulmaması, sistemin sadeleşmesini ve fiziksel dayanıklılığının artmasını sağlar. Robot içerisinde sadece altı adet servo motor kullanılması sayesinde hem iç yapıda önemli oranda boşluk kazanılır, hem de bu boşluk daha büyük ve güçlü servo motorların kullanımına olanak tanır. Bu motorlardan sadece iki tanesi sıvı akışını sağlamak için pompalama görevi üstlenirken, pompalardan elde edilen hidrolik güç çok kanallı bağlantı sistemi sayesinde tüm akış kanallarına dengeli bir şekilde dağıtılır. Bu durum, en küçük robotik kol yapısına dahi yüksek hidrolik basınç ile güçlü bir hareket imkânı sunar.

Geleneksel insansı robotlarda her eklem için ayrı motor, valf, sensör ve kablolama gerekirken; bu yeni sistemde merkezi bir pompa sistemi ile onlarca eklem sadece birkaç motorla kontrol edilebilmektedir. Örneğin, bu sistemle 80 ila 100 farklı akış kanalını yalnızca 6 servo motor yardımıyla yönetmek mümkündür. Bu yapı, robotun kablo yükünü büyük ölçüde azaltır, elektronik aksam arızalarını minimize eder ve genel ağırlığı düşürerek hareket kabiliyetini artırır.

Ayrıca, sistemin valfsiz hidrolik yapı (valveless DDH) prensibiyle çalışması sayesinde klasik valflerden kaynaklanan basınç ve enerji kayıpları ortadan kalkar. Yüksek doğrulukla sensörsüz pozisyon tahmini yapılabildiği gösterilmiştir. Böylece sistem hem enerji verimli hale gelir hem de bakım ihtiyacı düşer. Bu teknoloji, robotun dış müdahalelere ve çevresel zorluklara karşı dayanıklılığını artırırken aynı zamanda çok daha güçlü, çevik ve verimli bir performans sunmasını sağlar.

Sonuç olarak, Çok Kanallı Akış Kontrol Pompası yalnızca bir pompalama sistemi değil, aynı zamanda robotik sistemler için devrimsel bir akış kontrol platformudur. Bu sistemin kullanıldığı insan robotlar, geleneksel tasarımlara göre çok daha güçlü, güvenilir, kablo karmaşasından arındırılmış ve işlemci yükü bakımından optimize

edilmiş bir yapı sergiler. Bu sistem, mühendislik ve endüstriyel uygulamalarda yüksek potansiyel sunan, gelecek vadeden bir teknolojidir.

Buluşta birinci eleman (1) ve ikinci elemanlar (2) üzerinde yer alan hidrolik pistonların konum kontrolü için herhangi bir sensöre ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu pistonların hareketi, yön klapesine (3) bağlı hidrolik pompanın sıvıyı hassas şekilde pompalaması veya emmesi ile sağlanır. Böylece akışkan kanallarına gönderilen veya çekilen akışkanın etkisiyle pistonun pozisyonu belirlenir. Bu nedenle, piston üzerinde ayrıca bir konum sensörü bulunmasına gerek yoktur.

Bu yaklaşım, robotik sistemlerde akış kontrolü üzerinden sensörsüz hidrolik piston yönetimi sağlamakta ve mevcut robotik sistemlerde kullanılan sensörlü yöntemlere kıyasla önemli bir yenilik sunmaktadır.

Valveless DDH (Direct Drive Hydraulic Actuator) Prensibi

Valfsiz doğrudan tahrikli hidrolik aktüatör (Valveless DDH), klasik hidrolik sistemlerde yaygın olarak kullanılan yön kontrol valfleri ve akış kontrol valflerine ihtiyaç duymadan çalışır. Bu sistemde bir servo motor veya elektrik motoru, pompayı doğrudan tahrik eder. Akışkanın yönü ve basıncı tamamen motora verilen komutlarla kontrol edilir.

Bu yöntemin sağladığı avantajlar:

- Valf kaynaklı kayıp ve gecikmelerin ortadan kaldırılması,
- Daha az bileşen ile kompakt ve hafif tasarım,
- Yüksek enerji verimliliği,
- Daha hızlı dinamik yanıt,
- Yüksek hassasiyetli kontrol.

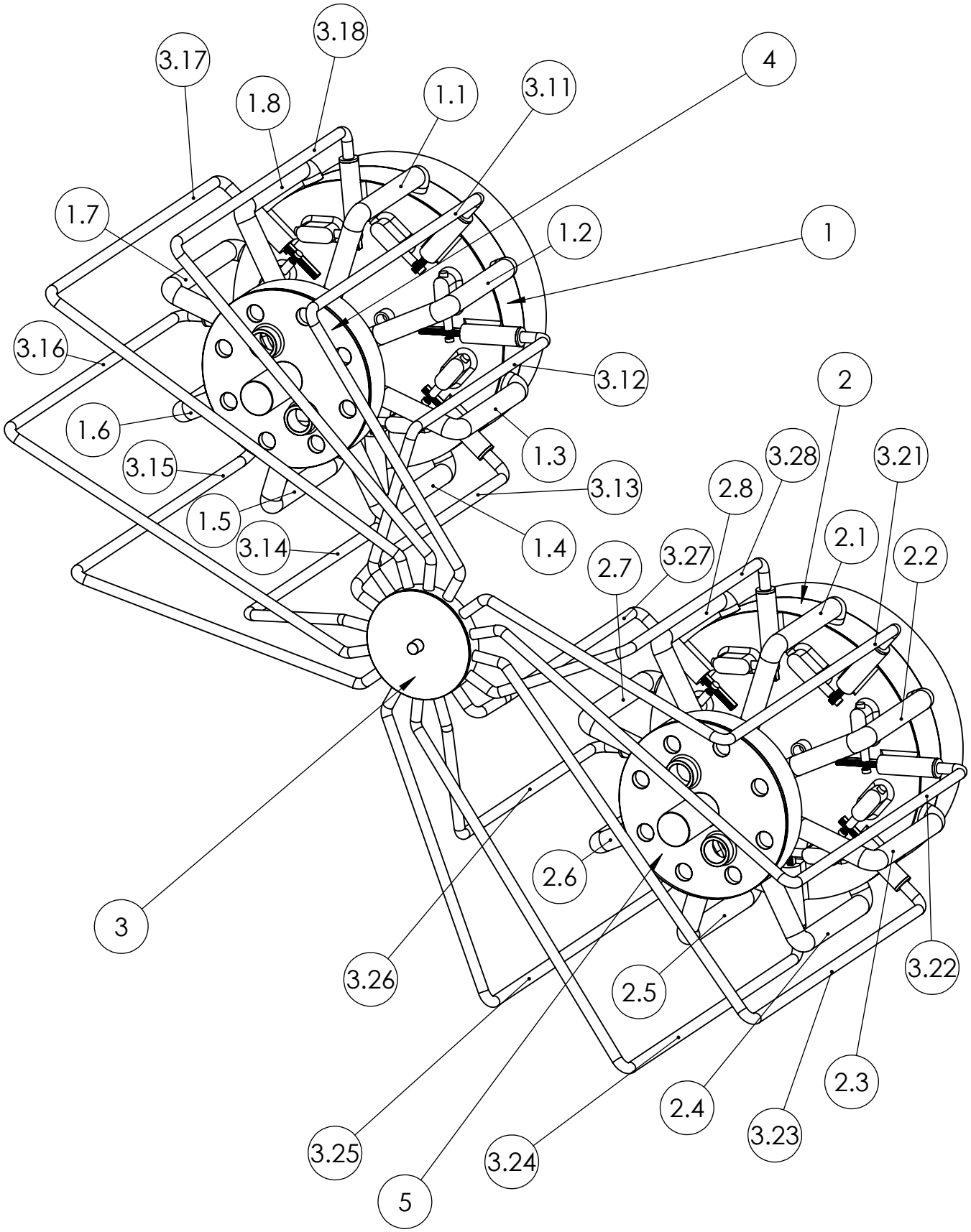
Sıfırlama (Referanslama) Mekanizması

Sistemde, akışkan kanallarında yaşanabilecek kaçaklar nedeniyle zamanla piston konumunda kaymalar meydana gelebilir. Bu durumda sıfırlama işlemi uygulanarak sistem yeniden referanslanır. Günümüzde kullanılan bu yöntem, uç konumlara dayanarak gerçekleştirilmektedir:

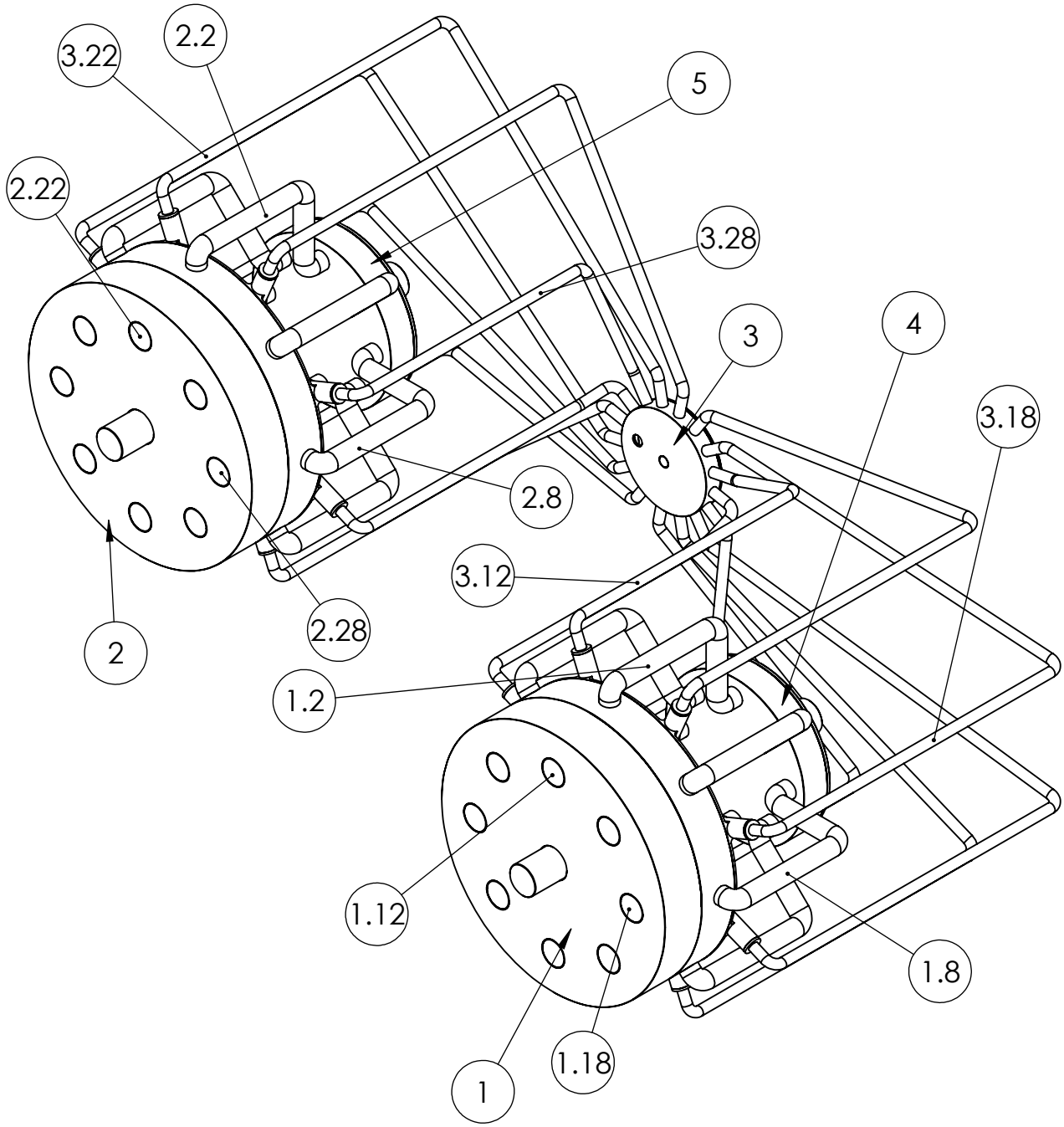
- Pompa belirli süre çalıştırılarak piston fiziksel sınırına (örneğin maksimum strok pozisyonuna) getirilir,
- Bu konum “referans konumu” (örn. 0 mm veya 100 mm) olarak kabul edilir,
- Sonraki hareketlerde motor pozisyonu veya akış miktarı üzerinden hesaplanan konum bilgisi kullanılarak izleme ve kontrol yapılır.

Vakum yapılıp piston tam tersi konumda sıfırında bulunarak konumu tespit edilebilir. Bu da mümkündür ama her sistemde uygulanamaz:

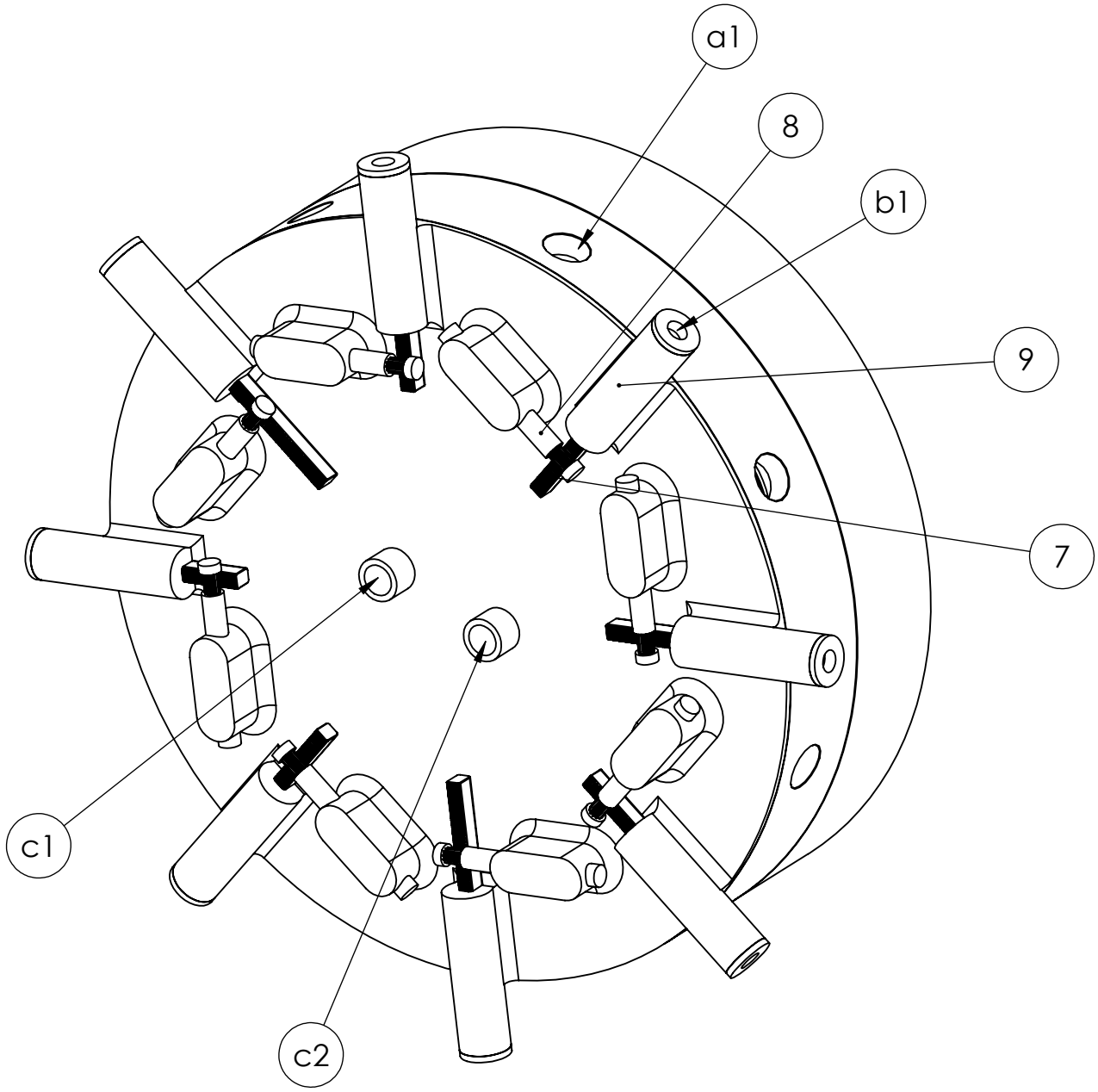
Pistonun geri çekilmesini sağlayan pompa ters yönde çalıştırılır.
Eğer çift etkili bir piston varsa, bu ters yönde sıvı boşaltarak sıfır konuma ulaşmak için kullanılabilir.


3.18
3.17
4
1.8
1.1
3.11
1.7
1.2
1
3.16
3.12
2
1.6
1.3
3.28
3.21
3.15
2.8
3.13
1.5
2.1
2.2
3.14
1.4
2.7
3.27
3
2.6
3.26
2.5
3.22
2.3
2.4
3.23
3.25
3.24
5

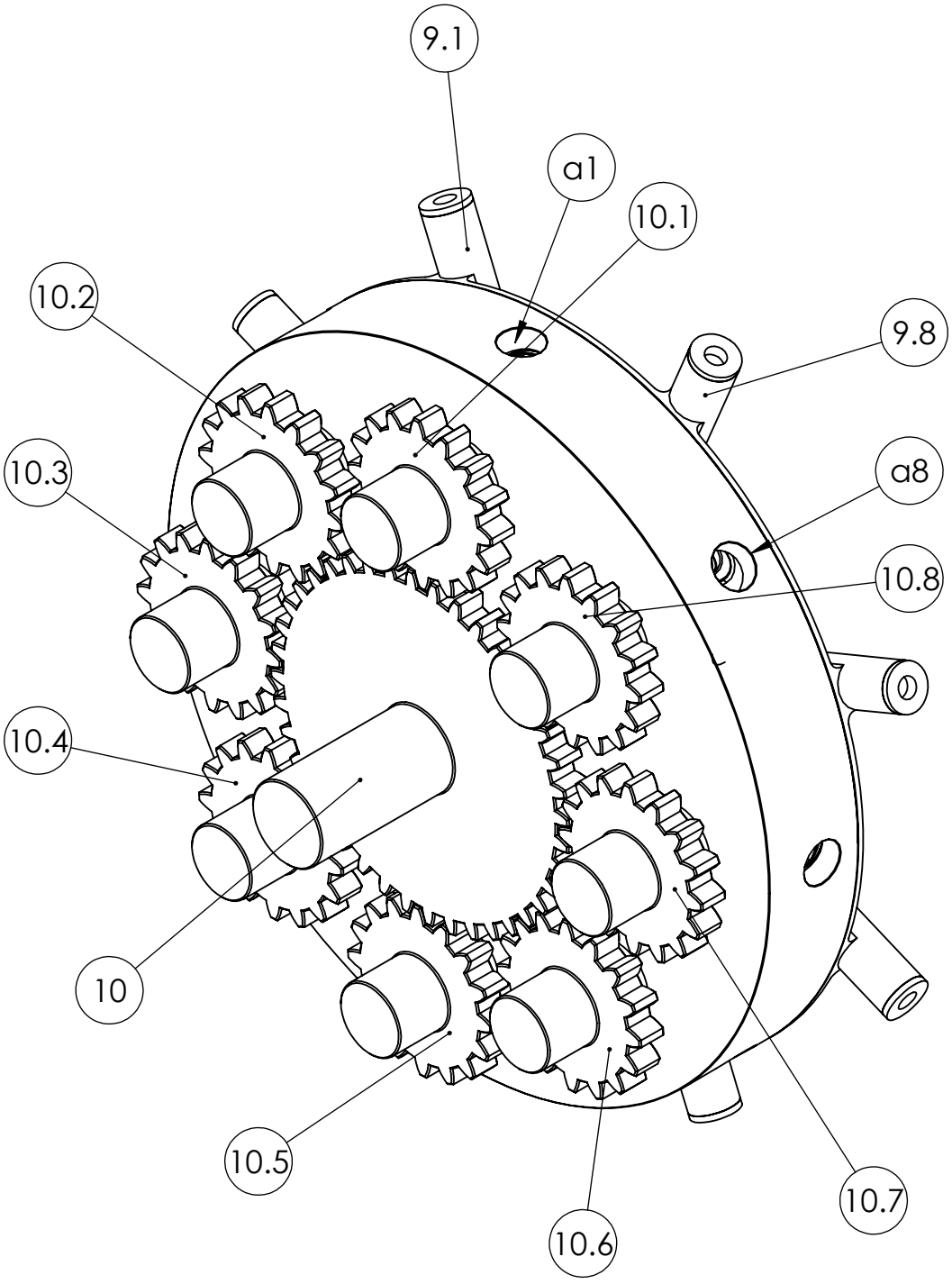
Şekil 1



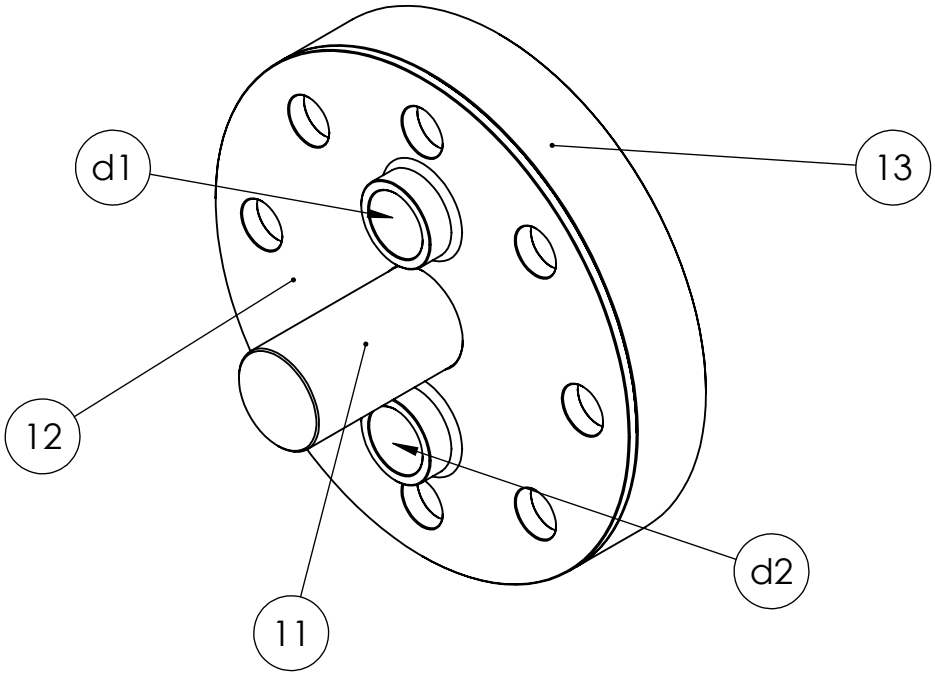
Şekil 2



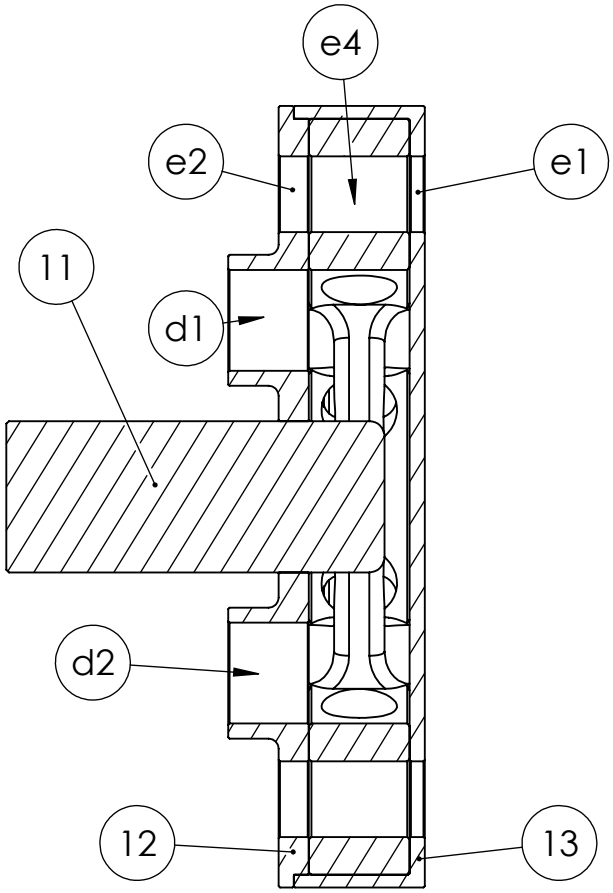
Şekil 3



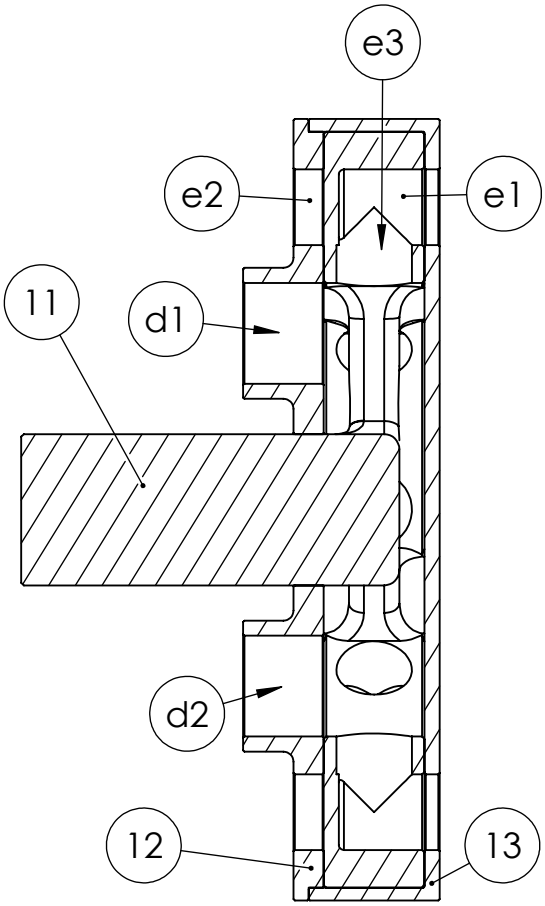
Şekil 4



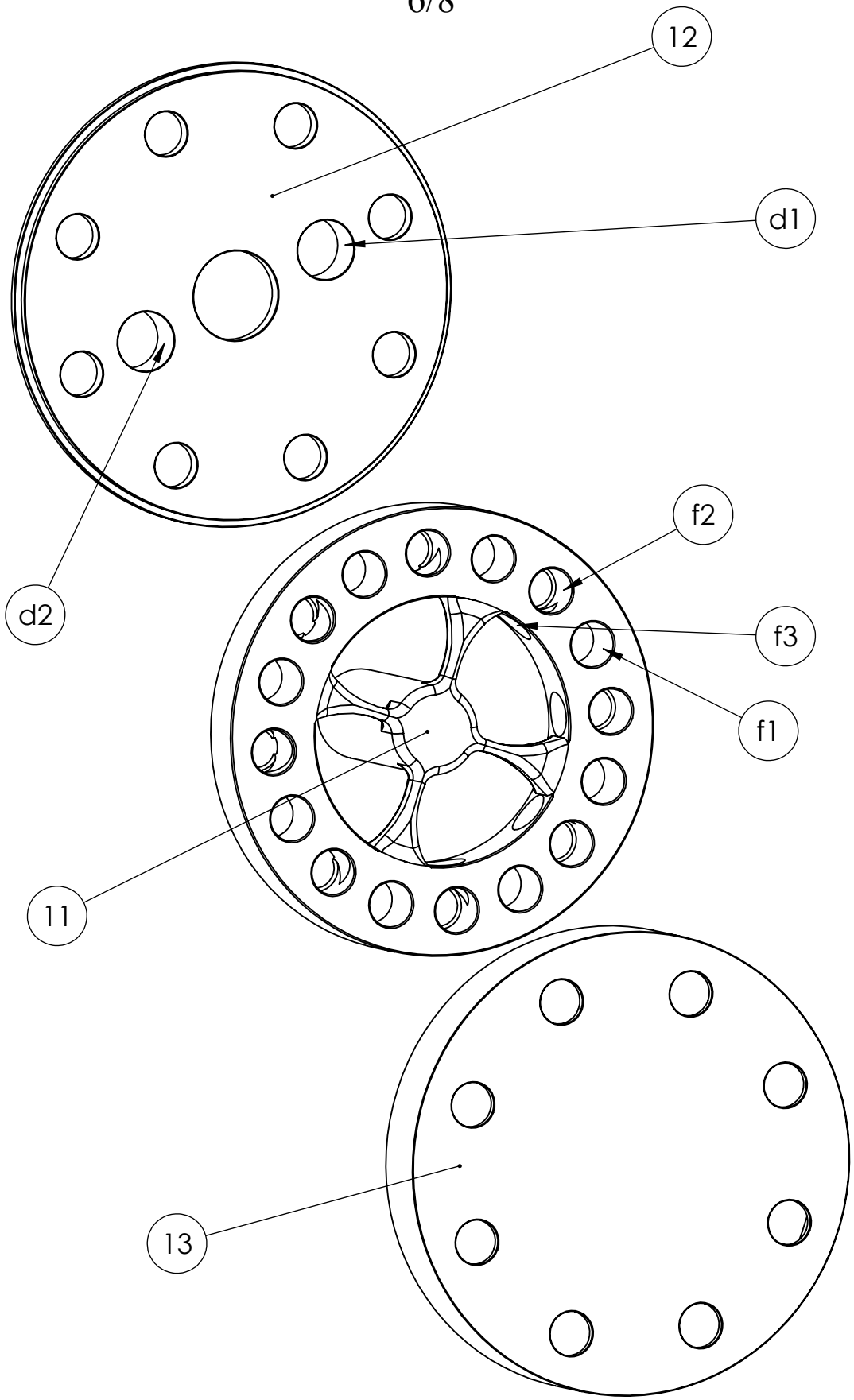
Şekil 5



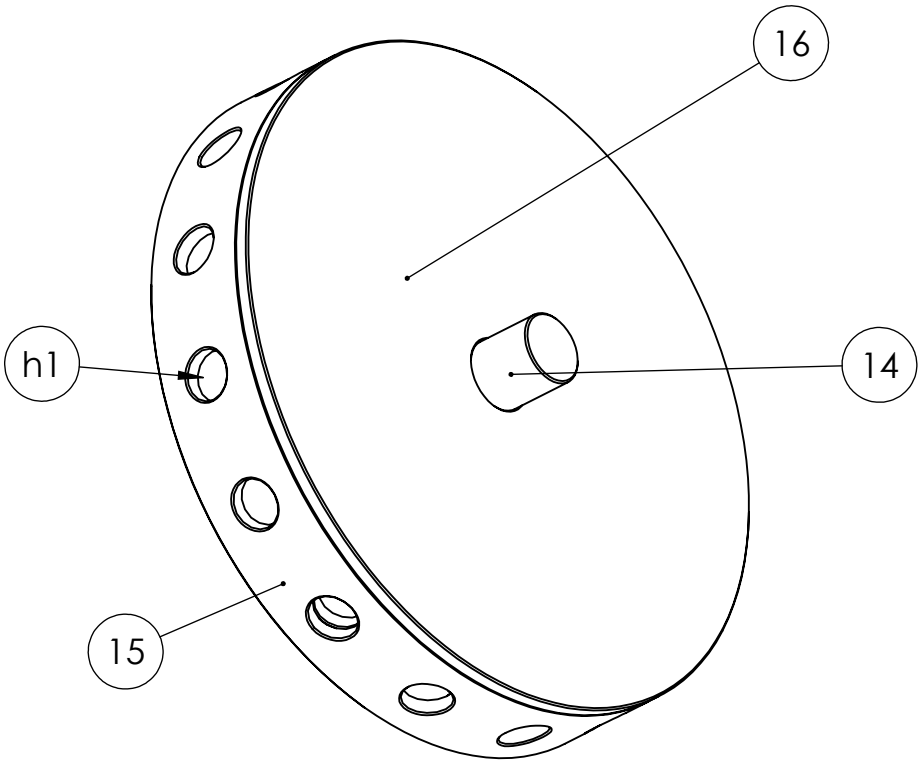
Şekil 6



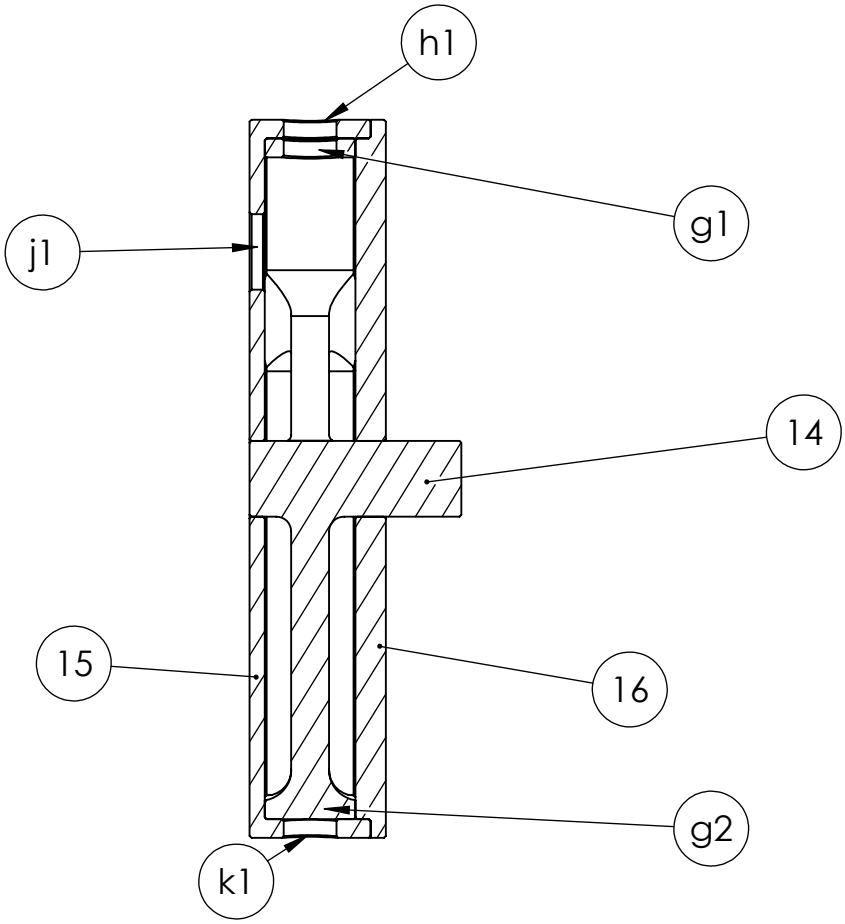
Şekil 7



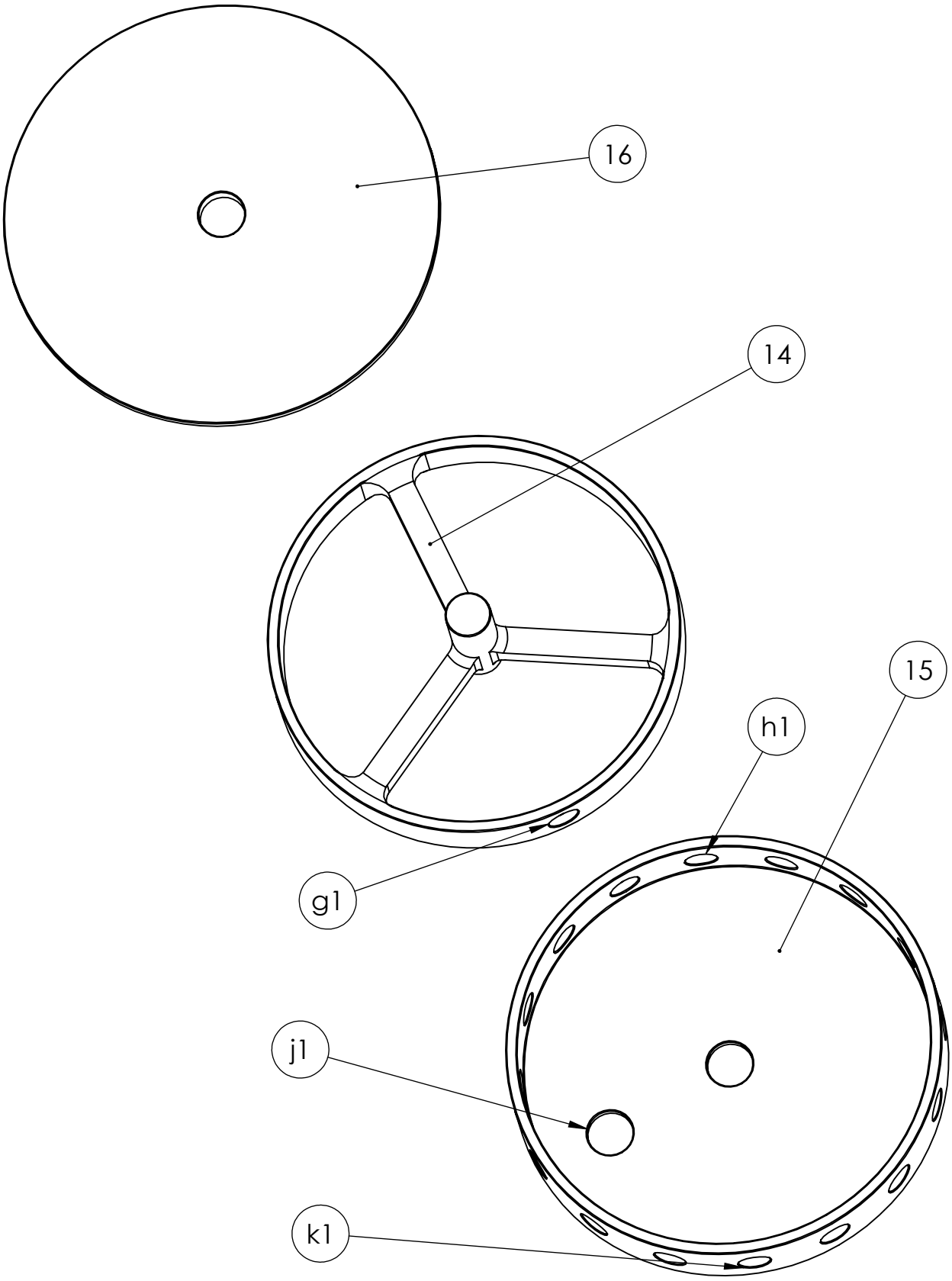
Şekil 8



Şekil 9



Şekil 10



Şekil 11