

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

29 168

T. 29168

**ENDÜSTRİYEL HİDROLİKTE KULLANILAN DEĞİŞKEN
DEPLASMANLI VE SABİT DEPLASMANLI POMPALARIN
ENERJİ TASARRUFU BAKIMINDAN KARŞILAŞTIRILMASI
VE SANAYİDEKİ UYGULAMALARI**

Mak. Müh. Ahmet Osman BOZ

**F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalında
hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Yrd.Doç. Dr. Recep ÖZTÜRK

**YÜKSEKÖĞRETİM
T.C. YÜKSEKÖĞRETİM
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

İSTANBUL, 1993

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ

HİDROLİĞİN TANIMI	01
HİDROLİĞİN UYGULAMA ALANLARI	01
HİDROLİĞİN MEKANİK ENERJİYE DÖNÜŞÜMÜ	02
POMPALARIN SINIFLANDIRILMASI	03
HİDROLİK POMPALAR VE GÖREVLERİ	04
POMPA LARDA HACİM OLUŞUMU	04-08
DİŞTAN DİŞLİ POMPALAR	
İÇTEN DİŞLİ POMPALAR	
VİDALI POMPALAR	
PALETLİ POMPALAR	
RADYAL PİSTONLU POMPALAR	
EKSENİL PİSTONLU POMPALAR	
PİSTONLU POMPALAR	C8
EĞİK DİSK PRENSİBİ	09-10
DEĞİŞKEN DEPLASMANLI POMPALAR	11-16-
ÇALIŞMA PRENSİBİ	
DEBİ REGÜLASYONU	
BASINÇ REGÜLASYONU	
BASINÇ VE DEBİ REGÜLASYONU	
EP-ORANSAL SELENOİDLİ ELEKTRİK KONTROL	
HD-BASINCA BAĞIMLI KONTROL	
HW HİDROLİK MANUEL SERVO KONTROL	-17 18
DEĞİŞKEN DEPLASMANLI POMPALAR	
DEĞİŞKEN DEBİLİ EĞİK DİSK PRENSİPLİ POMPALAR	19
İÇTEN DİŞLİ POMPALAR	20-
DİŞTAN DİŞLİ POMPALAR	-21
PALETLİ POMPALAR	22- 23
HİDROLİK DEVRE ÇEŞİTLERİ	
AÇIK DEVRE	
KAPALI DEVRE	24 31
POMPA LARDA REGÜLASYON TİPLERİ	
DFR REGÜLASYONU	
DFLR REGÜLASYONU	32
POMPA LARDA ENERJİ KAYIPLARI VE YAĞ ISINMASI	33
E-ELEKTRİK KONTROLLÜ DEBİ REGÜLASYONU	34
ELEKTRONİK OLARAK ORANSAL DEBİ AYARI	
POMPA SEÇİMİNDE GÖZ ÖNÜNDE BULUNDURULMASI GEREKEN	35
AKTÖRLER	36
ENDÜSTRİYEL UYGULAMALARDAN ÖRNEKLER	-36
DEBİ - BASINÇ BLOĞU	37-38
NETON MİKSERİ	39-40
NETON POMPA S I	

VİNÇ UYGULAMALARI	41 40
EKSAVATÖRLER	42
KAMYONLAR	44
PALETLİ ARAÇLAR	45-46
EKSTRÜZYON PRESLERİ	48
SABİT ZİMBALİ ARKADAN YÜKLEMELİ 1500 TONLUK	
EKSTRÜZYON PRESİNİN GENEL ÇALIŞMA PRENSİBİ	49 50
1500 TONLUK EKSTRÜZYON PRESİNİN PRENSİP OLARAK	
HESAPLANIP VALF BÜYÜKLÜKLERİNİN SEÇİMİ	51 54
GENEL OLARAK HİDROLİK BİR PRESİN HİDROLİK DEVRE	
ŞEMASININ PROJELENDİRİLMESİ	55 56



ÖZET

Hidrolik sistem pompaları ,tahrik biriminden aldığı mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye dönüştüren hidrostatik ünitelerdir.Hidrolik pompalar sabit deplasmanlı ve değişken deplasmanlı olarak ikiye ayrılırlar.Sabit deplasmanlı pompalar daimi olarak sabit debi ile sistemi beslerler, değişken deplasmanlı pompalar ise sisteme o anda gerekli olan debiyi basarlar.

Bu tezin konusu değişken deplasmanlı pompa tekniği, değişken deplasmanlı pompaların sabit deplasmanlılara göre avantajları, değişik regülasyon tipleri ve bu tip pompaların değişik endüstri kollarındaki uygulamaları oluşturmaktadır.

SUMMARY

Hydraulic system pumps are the hydrostatic units which are inverted mechanic energy to hydraulic energy .

Hydraulic pumps can be classified into two groups; fixed displacement and variable displacement pumps. Fixed pumps always boost the systems with constant flow and variable pumps boost the system with the sufficient flow which the system need at that time.

The subject of the thesis is; variable pumps technology , variable pumps advantages different kinds of regulation types and application areas of variable pumps in the different branches of industrie.

HİDROLİK

TANIM

Hidrolik eski Yunanca 'Hydor (water)' kelimelerinden gelmiştir. Bu kelime su ile ilgili bütün olayları kapsar. Bugün bizim anladığımız Hidrolik sıvı sayesinde moment, güç kontrolü ve iletim alanlarını kapsar. Sıvı bu yüzden enerji iletiminde geniş kapsamlı olarak kullanılmaya başlanmıştır.

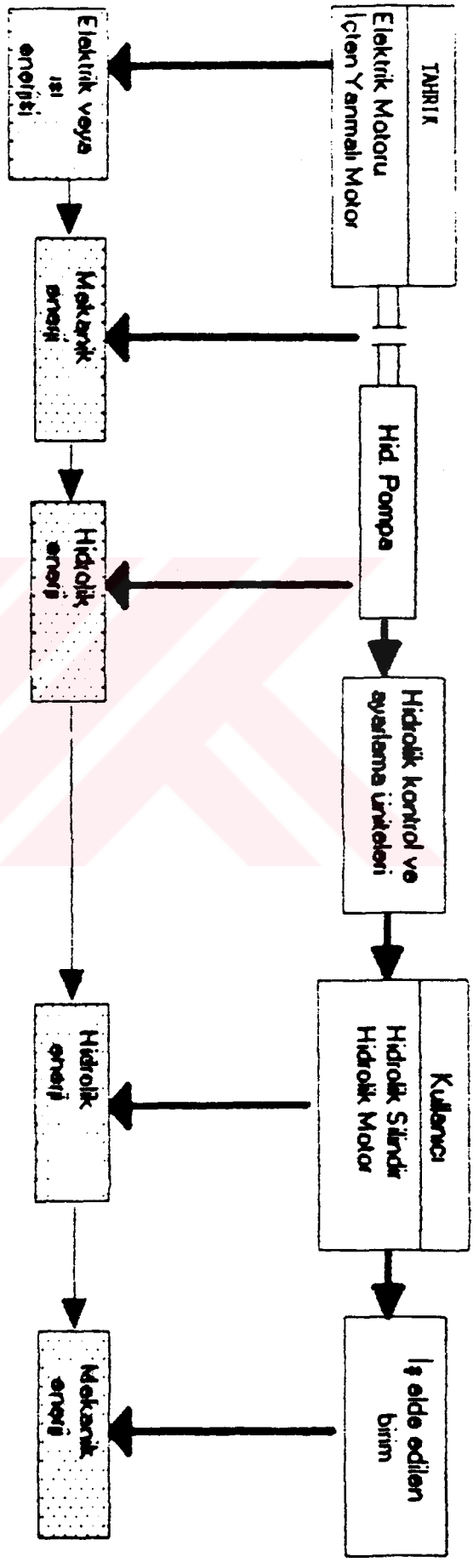
Enerjinin dönüşümü bir hidrolik ünite içinde prensip olarak şekil 1'de olduğu gibidir.

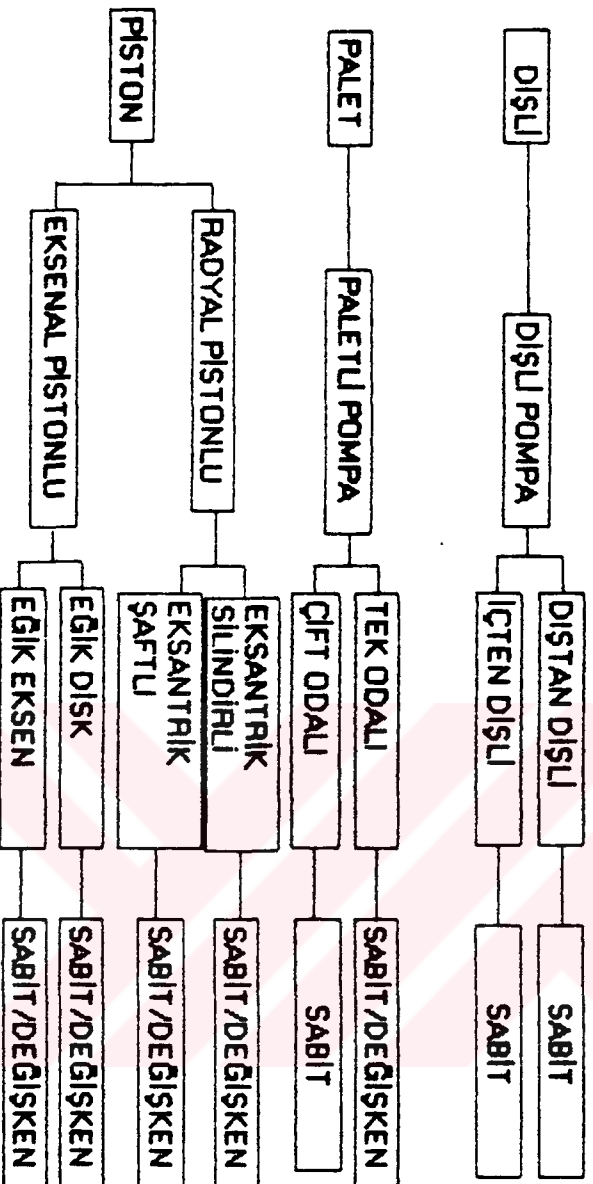
Hidroliğin bu kadar yaygın olma sebepleri aşağıda olduğu gibi sıralanabilir.

- Güç yoğun bir sistemdir. Ufak bir hacimden büyük kuvvetler elde edilebilir.
- Güç otomatik olarak ayarlanabilir.
- Yük altında hareketsiz bir sistem harekete geçirilebilir.
- Hız ve moment kademesiz olarak değiştirilebilir.
- Basit bir şekilde sistem aşırı yüklerden korunabilir.
- Hidrolik aküler sayesinde enerji depo edilebilir.
- Merkezi bir sistemden hidrolik enerjinin mekanik enerjiye dönüşümü sağlanır. Bu sistemin uygulanması gayet basit ve ucuzdur.

HİDROLİĞİN UYGULAMA ALANLARI

- 1-Endüstriyel Hidrolik; Plastik enjeksiyon presleri , takım tezgahları , ekstrüzyon presleri
- 2-Demir Çelik Endüstrisinde , inşaat mühendisliğinde ve enerji üretim tesislerinde. Bunlar baraj kapaklarının kaldırılmasında ve kilitlenmesinde , köprü inşaatında , maden endüstrisinde türbinlerde ve güç istasyonlarında vb.
- 3-Mobil Hidrolik; Eksavatörlerde , vinçlerde , tarım ve inşaat makinalarında
- 4-Özel Uygulamalar; Teleskop, radar sistemlerinde , uçaklarda kanatların açılıp kapanmasında ve iniş takımlarında
- 5-Denizcilik Sektöründe ; Gemi kapaklarının açılıp kapanmasında , pervane sistemlerinin tahriğinde vb.





HİDROLİK POMPALAR VE GÖREVLERİ

Pompaların hidrolikte görevleri bir akış meydana getirmek ve akışkanı sıkıştırarak gerekli kuvvetleri oluşturmaktır. Pompa akışkanı genel olarak bir depodan emer ve onu pompa çıkışına basar. Akışkan sisteme girip, denetim elemanlarından geçerek kullanıcıya ulaşır. Kullanıcı akışkana karşı bir direnç oluşturur, mesela; bir silindir pistonuna etki eden yük gibi. Akışkanın basıncı bu yükün oluşturduğu direnci yenmek için gerekli olan değere kadar yükselir. Bir hidrolik sistemde akışkan dirençle karşılaşmadan basıncın varlığından söz edilemez.

POMPALARDA HACİM OLUŞUMU

Dıştan Dişli Pompa;

Hacim, gövde ve dişliler arasında oluşturulur

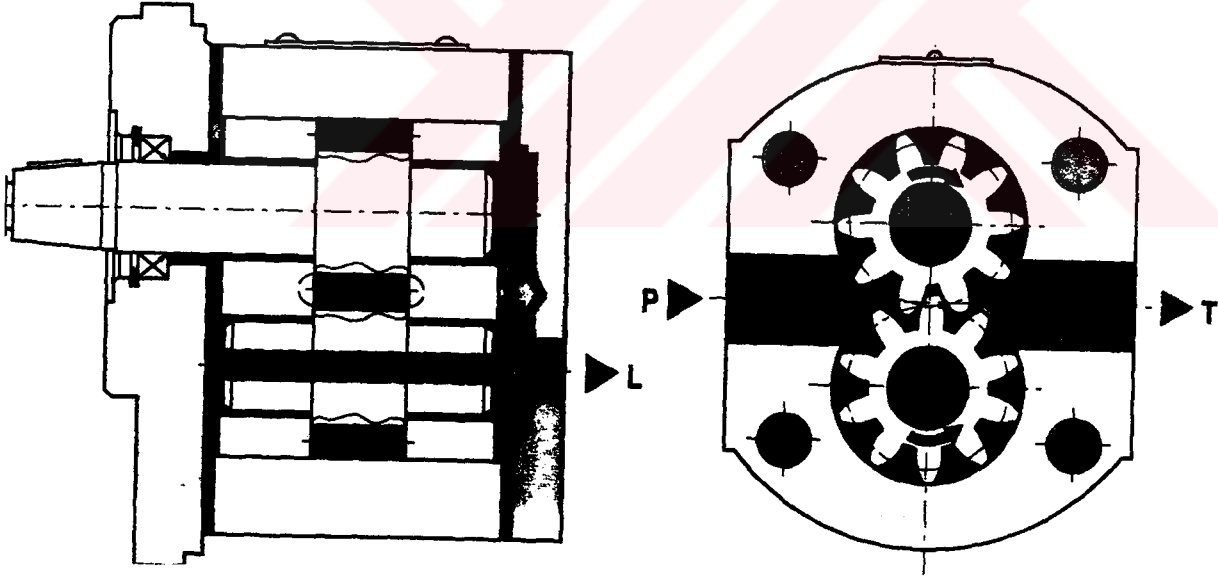
$$V = m \cdot z \cdot b \cdot h \cdot \pi$$

m =modül

z =dişli sayısı

b =dişlinin genişliği

h =dişlinin yüksekliği



İçten Dişli Pompa

Hacim dişliler , gövde ve sızdırmazlık elemanları arasında oluşturulur

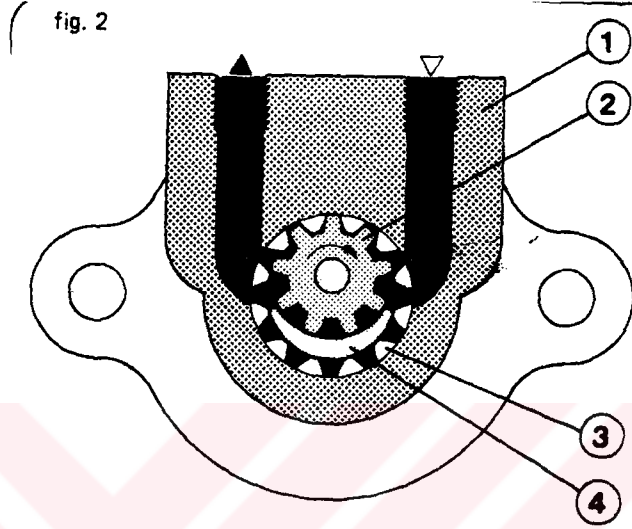
$$V = m \cdot z \cdot b \cdot h \cdot \pi$$

m = modül

z = içten dişlilerin sayısı

b = dişlilerin genişliği

h = dişlilerin yüksekliği

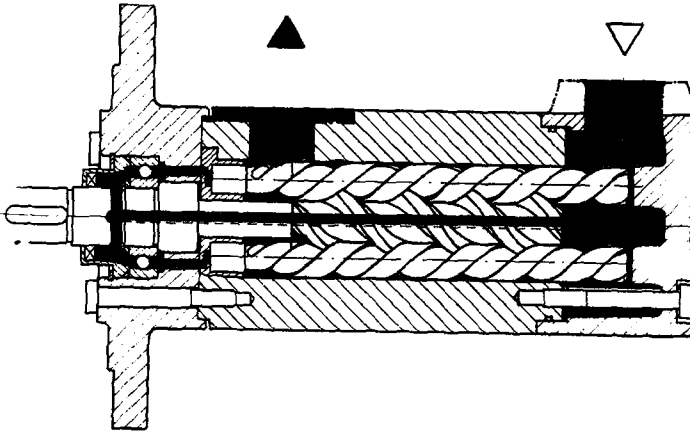


Vidalı pompa

Hacim , dişliler ve gövde arasında oluşur.

$$V = \pi/4 \cdot (D^2 - d^2) \cdot s \cdot D^2 \cdot (a/2 - \sin 2a/2) \cdot s$$

$$\cos a = (D + d)/2D$$



Tek Odalı Paletli Pompa

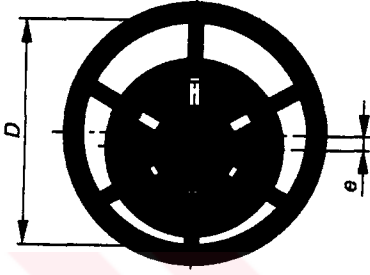
Hacim , dairevi stator , rotor ve paletler arasında oluşturulur

$$V=2 \cdot \pi \cdot b \cdot e \cdot D$$

b=palet genişliği

e=eksantriklik

D=stator iç çapı



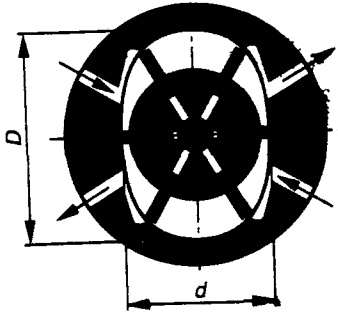
Çift Odalı Paletli Pompa

Statorun ikiz kam formları sayesinde her bir dönüşte iki deplasman prosesi vukuu bulur.

$$V=(\pi \cdot (D^2-d^2)/4) \cdot k \cdot b$$

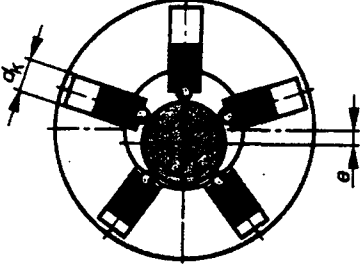
b=palet genişliği

k=her bir dönüş için palet stroku



Eksantrik Silindir Bloklı Radyal Pistonlu Pompa

Rijit dış halkanın içinde pistonlar dönme hareketi yapar. Pistonun strokunu eksantriklik 'e' tesbit eder.



$$V = d_k^2 \cdot \pi / 4 \cdot 2 \cdot e \cdot z$$

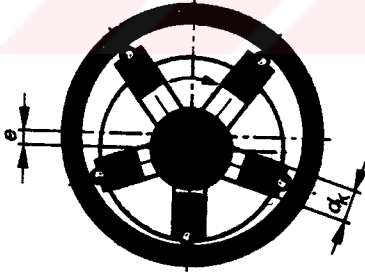
z=pistonların sayısı

Eksantrik Şaftlı Radyal Pistonlu Pompa

Dönen eksantrik şaft pistonların radyal olarak hareket etmesini sağlar

$$V = d_k^2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot e \cdot z / 4$$

z=pistonların sayısı



Eğik Eksen Prensipli Eksenal Pistonlu Pompa

Eğim açısına bağlı olarak mil dönerken pistonlar silindir bloğunun içinde hareket ederler

h=piston stroku

A=piston alanı

Dt=iki pistoncuk arasındaki mesafe

a=dönme açısı

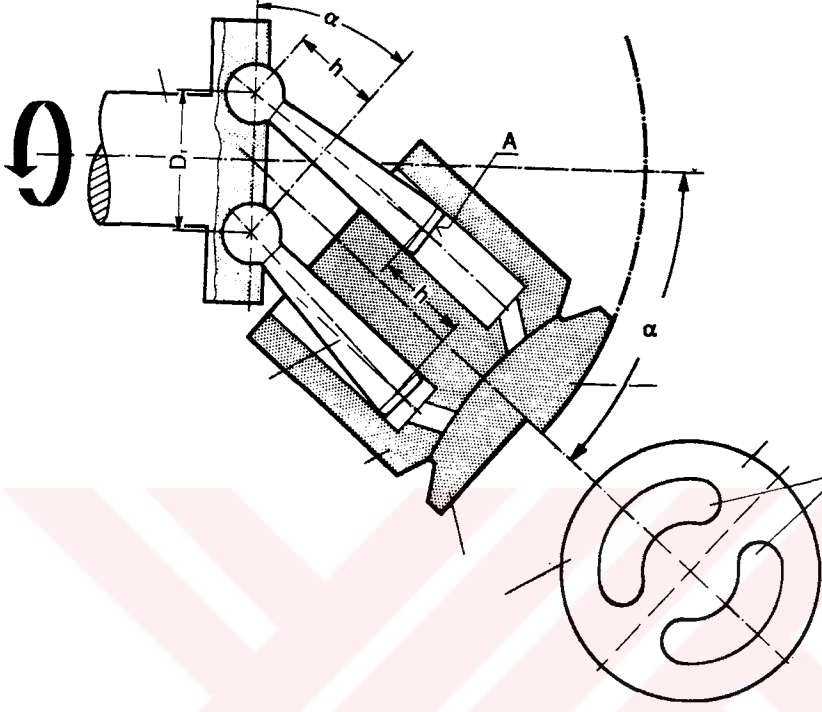
Vg=geometrik deplasman (cm³/rev)

x=pistoncuk sayısı

h=Dt . sina

$$V_g = x \cdot A \cdot h$$

$$V_g = x \cdot A \cdot D \cdot t \cdot \sin \alpha$$



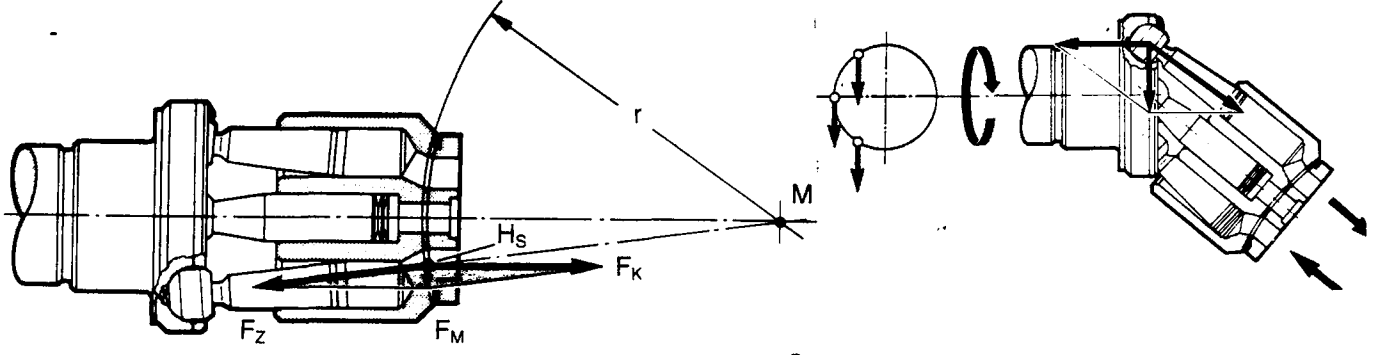
Stator eğrisi çift eksantrik bir yapıya sahip olduğundan her hücre bir çevrim sırasında iki kez emme ve basma işlemini yapar .Pompa üzerindeki emme ve basma kanalları birbirlerini 90 derece ve karşılıklı olarak yerleştirilerek tahrik milinin radyal yüklerden arındırılması sağlanmıştır.

PİSTONLU POMPALAR

Eksenal Pistonlu Pompalar; Bunların pistonları bir silindir bloğu içine eksenal olarak yerleştirilmiş enerji çevirici ünitelerdir. Pistonlu üniteler eğik disk ve eğik eksen prensipli olmak üzere iki gruba ayrılırlar.

Aşağıdaki şekillerde her iki prensibin arasındaki farklar , aktarma noktasındaki piston kuvvetlerinin ve dönme momentinin dağılımı görülmektedir.

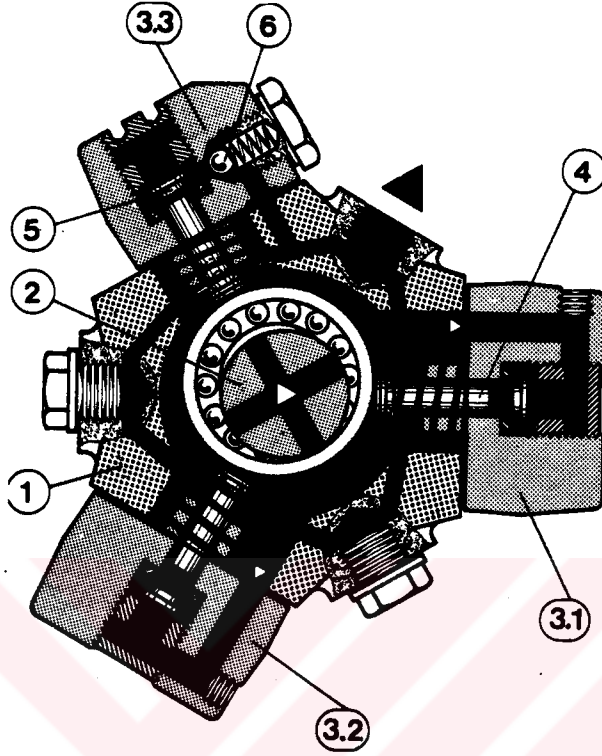
Her iki tip de sabit ve değişken debili olabilir. Pompa olarak çalışmada debi , devir sayısı ve strok hacmi ile doğru orantılıdır.



Radyal Pistonlu Pompalar; Radyal pistonlu pompalarda pistonlar tahrik miline radyal olarak yerleştirilmiş olup yıldız şeklindedir.

Pompa gövde (1) , eksantrik mili (2) ,piston (4) , pompa elemanları (3) ,emiş ventili ve basınç ventili (6)' dan oluşmaktadır.Pistonlar pompa elemanları içinde hareketli olup yaylar aracılığı ile eksantrik mile doğru itilmektedir.Her piston eksantrik milin bir çevriminde iki strok hareketi yapar.Eksantrik tahrik milinin çevrimi ile akışkan mil üzerindeki aksenal bir delikten emilerek radyal kanallardan geçirilip emiş ventiline sevk edilir.Emiş ventülü zayıf bir yay ile yuvasında sızdırmaz olarak tutulan plaka (5)'den oluşur.Piston eksantrik mile doğru hareket ettiğinde ventil hacmi giderek büyür.Oluşturulan emiş kuvvetinin etkisi ile plaka yuvasından kalkar ve ventil akışkanla doldurulur.

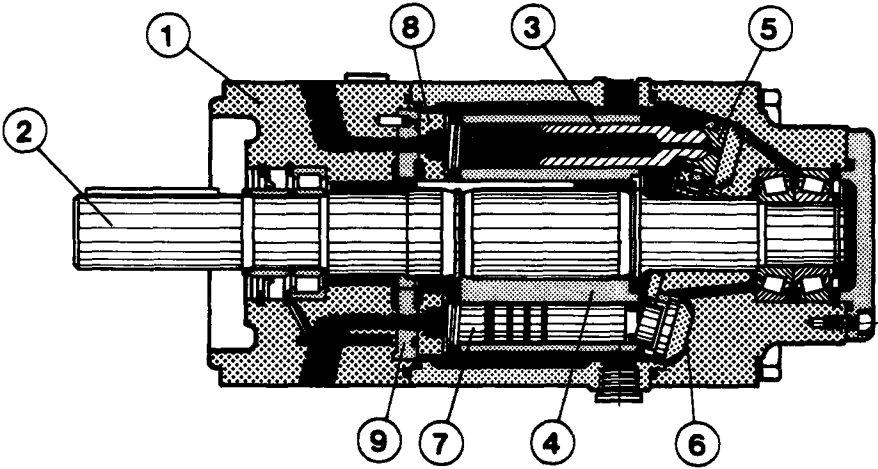
Piston eksantrik mil tarafından tekrar dışa doğru itildiğinde plaka sızdırmaz olarak yuvasına oturtulur.Aynı anda basınç ventili (6)'nın bilyası yuvasından kalkar .Bu anda bir pompa elemanındaki akışkan gövde içindeki kanallar üzerindeki basınç bağlantısına doğru akmaktadır.



EĞİK DİSK PRENSİPLİ POMPALAR

Sabit gövde (1) içinde tahrik mili (2) 'nde paralel dokuz piston dairesel olarak yerleştirilmiştir. Bunlar tahrik miline bir kama ile bağlanan silindir bloğu içinde dönerler. Piston uçları universal mafsalsal olarak şekillendirilmiş ve kayma yuvaları (5) içinde yataklanmıştır. Piston , mafsalsal bağlantıları hareket ve tutma diskleri yardımı ile 15 derece eğimli bir yüzey (6) üzerinde tutulurlar. Eğik yüzey sabit debili ünitelerde gövdenin bir parçasıdır. Mil (2) 'nin tahrik edilmesi ile (pompa çalışma) silindir bloğu (4) ve kayma yuvaları sayesinde eğik yüzeyde tutuldukları için tahrik milinin dönmesi ile silindir bloğunun içinde bir piston hareketi oluşur. Akışkanın giriş ve çıkışı gövdeye sıkı bağlantılı olan denetim plakası (9) içindeki böbrek şekilli iki kanaldan oluşur.

Silindir bloğundan dışarıya doğru hareket eden pistonlar denetim kanalı üzerinden depoya bağlantılı olup akışkan bu kanaldan emilir. Pistonlar diğer denetim kanalı üzerinden basınç bölgesi ile bağlanırlar ve strok hareketleri ile bağlanırlar akışkanı silindir içersine basınç bağlantısına doğru sıkıştırırlar.



DEĞİŞKEN DEPLASMANLI POMPALARIN ÇALIŞMA PRENSİBİ

Hidrolik pompalarda iç hacim küçültülerek pompa debisi azaltılır. İç hacmin değiştirilmesi her tip pompada mümkün değildir. Eğik eksenli eğik diskli pompaların ve paletli pompaların değişken deplasmanlı tipleri mevcuttur.

Değişken deplasmanlı pompaları ikiye ayırıyoruz

- 1-Hidrolik sistemden aldığı uyarıya göre deplasmanını ayarlayan pompalar
- 2-Sistemin dışından verilen elektrik ,hidrolik veya mekanik uyarı ile deplasmanını ayarlayan pompalar

Hidrolik sistemden aldığı uyarıya göre deplasmanını ayarlayan pompaların 4 ayrı tip regülasyonu vardır. Bunlar debi , basınç , hem debi hem basınç ve güç regülasyonudur.

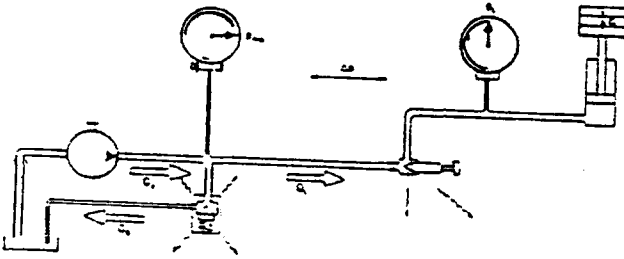
DEBİ REGÜLASYONU

Şekildeki basit hidrolik sistemde silindirin yük kaldırma hızı pompa debisine bağlıdır.

$$Q = A \cdot V \cdot 3/50$$

$$Q = \text{Debi (lt/dak)} \quad A = \text{Piston alanı (cm}^2\text{)}$$

$$V = \text{Piston hızı (cm/s)}$$



Sistemde bir hız ayarı istenirse kısma valfi ile debi kısılarak piston hızı kontrol altına alınabilir.

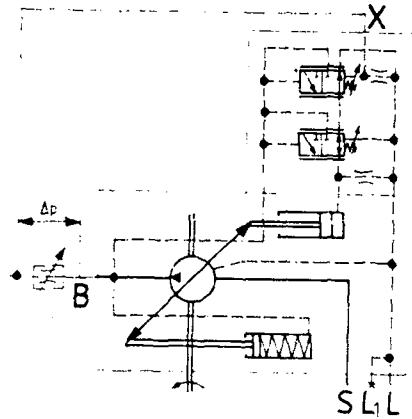
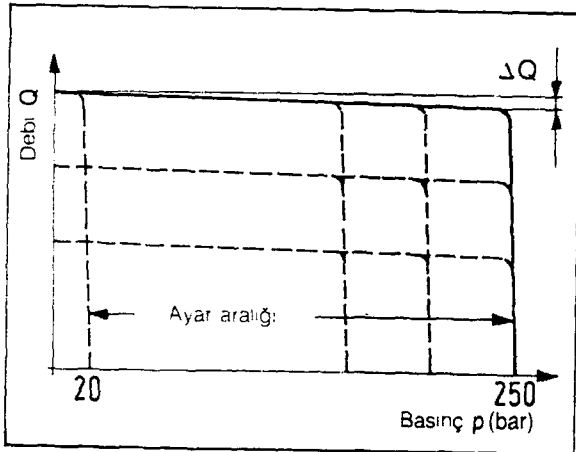
Basınç Regülasyonu

Silindir strok sonuna geldiği zaman sistemde basınç birden yükselir. Kullanıcıda hareket yoksa sistemin sadece kaçaklarını karşılayacak miktarda debi ile beslemek gerekir. Aksi takdirde pompanın bastığı debi, basınç emniyet valfi üzerinden sistem basıncında tanka boşalacak ve hidrolik enerji ısı enerjisine çevrilecektir. Bu da enerji kaybına ve yağın ısınmasına sebep olur. Bu tip uygulamalarda pompa üzerine yerleştirilen basınç regülatörü (DR) ile sistem basıncı bu valften set edilen değere ulaştığında pompanın deplasmanı teorik olarak sıfırlanır. Pompa çıkışından alınan uyarı basınç regülatörüne etki ederek sürgüyü yaya karşı bastırır. Yay değeri ise dışarıdan istenilen değere set edilir. Sistem basıncı bu valften geçerek pompanın deplasmanını değiştiren pistonu ulaşır ve pompanın kendi kendini kısmasını ve sadece sistemde kaçaklarla eksilen yağı tamamlayacak kadar debi basmasını sağlar. Bu andaki pompanın çektiği güç düşük olmaktadır.

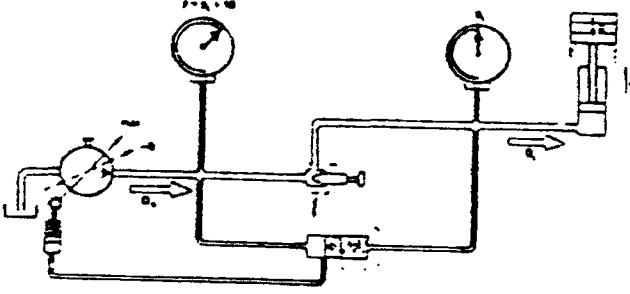
Basınç ve Debi Regülasyonu

Basınç ve debi regülasyonlu pompalarda yukarıda ayrı ayrı bahsedilen regülasyonların her ikisinde mevcuttur (DFR). Pompa basınç hattına bir kısma konur ve kısma sonrasında alınan pilot hattı ayar organı üzerindeki X ağzına bağlanır. Sistemlerde debi regülasyonu aşağıdaki nedenlerden dolayı istenir.

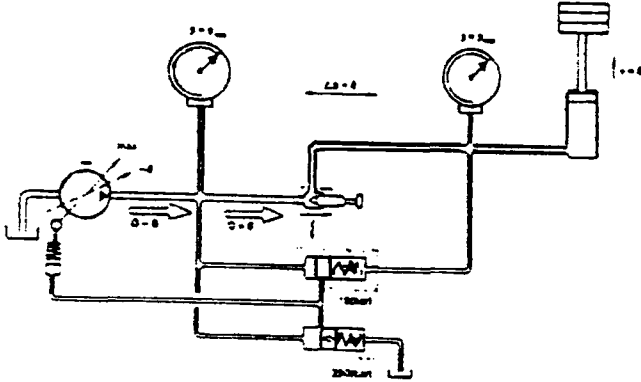
- 1-Pompa tahrik hızının değişebilmesine rağmen kullanıcı hızının sabit kalması isteniyorsa,
- 2-Pompa kapasitesi büyük olmasına rağmen belirli bir debi isteniyorsa,
- 3-Kullanıcı basınçları değişken olmasına rağmen sabit bir kullanıcı hızı gerekiyorsa



Pistonun hızını yavaşlatmak için kısma valfini kısıtığımızda pompadan basılan akışkanın fazlası basınç emniyet valfi üzerinden tanka boşaltılır. Basınç emniyet valfi üzerinden tanka boşaltılır. Basınç emniyet valfi sistem basıncına set edildiğinde pompada sağlanan hidrolik enerji tanka döner . Basınç emniyet valfi üzerinden dönen yağ sistemi ısıtarak gereksiz yere enerji kaybına neden olur.

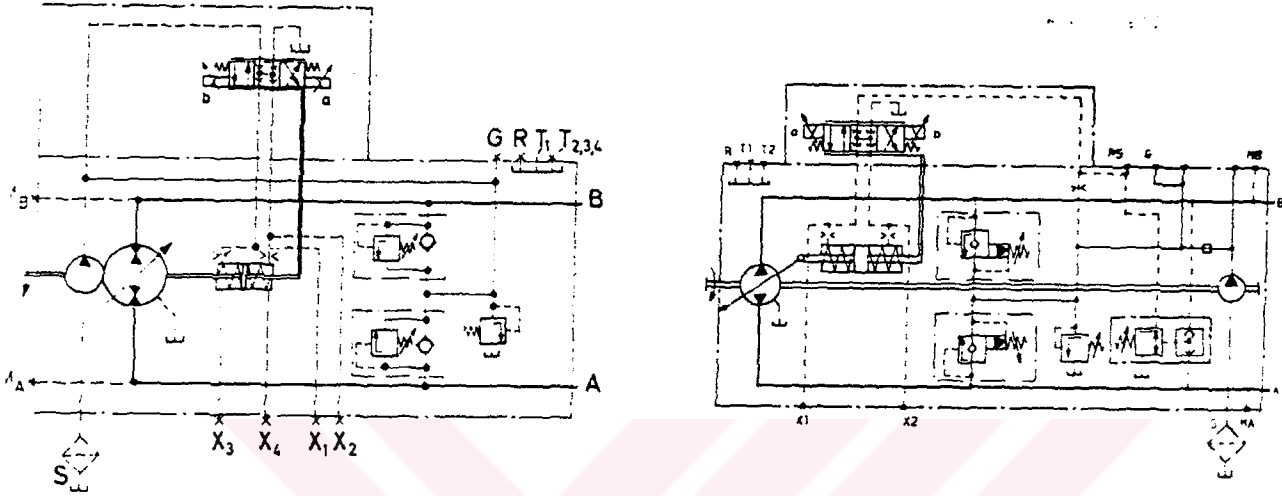


Kullanıcının ihtiyacına göre pompanın iç deplasmanını değiştirmesi ve o anda gerekli olan debiyi basabilmesi için pompa üzerine debi regülatörü (FR) yerleştirilir. ve bu regülatör kısma valfinin önünden ve arkasından uyarı alır. Pompa debisi kısma valfinden geçerken karşılaştığı dirençten dolayı kısma valfi önündeki basınç , arkasındaki basınçtan daha yüksek olur . Debinin yüksek olması durumunda valfin önünde basınç yükselir ve valfin arkasındaki basınç ile yayın oluşturduğu kuvveti yendiğinde regülatörün sürgüsü yaya doğru hareket ederek basınç pompanın eğik disk veya eksenine bağlı olan pistoncuğa ulaşarak deplasmanın küçülmesini ve ihtiyaç kadar debi basılmasını sağlar. Debi regülatöründe kullanılan yay basıncı 18 veya 14 bar olarak imalatçı firma tarafından set edilmiştir.



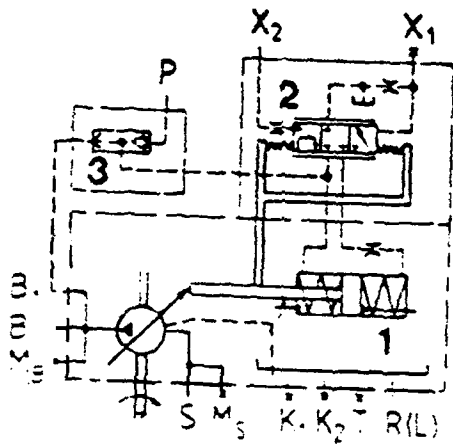
EP-Oransal Selenoidli Elektrik Kontrol;

Pompanın deplasmanı kademesiz olarak oransal valften pilot basıncının servo silindire etki ettirilmesiyle değiştirilir. Potansiyometreden oransal valf bobinine gönderilen akımla orantılı olarak pompanın debisi değişir.



HD-Basınca Bağımlı Hidrolik Kontrol;

X1 ve X2 hatlarına gönderilen pilot yağ basıncının etkisiyle oransal valf gibi fonksiyon gösteren regülatör pilot basıncını servo silindire etki ettirerek pompanın deplasmanını değiştirir.



Daha önce bahsettiğimiz regülasyonlara ek olarak LS , SR , DRS , LRDS , DFE regülasyon tiplerinide ekleyebiliriz.

LR-Güç kontrolü

SR-Otomatik güç dağılım regülatörü

DRS-Yük hissedicili güç kontrolü

LRDS-Yük hissedicili güç kontrolü,

DFE-Elektronik basınç ve debi regülasyonu

Dıştan uyarılı hidrolik pompalarda kullanılan regülasyon tipleri

MA-Manuel kontrol

MD-Mekanik pivot pin kontrol

EM-Elektrik motorlu kontrol

DA-Hıza bağımlı hidrolik kontrol,

HW-Hidrolik manuel servo kontrol,

HM -Debiye bağımlı hidrolik kontrol

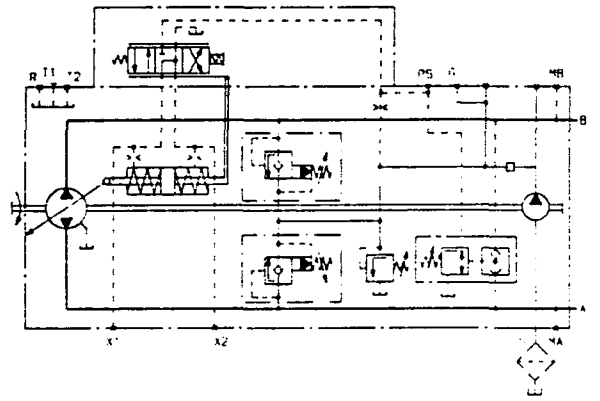
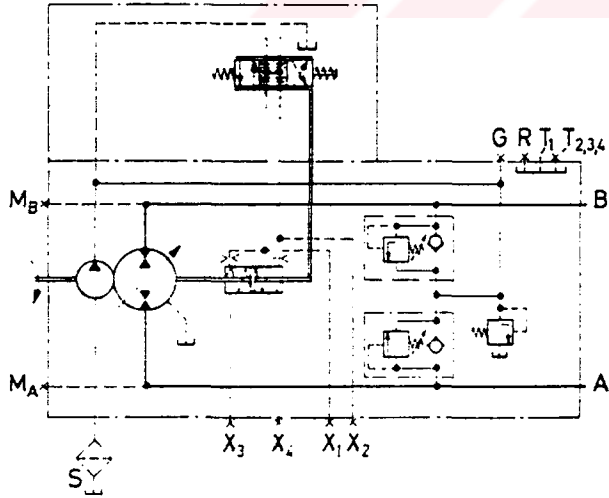
HS-Servo valfli hidrolik kontrol

EO-Elektronik kontrol

MS-Tork kontrol

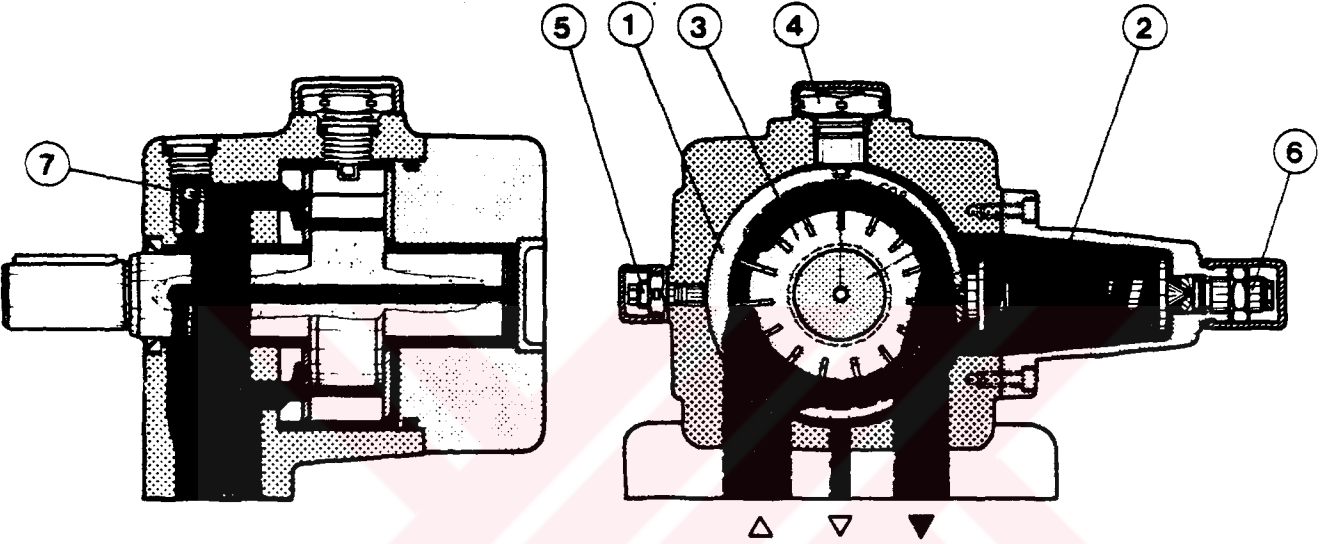
HW-Hidrolik Manuel Servo Kontrol

Pompa üzerinde bulunan servo silindirin hareket ettirilmesi ile diskin açısı değiştirilir. Servo silindirin hareketi ise pilot yağının bir manuel kumandalı oransal yön valfi ile yönlendirilmesi ile sağlanır.

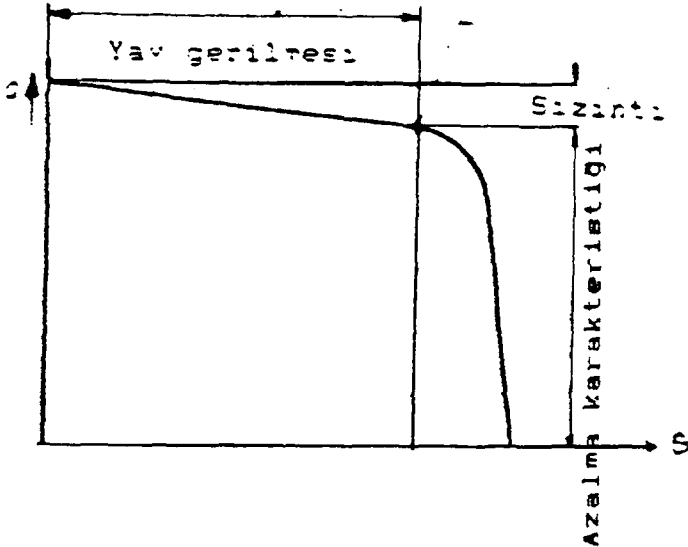


DEĞİŞKEN DEPLASMANLI POMPALAR

Değişken Debili Paletli Pompalar; Burada stator (1) dairevi yapıdadır. Başlangıçta yay (2) statoru rotor (3)' e doğru eksantrik durumda tutar. Eksantriklik civata (5) ile ayarlanabilir. Aynı şekilde yay kuvveti de ayar civatası (6) ile değiştirilebilir. İş direnci (mesela silindirin yüklenmesi) ile oluşan basınç tarafından statorun iç hareket yüzeyine etki eder. Buradan yay kuvvetine karşı yatay bir kuvvet bileşeni doğar.

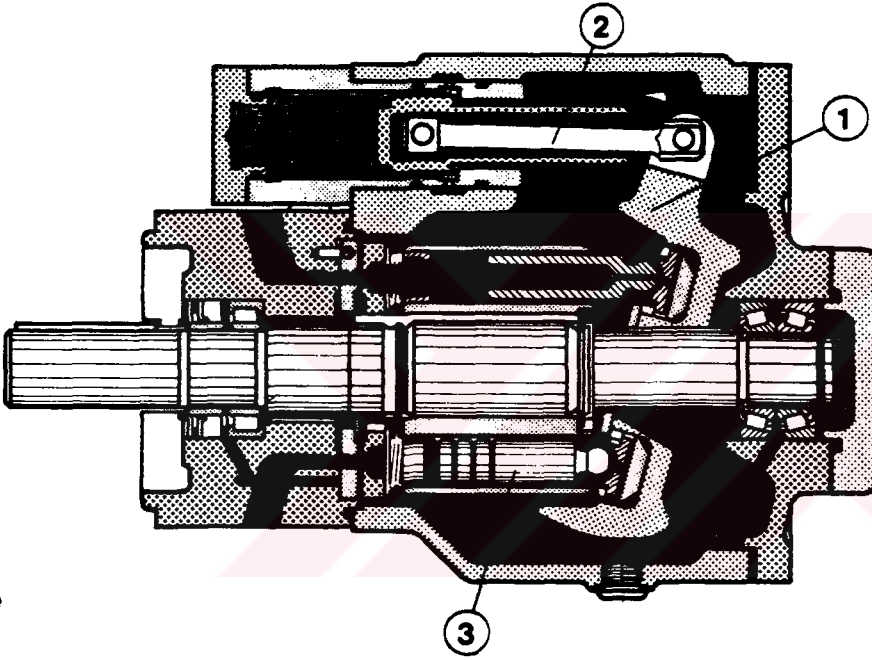


Basıncın etkisi ile oluşan yatay kuvvet yay kuvvetine ulaştığında statorun hareketi ile eksantrikliği de küçülmeye başlar. Pompa debisi o anda gereken değere ayarlanır. Ayarlanan en yüksek basınca ulaşıldığında kullanıcı hareketsiz ise pompa debiyi yaklaşık sıfıra ayarlar. Çalışma basıncı sabit tutulur ve sadece akışkan kaybı karşılanır. Böylece pompanın ısınması en alt seviyede tutulur. Pompa güç eğrisi Q-P diyagramında olduğu gibidir.



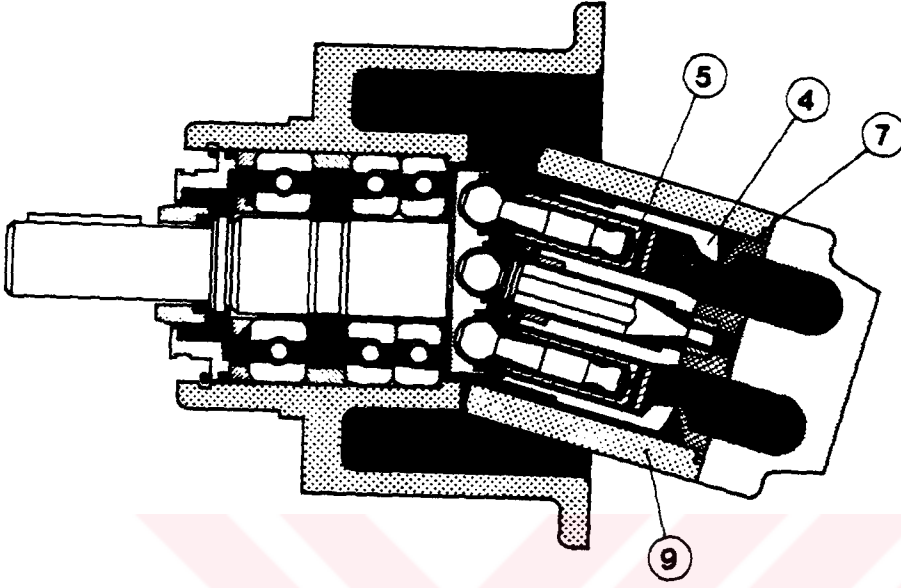
Değişken Debili Eğik Disk Prensipli Pompalar

Değişken debili bu uygulamada eğik yüzey disk olarak gövdeden çözülmüş bir durumdadır. Eğik disk (1) hareket edebilir şekilde yataklanmış olup ayar mekanizması (2) üzerinden orta eksene göre 15 derece açı ile çevrilebilir. Pistonlar eğim açısına bağımlı olarak belirli bir strok hareketi yaparlar. İletim hacminin büyüklük faktörü olan strok açısının büyümesi ile artar. Disk 'in orta konumunda (sıfır konum) başka bir deyişle tahrik miline dik konumda piston stroku ve dolayısıyla debi sıfırdır. Devir sayısı değişmeksizin disk sıfır konumundan geçerek döndürülürse akış yönü de darbesiz olarak değişir.



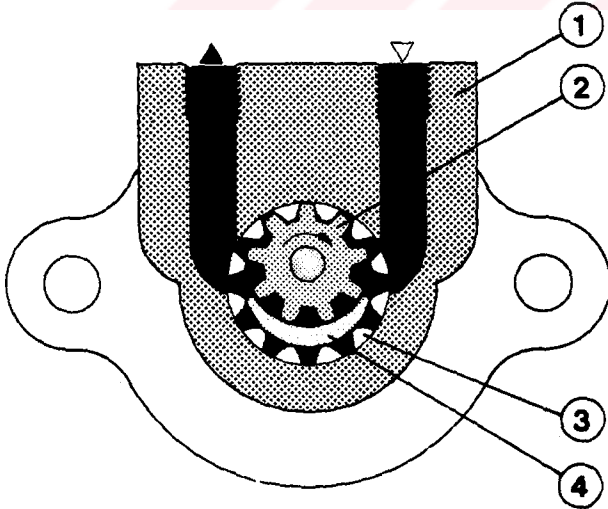
Değişken Debili Eğik Eksen Prensipli Pompalar;

Değişken debili bu pompalarda silindir bloğu (4) ile piston (5) , denetim plakası (7) ile gövde parçası (9) hareketli parçalardır. Mil eksenine göre açı 0 derece ile 25 derece arasında değiştirilebilir. Pistonlar dönüş açısına bağlı olarak silindir içinde belirli bir strok hareketi yaparlar. Artan dönüş açısı ile birlikte strok boyu , dolayısı ile debi artar . Eğik eksen prensibinde blok gövdesi sıfır konumu üzerinden moment değiştirilmeksizin hareket ettirilirse akış yönü de darbesiz olarak değişir.



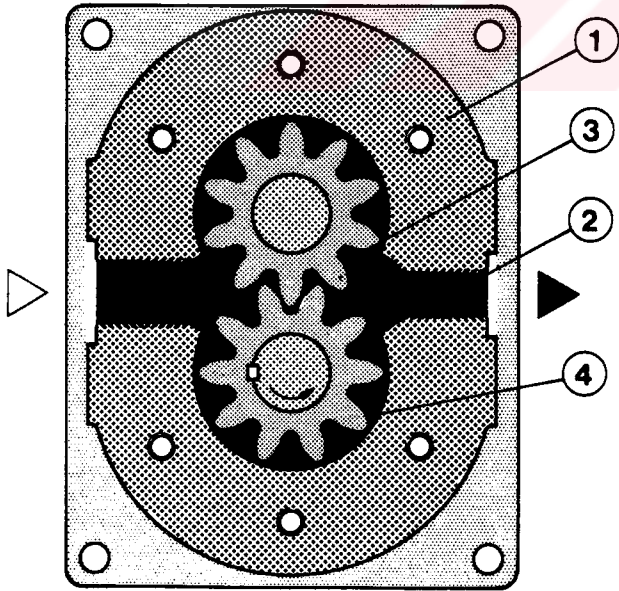
Pistonlu ve paletli pompalar sabit veya değişken debili olarak dizayn edilebilirler. Fakat dişli pompalar sabit deplasmanlı olarak imal edilirler.

İÇTEN DİŞLİ POMPA



Bu pompalar dişli çiftinin çok az eksenal ve radial boşluğa sahip olduğu gövde (1)-den oluşur. Pratikte sızdırmaz oldukları kabul edilir. İçteki dişli (2) ok işareti yönünde dönerken, dıştaki dişli (3) 'de aynı yönde çevirir. Dişliler ok yönüne dönerken dişliler birbirinden ayrılır ve diş boşlukları serbest kalır. Böylece oluşan negatif basınç ve depo içindeki akışkan yüzeyine etki eden atmosferik basınç arasındaki fark ile akışkan depodan pompaya doğru akar, buna pompa emiyor denir. Dişli aralıkları akışkanla dolar ve hareketin devamında gövde diş aralıkları ve hilal (4) arasında bir kapalı hücre oluşturulur. Dişliler birbirini tekrar kavrarken sıkışan akışkan pompa çıkışından dışarıya atılır. Birbirini tarayan dişliler akışkanın basınç bölümünden emiş bölümüne geçişini önler.

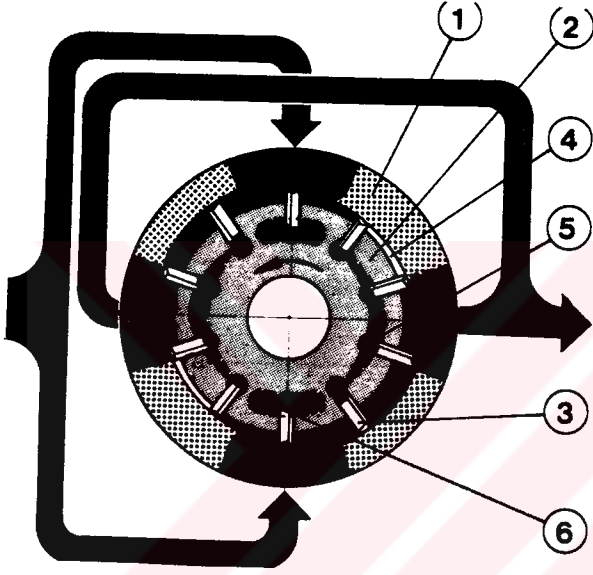
DIŞTAN DIŞLİ POMPA



Burada dişliler birbirine dış yüzeylerinden taramaktadır. Dişli (2) ok yönünde çevrilmekte ve dişli (3) 'ü diğer yönde çevirmektedir. Akışkan dişli aralıkları (4) ile gövde arasında taşınarak basınç tarafında sıkıştırılır.

PALETLİ POMPALAR

Aşağıdaki şematik kesit resim paletli pompanın çalışma prensibini göstermektedir.



Paletli pompalar genel olarak gövde, stator (1) ve paletlerin (3) yerleştirildiği rotor (2) 'den oluşur. Stator (1) çift eksantrik yapıya sahip iç dolaşım hattına sahiptir. Mil üzerinden tahrik edilen rotorun çevresinde radyal olarak yerleştirilmiş kanalların her birine ikili birbirine ters yönde bulunan paletler (3) vardır. Rotorun dönmesiyle radyal yönde hareket eden paletler merkezkaç kuvvetleri ve paletlerin arkasındaki sistem basıncı tesiriyle dışa doğru itilirler. Paletlerin dış kenarları statorun iç dolaşım hattı üzerinde bulunur. Her paletli pompada paletler rotor, stator ve denetim plakaları ile çevrelenen taşıma hücreleri oluşturmuştur. Akışkanın girişi ve çıkışı denetim plakaları üzerinden yapılır. Akışın sağlanabilmesi için rotor ok yönünde döndürülür. Bu anda emiş hattına yaklaşmakta olan hücreler henüz çok küçüktür. Dönme hareketi ile birlikte hücreler henüz çok küçüktür. Dönme hareketi ile birlikte hücreler gittikçe büyür ve akışkan ile dolar. Hücreler büyük hacme ulaştığında (statorun rotora olan uzaklığı en büyük olduğunda) denetim plakaları emiş bölgesinden ayrılırlar. Stator eğrisi üzerinde ilerleyen paletler kanala doğru itilirler. Hücre hacmi küçüldüğünden akışkan sıkıştırılarak basınç hattından dışarıya atılır.

HİDROLİK DEVRE ÇEŞİTLERİ

- 1-Açık devre
- 2-Kapalı devre
- 3-Yarı kapalı devre

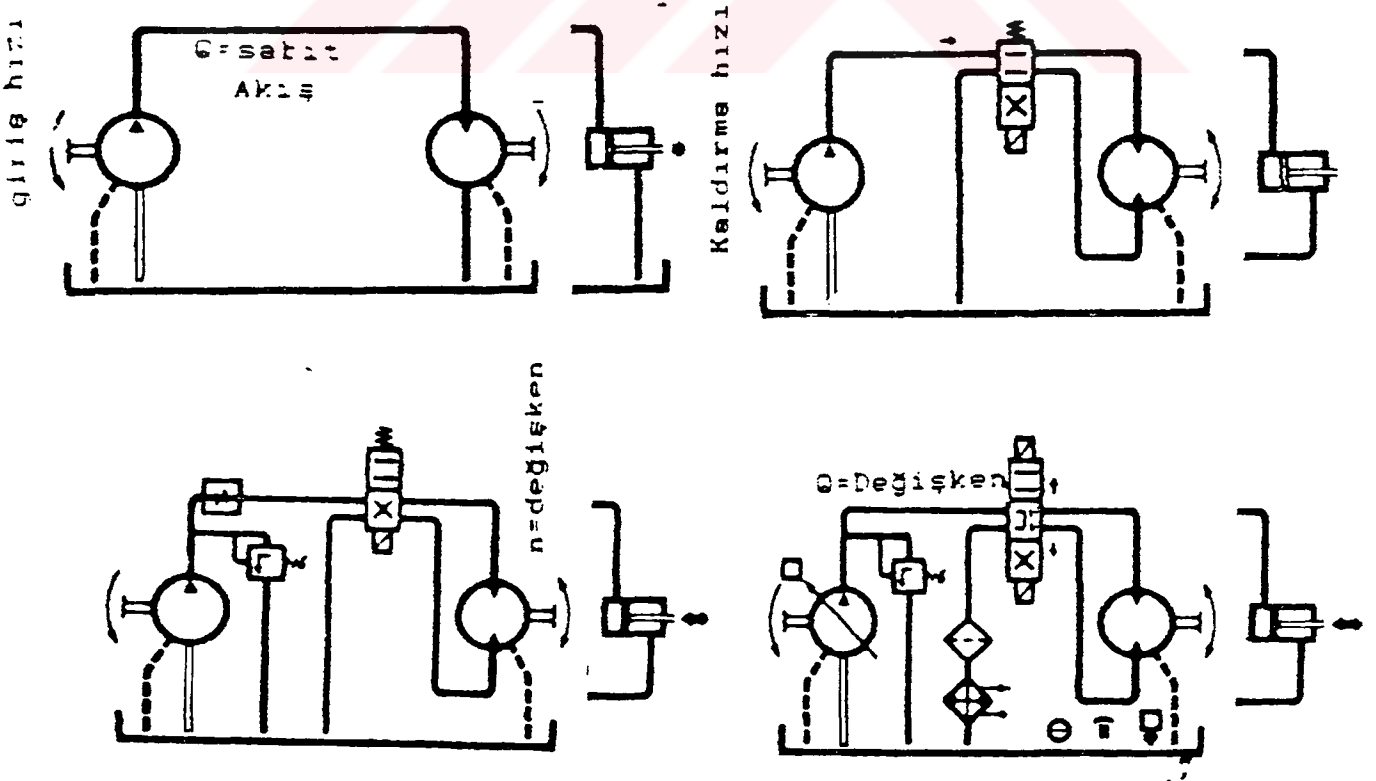
1-Açık devre

Açık devre , basit olarak , pompa tanktan emdiği yağı hidromotora veya silindire göndererek hareket enerjisi sağlar. Bu sistemde tankın yüzeyi atmosfere açıktır. İyi bir emiş karakteristiği sağlanması için tankın içindeki hava ile atmosferdeki hava arasında iyi bir denge kurulmalıdır. Pompanın emişinde herhangi bir direnç oluşturacak tesirlerden kaçınılmalıdır. Açık devre sistemlerinde kullanıcı bir yön valfi üzerinden gelen yağ ile beslenir ve aynı yoldan yağ tanka döner.

Açık devrenin tipik özellikleri şu şekilde sıralanabilir.

- a-Emiş hattı ; Emiş borusu kısa ve çapı mümkün olduğunca geniş olmalıdır.
- b-Yön kontrol valfi ; Yağ akış miktarı ile orantılı olarak seçilmelidir.
- c-Soğutucu ve filitre ; Pompa debisi ile orantılı olmalıdır.
- d-Depo ; Pompa debisinin belirli ölçülerde katı olarak seçilir.
- e-Pompanın yerleşimi; Tankın üstünde veya tank seviyesinin aşağısında olabilir.

Açık devre uygulamaları , endüstriyel ve mobil uygulamalarında standarttır.

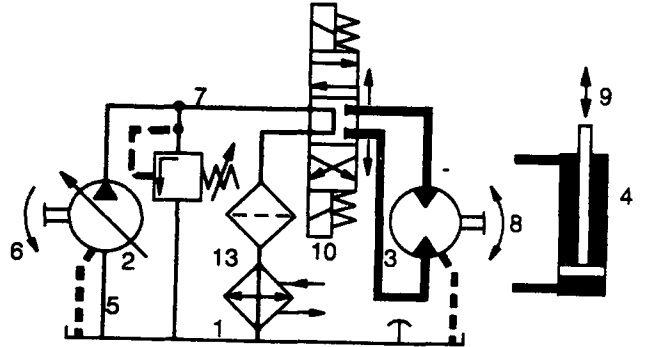
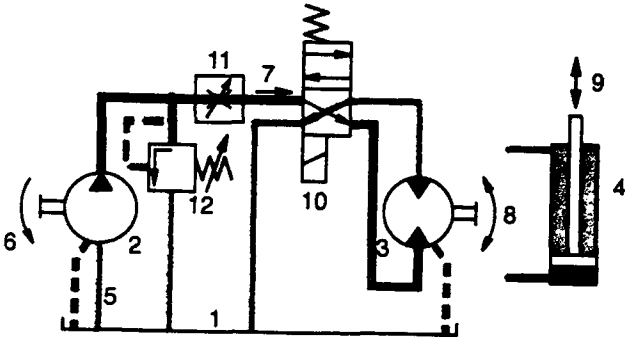
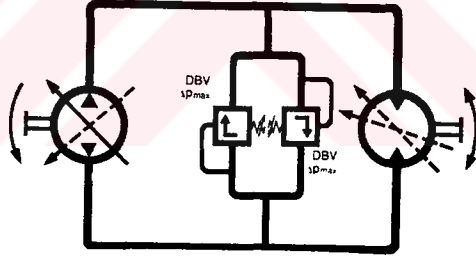
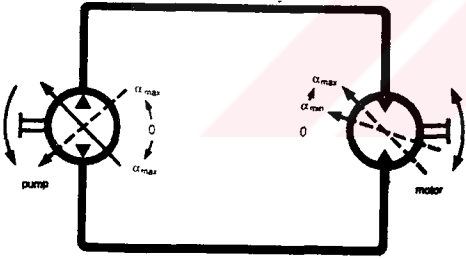


KAPALI DEVRE

Kapalı devre kısaca yağın pompadan kullanıcıya gönderilmesi ve kullanıcıdaki yağın da pompanın emişine gönderilmesi olarak açıklanabilir. Bu sistemde alçak ve yüksek basınç hatları mevcuttur. Yüksek basınç ve alçak basınç yükün yönüne bağlı olarak değişir. Sistemin yüksek basınç hattı, basınç emniyet valfi sayesinde korunur. Yüksek basınç tarafındaki fazla yağ, basınç emniyet valfi sayesinde alçak basınç tarafına verilerek yağın sistemde kalması sağlanır. Sadece, motor ve pompadaki lekajlardan dolayı meydana gelen eksilme sisteme ilave edilen küçük bir besleme pompası sayesinde sistemin yağ eksikliği karşılanır. Bu sistemdeki besleme pompasının çalışma şekli açık devre prensibinde olduğu gibidir. Besleme pompası ana pompa ile aynı mil üzerinde bağlı olup, tanktan emdiği yağı düzenli olarak sisteme basarak sistemin eksik olan yağ ihtiyacını karşılar.

Kapalı devre özelliklerini şu şekilde sıralayabiliriz;

- a-Yön kontrol valfi; ufak ölçülerde ve sadece pilot hatlarını beslemede kullanılır.
- b-Filtre-soğutma; ufak ölçülerdedir.
- c-Tank hacmi; ufak, besleme pompasına uygun ölçülerde seçilir.
- d-Frenleme gücü sayesinde sistemde geri besleme temin edilebilir.



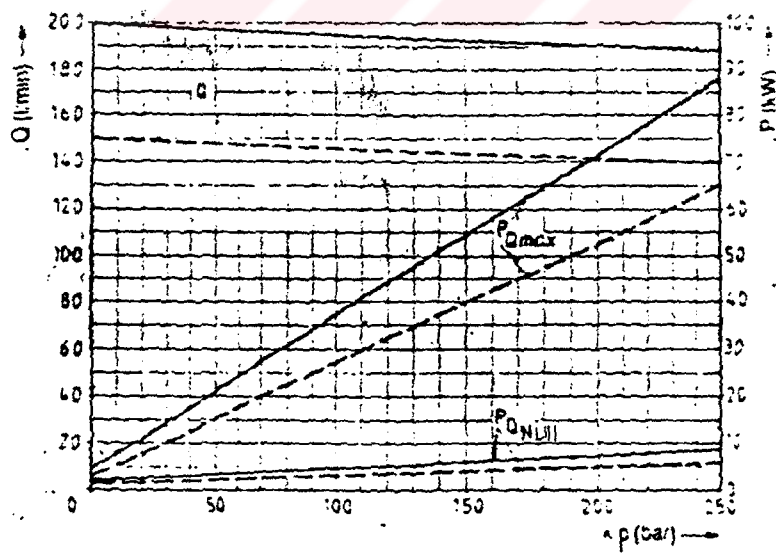
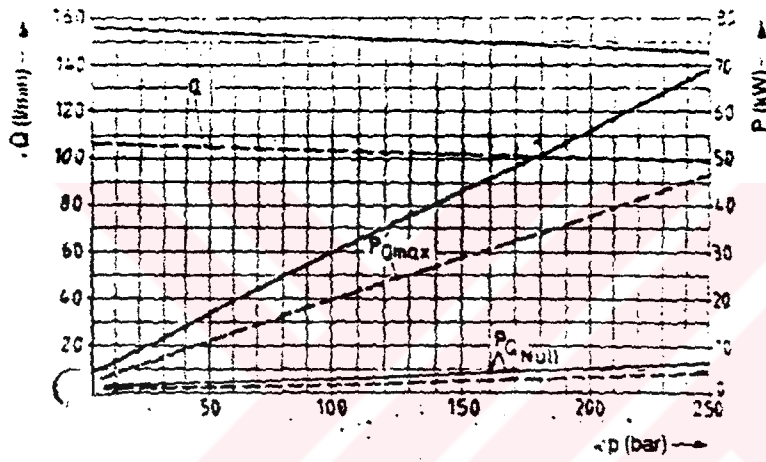
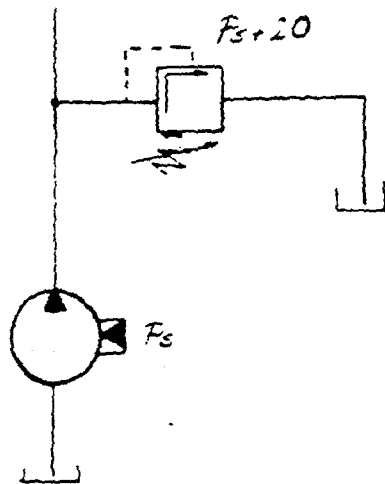
POMPALARDA REGÜLASYON TİPLERİ

DR-Regülasyonu

DR ayarlı pompada sistem basıncı , DR ' de ayarlanmış basınca ulaşınca pompa debisini küçültür ve sadece bu basıncı idame ettirecek kadar bir debi basar , yani eğer kullanıcıda bir hareket varsa , pompa bu hareketi bu sabit basınçla gerçekleştirecek kadar debi meydana getirir.Kullanıcıda hareket yoksa , pompa kendini iyice sıfırlar ve sadece içindeki ve sistemdeki diğer sızıntıların toplamı ve ayarlanmış basınçla basar.Bu durumda pompanın çektiği güç , sızıntıların toplamı ve ayarlanmış basınçla orantılıdır.Örneğin ;sızıntıların toplamı 5lt/dak ve ayar basıncı 230 bar ise gerekli güç $5 \cdot 230/600=1,92$ kw kadardır.Sıfır konumunda (stand-by) sistem yağı 1,92 kw ' lık enerjiyle ısınmaktadır.

DR kontrol organı kullanılan bir projede sistemde olması gereken maksimum basınç pompanın DR organında ayarlanır.Eğer ek emniyet olarak sistemde bir de basınç emniyet ventili varsa , bunun ayarı mutlaka pompa ayarının yaklaşık 20 bar üstünde yapılmalıdır.Basınç emniyet ventili DR ' nin altında ayarlanırsa pompa basınç regülasyonunu yapamaz ve sabit debili bir pompa gibi çalışır.DR ayarı 220-230 bar kadar olan sistemlerde ve DR ayarı 260-270 bar kadar olan harici tesirlerle ani basınç yükselmeleri söz konusu olmayan sistemlerde esas itibarıyla ek bir basınç emniyet ventili kullanmaya gerek yoktur.Hangi ayar organı olursa olsun (DFR ,DFLR) DR ayarının önceliği vardır.Bütün regülasyonlar sistem basıncı DR ' de ayarlanmış basıncın altında ise mümkündür.Aksi taktirde DR regülasyonu devreye girer ve diğer tip regülasyonlar yapılamaz.Bu sebeple hangi tip regülasyon olursa olsun pompa sıfır konumunda iken (stand-by) doğan enerji kayıpları yağı ısıtacaktır. Bu sebeple proje yapılırken sistemde kullanıcı hareket halinde iken doğan kayıplarla, kullanıcı hareket etmezken , pompanın stand-by halinde iken doğan kayıpları hesaplıyarak , yağı soğutabilmek için gerekli tedbirler düşünülmelidir.

Aşağıda stand-by halinde iken pompadaki kayıpları gösteren eğriler vardır.Kayıplar pompa büyüklüğüne ve ayar basıncına göre değişmektedir.



Örnek; Bir saatlik çalışma müddetinde pompa 10 dakika stand-by ' da kalmaktadır. DR ayarı 200 bar ' dır.

$P_{qnull}=2,5 \text{ kw}$ (eğriden)

Buna göre sadece stand-by konumunda sistemin soğutma kapasitesi yaklaşık $2,5/6=0,42 \text{ kwh}$ olması gerekir.

Bu değere çalışma kayıpları eklenmelidir. Eğer sistem devamlı stand-by ' da kalacak ise soğutma kapasitesi asgari 2,5 kwh olmalıdır.

DFR Regülasyonu;

Basınca ek olarak , debi regülasyonu da isteniyorsa , pompanın çıkış hattına bir kısma konulur ve kısma sonrasında alınan pilot hattı , ayar organı üzerindeki x hattına bağlanır. Sisteme kısma konmadan ve pilot hattı çekilmeden debi regülasyonu yapılamaz. Bir sistemde debi regülasyonu (FR kontrolü) dört ana sebepten dolayı istenir.

1-Pompanın tahrik hızının değişebilmesine rağmen kullanıcı hızının sabit kalması istenen yerlerde ,

2-Pompanın kapasitesinin büyük olmasına rağmen sadece belli bir debinin kullanıcıya gitmesinin sağlanması gereken yerlerde,

3-Kullanıcı basıncının değişken olmasına rağmen sabit bir kullanıcı hızı sağlamak gerekiyorsa ve aynı pompadan beslenen başka kullanıcıların da mevcut olduğu yerlerde,

4-Aynı pompayı kullanarak değişken ve basınçtan bağımsız sabit kullanıcı hızlarının elde edilmesi gereken yerlerde,

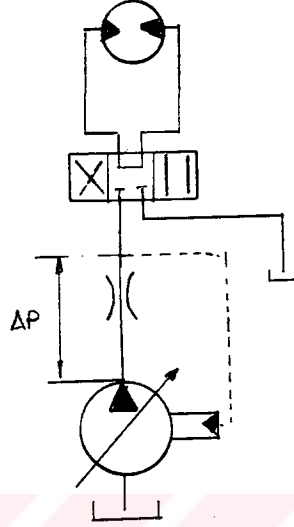
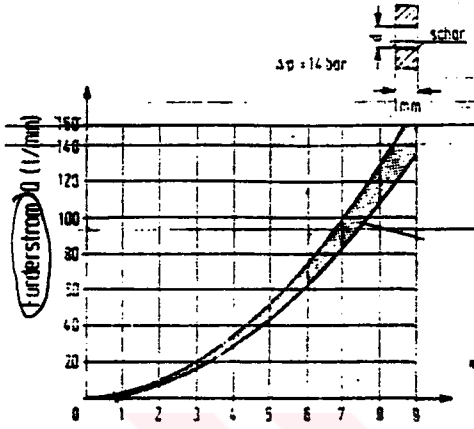
Pompa debi regülasyonu belli bir basınç farkını kendi içinde sabit tutarak yapmaktadır. Pompa çıkışındaki basınçla kısma arkasındaki x ağzına gelen basınç arasındaki D_p ile ifade edilen fark (ki bu değer belli bir debide kısma üzerinde meydana gelen basınç kaybıdır.) debi miktarı ayarlanarak sabit tutulmaktadır. Hangi D_p basınç farkını pompanın sabit tutması gerektiğini FR-ayar civatasının konumu belirlemektedir. Normalde FR ayarı 14 bar olarak ayarlanır. Bu tecrübevi bir değerdir. DFR regülasyonunda pompa stand-by konumunda iken $D_p=14 \text{ bar}$ ayarlı bir pompada yaklaşık $D_p+6=20 \text{ bar}$ ' lık bir basınç mevzu bahisdir. Dolayısıyla stand-by konumundaki enerji kaybı ve yağ ısınması pompanın sızıntı değerleri ve 20 bar'lık basınç kaybı ile orantılıdır. Mesela 7 lt/dak ' lık bir sızıntı ile stand-by konumunda $7 \cdot 20 / 600=0,23 \text{ kw}$ güç kaybı oluşmaktadır.

DFR regülasyonunda debi kontrolünde stand-by olabilmesi için kısmının tamamen kapalı ve x hattında tanka açık olması gerekir.

a-Tek bir sabit debi sağlamak için yapılan DFR regülasyonu ;

Kullanıcının hızının değişken yüklerde ve hatta değişken pompa tahrik hızlarında bile sabit kalması isteniyorsa kısma olarak sabit bir orifis kullanılabilir. Bu durumda sabit hız için gerekli olan debi hesaplanır. Bu debi orifis içinden geçerken $D_p=14 \text{ bar}$ kadar basınç kaybı meydana getirecek şekilde ya hesaplama ya da kabaca aşağıdaki

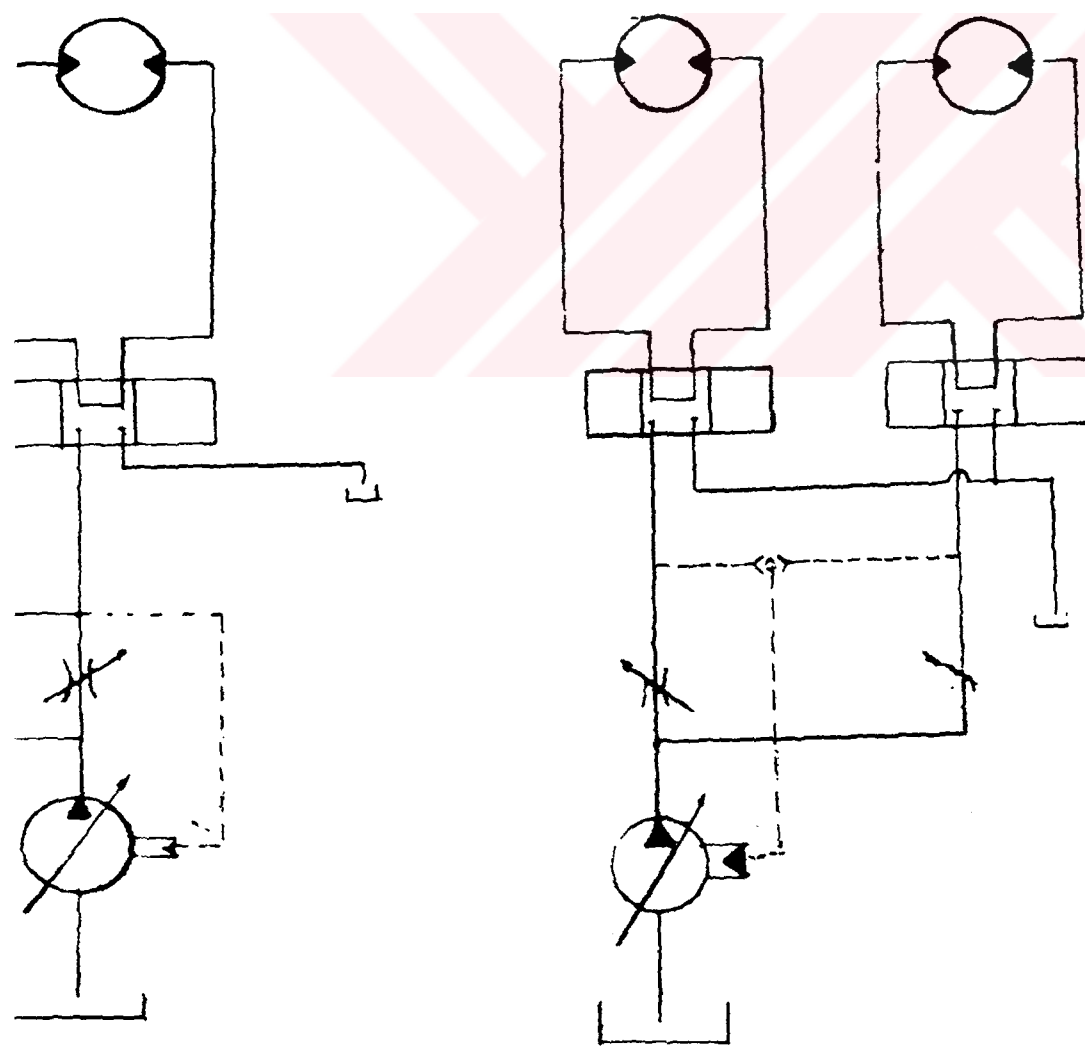
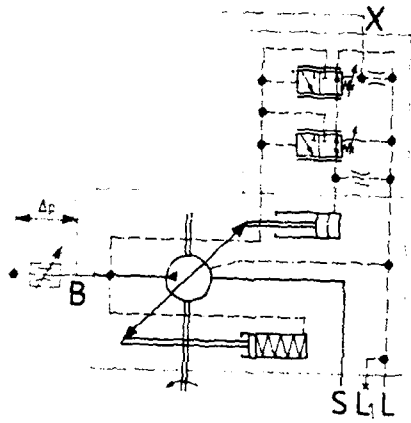
şemadan tesbit edilebilir..



b-Değişebilen değerlerde sabit debi (sabit hız) sağlamak için yapılan DFR regülasyonu ;

Kısma sabit değilde ayarlanabilen bir orifis ise , kısmanın ayarı ile oynayarak pompadan kullanıcıya giden debiyi dolayısıyla kullanıcının hızını değişken yüklerde ve hatta değişken pompa tahrik hızlarında bile sabitlemek mümkündür. Bu durumda da DR ayar basıncının altında kalan her türlü değişken sistem basıncında , kısmanın ayarına isabet eden belli bir pompa debisi sabit olarak vardır. Kısma olarak klasik hız ayar valfleri veya proporsiyonel yön valfleri kullanılabilir. Kısma valfini seçerken, sistem basıncını ve istenilen debi kapasitelerine uygunluğu dikkate alınmalıdır.

Aynı pompadan birden fazla kullanıcı yağ alıyorsa kullanıcıların hızları birbirinden farklı olması gerekiyorsa kullanıcılar aynı anda devreye giremedikleri müddetçe sadece pilot hatlarını veya valfi üzerinden x hattına bağlamak yeterlidir. Eğer kullanıcıların aynı anda devreye girmesi gerekiyorsa kendi içinde basınç kompensatörü olan kısma valfleri kullanmak gerekmektedir.



DFLR Regülasyonu

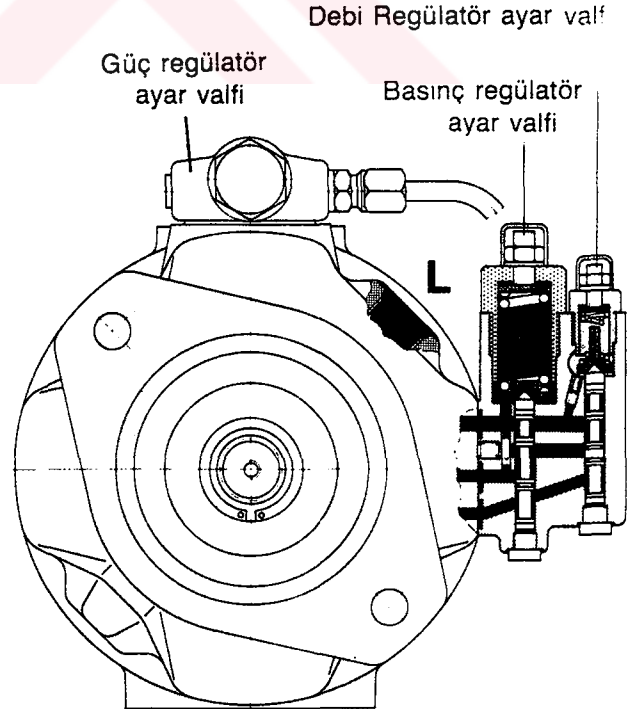
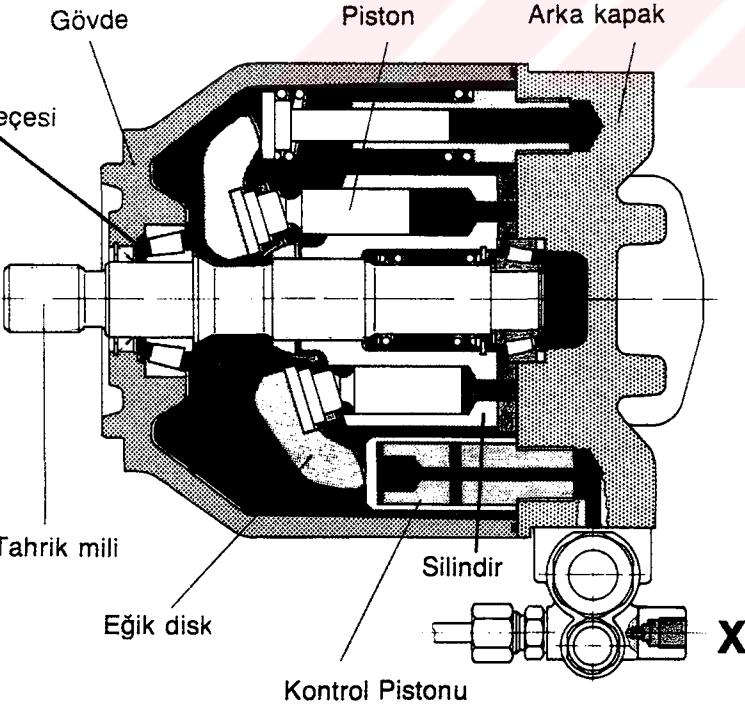
Basınç ve debi regülasyonuna ek olarak bir de güç regülasyonu isteniyorsa , pompanın üstüne ek bir güç regülatör valfi takılarak bu fonksiyon sağlanmaktadır.

Taranmış alan içinde güç kontrolünü ayarlamak mümkündür. Güç regülasyonunun başlangıç noktası olarak en düşük 50 bar ayarlanabilmektedir.

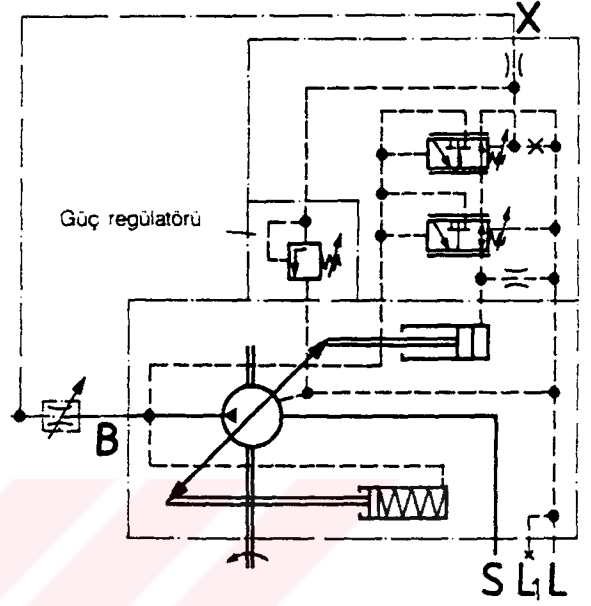
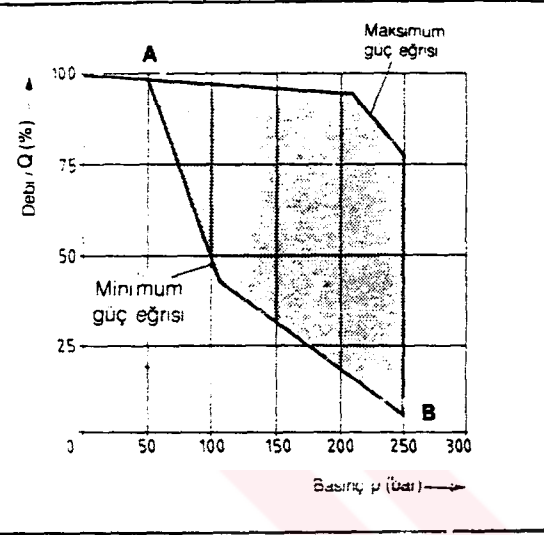
A-Güç regülasyonunun başlangıç noktası

B-Güç regülasyonunun bitiş noktası

Güç regülatörünün iki tane hidrolik çıkış ağzı vardır. Bunlardan biri bir boru vasıtası ile FR regülatörünün herhangi bir x ağzına bağlanmıştır. Güç regülatöründeki diğer çıkış ağzı ise ya bir kör tapa ile kapanmıştır ya da içinde 0.8 mm. çapında bir orifis olan altıgen bir adaptör ile bağlanmıştır. Eğer kör tapa ile kapanmışsa bu durumda içinde 0.8 mm. orifis olan altıgen adaptör FR regülatörünün diğer x ağzına bağlanmış olması gerekir. Pompanın güç regülasyonu yapabilmesi için pompanın çıkış hattından alınacak bir pilot hattının , içinde 0.8 mm orifis olan adaptöre bağlanması gerekir. Aksi halde pompa güç regülasyonu yapamaz ve hatta çalışma basıncıda oluşturamaz. Adaptörün güç regülatöründe mi yoksa FR regülatöründe mi bulunması gerektiği sorusu fonksiyon açısından mühim değildir. Her ikisi de netice olarak aynıdır. Bu sadece yer açısından dikkate alınması gereken bir alternatiftir.



FLR - Basınç, Debi ve Güç Regülatörü

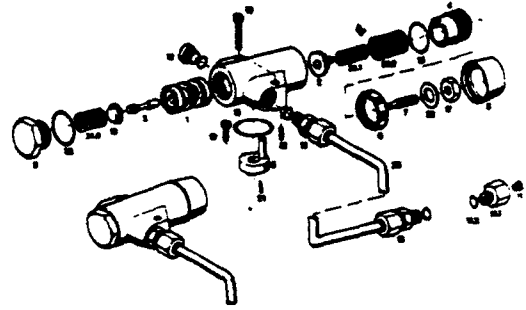
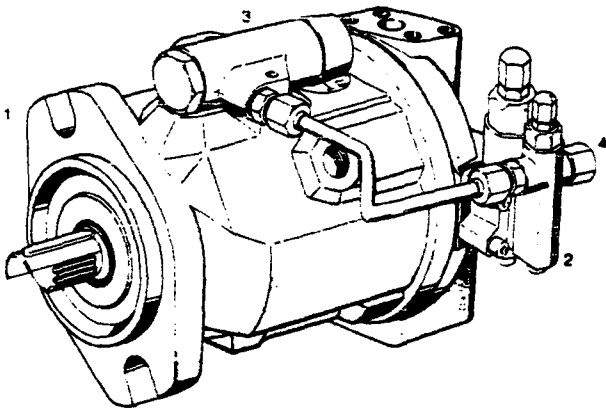


Taranmış alan içinde güç kontrolünü ayarlamak mümkündür.

Bu diyagramda minimum ve maksimum güç eğrileri arasında kalan taralı alan, pompaya uygulanacak en uygun tahrik gücü seçimini sağlar. Bu da sistemin en verimli şekilde çalışmasını gerçekleştirir.

A: Güç regülasyonunun başlangıç noktası

B: Güç regülasyonunun bitim noktası



Eğer sistemde güç regülasyonuna ek olarak bir de debi regülasyonu istenmiyorsa pompa çıkışından bir pilot hat alarak güç regülatörü üstündeki adaptöre bağlamak yeterlidir. Bu durumda pompa DR ve LR (basınç ve güç) regülasyonlu olarak çalışır. Eğer sistemde güç regülasyonuna ek olarak bir de debi regülasyonu isteniyorsa, pompa çıkışına bir kısma valfi yerleştirilir ve bunun arkasından alınan pilot hattı güç regülatörü veya FR regülatörü üstündeki adaptöre bağlanır. Bu durumda pompa DR, LR ve LR güç eğrisinin altında kalan alanda da FR regülasyonlu olarak çalışır. Böylece bu alanda istenilen değerlerde hız sabitlemesi yapmak mümkündür. DFLR regülatörlü pompadan stand-by konumunda aynen FR kontrollü pompada olduğu gibi gerçekleşmektedir ve stand-by basıncı 20 bar kadardır. Stand-by konumunda (kısma valfi tamamen kapalı ve x ağız tanka açık) pompanın yaklaşık 2lt/dak'lık iç sızıntısı ve 5,5 lt/dak'lık da pilot yağ harcaması olmak üzere toplam 8 lt/dak'lık yağ harcaması vardır. Bu sebeple stand-by konumunda enerji kaybı ve yağ ısınması yaklaşık $8 \cdot 20 / 600 = 0,27$ kw kadar olmaktadır.

Eğer sistemde kısma valfi kullanılmazsa veya açık bırakılırsa veya x hattı tam olarak tanka açılmamışsa, bu durumda pompa sıfırlanmış pozisyonda iken güç eğrisinin bitiş noktasındaki ayarlanmış basınç hakimdir. Bu durumda mesela 250 bar'da sıfırlanmış pompada 5,5 lt/dak'ya kadar pilot yağ kaybı ve 3,5 lt/dak'ya kadar da sızıntı kaybı olduğundan toplam $9 \cdot 250 / 600 = 3,75$ kw güç kaybı ve yağ ısınması meydana gelmektedir. Eğer sistemde kullanılan diğer valf ve elemanlarda da sızıntılar varsa bu sızıntıların doğurduğu enerji kayıpları ve yağ ısınması ayrıca hesaplanmalıdır.

Pompalarda Enerji Kayıpları ve Yağ Isınması

Yağ soğutma kapasitesini tesbit ederken önceki sayfalarda anlatılan Pqnull eğrilerini dikkate almak gerekir. Ancak bu eğriler sadece pompanın kendi kayıplarını pompa sıfırlanmış pozisyonda iken vermektedir. Bu konumda iken sistemdeki diğer sızıntı kayıpları ayrıca bu hesaba eklenmelidir ve sistemin soğutma kapasitesi bu son değere göre belirlenmelidir. Aslında stand-by konumunda iken DR -DFR ve DFLR regülasyonlu sistemlerin güç kayıpları birbirinden farklıdır. Bu kayıpların teferruatlı hesabının gerekli olduğu durumlarda aşağıdaki değerlerden hareket ederek hesabını yapmak mümkündür.

Stand-by konumunda pompanın sızıntısı	2 lt/ dak
DR regülatöründe pilot yağ debisi ihtiyacı	3 lt/ dak
DFR regülatöründe pilot yağ debisi ihtiyacı	5 lt/ dak
DFLR regülatöründe pilot yağ debisi ihtiyacı	5,5 lt/dak
Her 100 bar için pompadaki ek sızıntı ihtiyacı	2 lt /dak

Buna göre sistemde başka bir yerde sızıntı olmadığı göz önünde bulundurularak

Örnek 1

250 bar'a ayarlı DR pompada stand-by

$2+3+5 = 10$ lt /dak toplam sızıntı

Stand-by basıncı 250 bar

Güç kaybı $10 \cdot 250 / 600 = 4,16$ kw

Örnek 2

250 bar ' a ayarlı DFR pompada stand-by

$2+5=7$ lt /dak toplam sızıntı

Stand-by basıncı 20 bar

Güç kaybı $7 \cdot 20 / 600 = 0,23$ kw

Örnek 3

50 - 250 bar ' a ayarlı DFLR pompada

a-Sıfır konumunda stand -by

$2+5,5=7,5$ lt / dak toplam sızıntı

Stand-by basıncı 20 bar

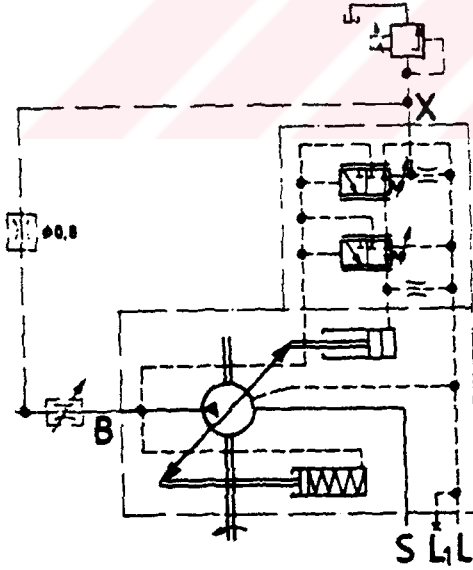
Güç kaybı $7,5 \cdot 20 / 600 = 0.25$ kw

b-Güç eğrisi üstünde örneğin $p=200$ bar ' da stand-by

$2+5,5+2=9,5$ lt /dak toplam sızıntı

Güç kaybı $9,5 \cdot 200 / 600 = 3,16$ kw

Pompalarda debi uzaktan basınç kontrollü olarak da kontrol edilebilir.

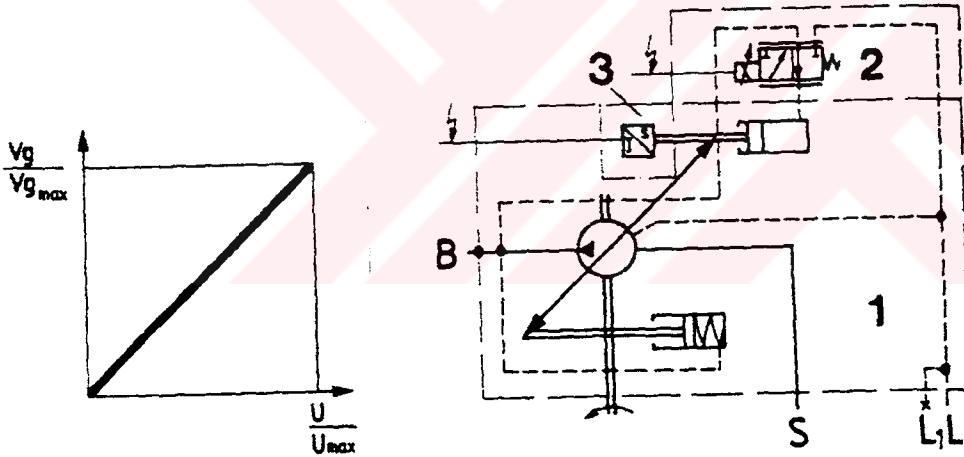


Böyle bir devrede pompa debisi uzaktan, sistem basıncı DR ayarına ulaşıncaya kadar çeşitli değerlere de ayarlanıp sabit tutulabilir. Bu devrede P2'den alınan pilot basıncı aksesuar basınç emniyet ventili üzerinden başka bir değere düşürülerek pompaya yalnızca bir P2 basıncı bindirilerek pompa kandırılır. Pompa kendi debi ayarıyla P1-P2-DP=14 bar'ı sabit tutmaya çalışacağından aynı nisbette debisini kıсар. Ayar basıncı emniyet valfi olarak DBDH 6 veya DBET 30 veya DBETR valfleri kullanılabilir.

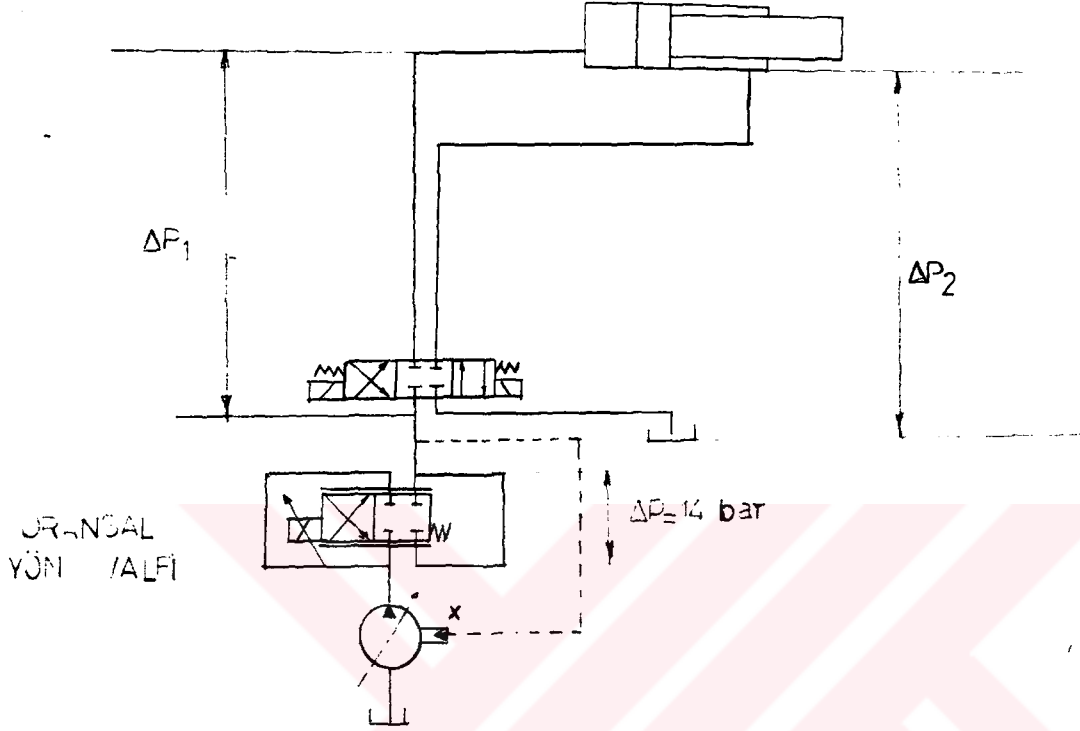
FE-Elektrik Kontrollü Debi Regülasyonu

Bu ayar üstünde pompa debisi, pompa çıkışına ayrıca konacak primer basınç emniyet valfinde ayarlanmış sistem basıncına ulaşınca kadar sabit kalır. Eğer kullanıcının hareketi bittiğinde elektronik olarak tekrar pompa debisi sıfırlanmazsa pompa sabit bir pompa gibi çalışır ve bu debiyi basınç emniyet valfi üstünden tanka boşaltır. Pompa kendi içine aldığı pilotla kontrol yaptığından kontrol yapabilmesi için pompa hattında her zaman asgari 20 bar basınç olması gerekir. FE regülatörü elektronik kart yardımı ile de kontrol edilebilir. 24 Volt'la çalışan bu kartla kalkış ve duruşlarda 5 saniyeye varıncaya kadar ivmelenme ve frenleme zamanı ayrı ayrı ayarlanabilmektedir.

FE regülatörlü bir sistemde hareket halinde sistem basıncına sık sık ulaşma durumu varsa veya pompanın sıfırlanması başka bir ek üsul ile hareket bittiği zaman sağlanmışsa FED-regülatörü seçilir. Burada elektronik olarak yapılan debi ayarına ilave olarak ayrıca DR regülasyonu da sağlanmıştır.



Pompalarda Elektronik Olarak Proporsiyonel Debi Ayarı;



Kullanıcının yönünü değiştirmek gerekmiyorsa (örneğin; hep aynı yönde dönen bir motorun hız ayarı) devrede ayrıca bir yön valfi kullanmaya lüzum yoktur.

Proporsiyonel yön valfi seçiminde çekirdek üstü basınç kayıpları $D_p=14 \text{ bar}$ eğrisi üstünde çalışılacak şekilde dikkate alınmıştır.

Pompanın DR basıncının kullanıcı için gerekli basınç p değerinin $14 \text{ bar} + DP_1 + DP_2$ +diğer kayıplar kadar üstünde ayarlanması gerekir.

Böyle bir devrede yön valfi orta konumundayken pompanın DFR fonksiyonunda (yani yaklaşık 20 bar . sızıntılar kadar enerji kaybıyla) stand-by olması için oransal yön valfinin de tamamen kapanmış olması gerekir.Potansiyometresi belli bir değere ayarlanmış devrelerde yön valfi orta konumuna girdiğinde, oransal yön valfi de otomatik olarak sıfır pozisyonuna girmiyorsa , sistemde hakiki DFR stand-by olması ve ısınma olmaması için pilot hattının sun'i olarak kapatılması gerekir.Süratli bir stand-by'a geçiş için aynı anda x hattını yine suni olarak tanka açmak da faydalı olabilir.Ancak bu hatların iç çaplarının mümkün olduğunca büyük , boylarının mümkün olduğunca kısa ve basınç kayıplarının asgari olması gerekir.Bu yardımcı valfdeki sızıntılarında mümkün olduğunca asgari değerlerde tutulması gerekmektedir.

PROJE YAPARKEN POMPA SEÇİMİNDE GÖZ ÖNÜNDE BULUNDURULMASI LAZIM OLAN FAKTÖRLER

Tablo 1' de değişik pompa tiplerinin özellikleri özet olarak verilmiştir.

1=çok iyi
2=iyi
3=yeterli
4=zayıf

TERCİHLER	AZP	IZP	ZRP	SSP	FZPE	FZPD	RKPI	RKPA	AKPSA	AKPSS
Kullanılabilir Hız Aralıkları	1	2	2	2	3	3	2	2	2	2
Kullanılabilir Basınç Aralıkları	2	2	3	3	3	3	1	1	1	1
Viskozite Aralığı	1	2	3	1	3	3	1	1	1	1
Maksimum Gürültü Seviyesi	4	1	2	1	2	2	3	3	3	3
Hizmet Ömrü	3	2	2	1	1	1	2	2	2	2
Fiyat	1	2	2	3	2	2	2	3	3	3

Dıştan Dişli Pompa
İçten Dişli Pompa
Dişli (Halkalı) Pompa
Vidalı Pompa
Tek Odalı Paletli Pompa
Çift Odalı Paletli Pompa
Eksantrik Şaftlı Radyal Pistonlu Pompa
Eksantrik Silindir Bloklı Radyal Pistonlu Pompa
Eğik Eksen Prensipli Eksenal Pistonlu Pompa
Eğik Disk Prensipli Eksenal Pistonlu Pompa

AZP
IZP
ZRP
SSP
FZPE
FZPD
RKPI
RKPA
AKPSA
AKPSS

Bu tablo , sadece pompalar arasında bazı özellikler bakımından karşılaştırmayı kolaylaştırır.

Örneğin pompanın basmış olduğu debi sistemde istenen debiden fazla ise oransal valf tarafından kısma yapılır ve böylece pompa ile oransal valf arasında basınç yığılması olur ve basınç D_p 14 bar basınç farkının üzerine çıkar. Pompa bu D_p basınç farkını hissederek debisini D_p basınç farkı 14 bar oluncaya kadar düşürür. Diğer bir misal de ; pompa debisi istenen sistem debisinden az ise bu durumda D_p basınç farkı 14 bar' ın altına düşer , bu durumda da pompa bunu hissederek D_p basınç farkı 14 bar oluncaya kadar debisini yükseltir.

BETON MİKSERİ

Değişken debili motoru tahrik etmek için araç motorundan veya ayrı bir motordan yararlanılır. Mikseri doldururken , karıştırırken veya boşaltırken aracın motoru düşük hızlarda döndürülür. (max $n=1600$ d/ dak) .Maksimum mikser hızına ulaşmak için pompanın ölçüsü uygun değerlerde olmalıdır.

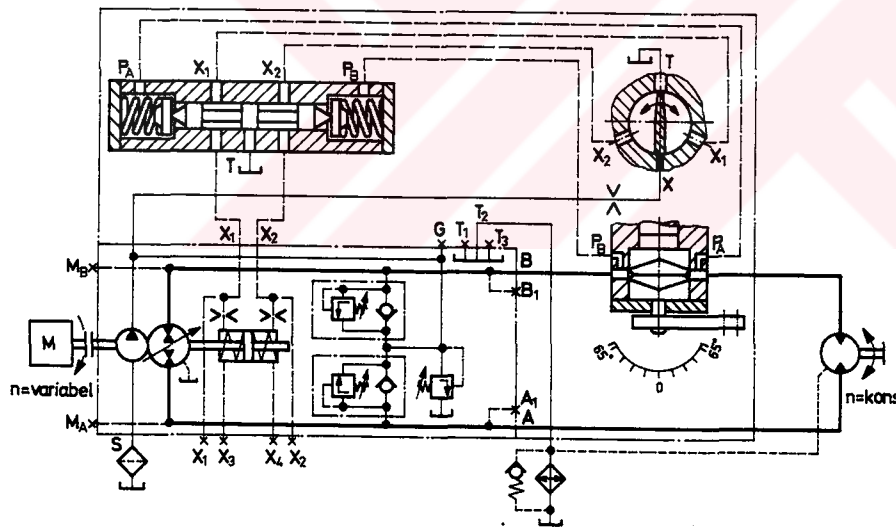
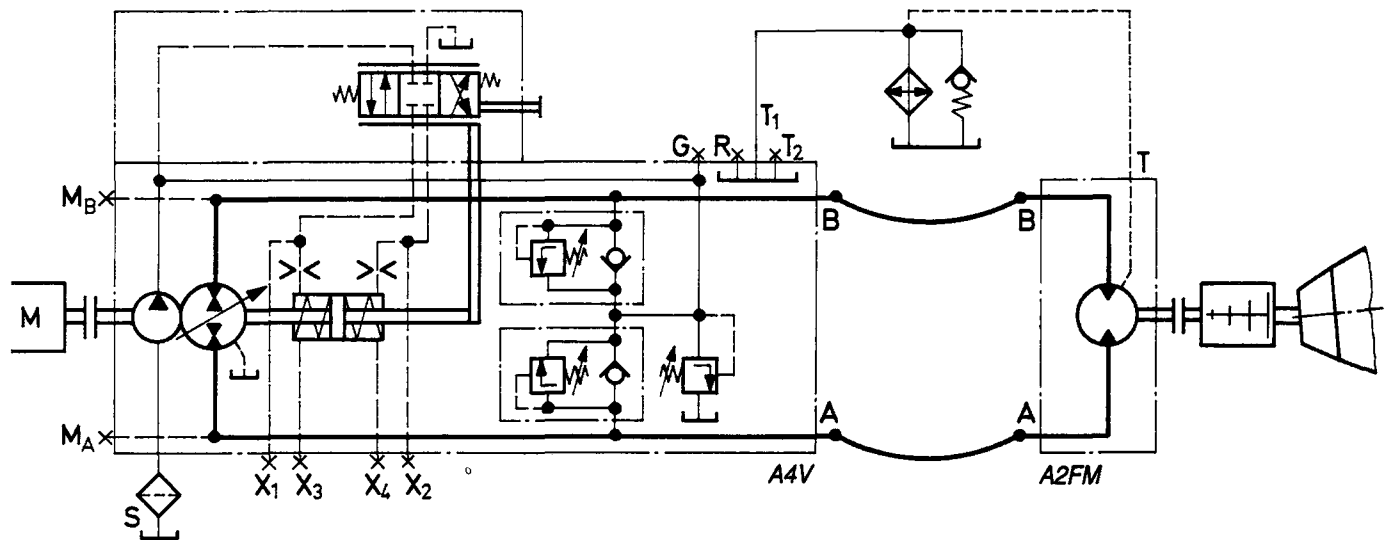
Tahrik motoru	Mikser ölçüsü	pompa	Motor
Ayrı Motor	4-6 m ³	40	
	6-8 m ³	56	63
Araç motoru	4-6 m ³	71	
	6-8 m ³	90	56
	> 8 m ³		

SABİT HIZ TAHRİĞİ

Standart tahriklere karşılık , sabit hız tahrik modellerinde (tamamen hidrolik model), önceden seçilen tahrik hızı motorun hızından bağımsızdır. Bunun getirdiği avantajlar; seyahat esnasında , mikserin karıştırıcı olarak da çalıştığı durumda mikser sabit bir düşük hıza ayarlanır. ($n=1$ d/ dak). Aracın hızının azalması veya artmasıyla ileri gelen ivmeden mikserin etkilenmesi elimine edilmiştir. Bu dönen kısımların daha az aşınması anlamına gelmektedir. Böylece daha az yakıt sarfiyatı olur.

Araç ivmelendiği zaman mikser için ayrıyeten bir güce gerek yoktur. Seyahat esnasında betonu karıştırırken dahi , suyun doğru miktarlarda verilmesi ayrıyeten bir güç ihtiyacı doğurmaz. Dönmenin yönü ve mikserin hız ayarı sonsuz olarak ayarlanabilmek, bu hızın sabit tutulması kontrol çubuğu sayesinde imkan dahilindedir.

Ayarlı kısma ana besleme hattına konarak debi ayarı yapılır. Ayarlı kısmının dönme yönüne bağlı olarak pompanın dönüş yönü değiştirilerek mikserin dönüş yönü değiştirilir. Eğer basınç düşümü kismada 5 barı aşarsa pompanın kontrolü için gerekli olan pilot basıncı ($x1, x2$) fazla olan yağın tanka verilmesi sayesinde azaltılır. Bu sayede pompanın hızlı dönmesine rağmen iç pistonlarının açısı azaltılarak gönderilen yağ miktarının sabit tutulmasını sağlar. Gereken mikser hız ayarı kısma alanına bağlı olarak belirlenir. Kontrol çubuğunun açısını arttırsak kısma alanınıda arttırarak yüksek mikser hızı elde edilir.



BETON POMPASI

Eksenel pistonlu beton pompası;

Beton pompası tahrikinde ilave olarak , karıştırıcı , su pompası ,dağıtım kolonları hidrostatik olarak tahrik edilir.

Kapalı Devre Olarak Sistemin Tahriki

Beton pompasının kapalı devre uygulamalarında tahriği değişken deplasmanlı pompalar ile sağlanır.Bu pompalarda kontrol tipleri olarak basınç kontrollü debi ayarı HD veya elektrik kontrollü debi ayarı EL kumanda tipleridir.Büyük kapasiteli beton pompalarında paralel olarak çalışan çift değişken deplasmanlı pompalar kullanılır. HD kontrol organını kullanırken pilot basıncını 6..18 bar aralığında tutabilmek için basınç düşürücü valf kullanmak gerekir.Pilot basıncının 18 bar seviyesi pompanın bütün debisini basması demektir. 3 numara ile gösterilen 4/3 yön valfi pompanın eğik diskinin yönünü belirler . Basınç düşürücü valf sayesinde pilot basıncı sabit tutularak pompanın debisinin sabit kalması sağlanır.Pompanın tersine çevrilmek istendiğinde düşük basınç tarafında kavitasyona engel olmak için bir akümülatör sisteme ilave edilmiştir.Akümülatör karıştırıcıdan gelen yağ ile beslenir.Sisteme yerleştirilen yıkama valfi sayesinde sistemin aşırı ısınması engellenmiş olur.Buna karşılık açık devrede valf silindiri ayrı bir pompadan ve aküden beslenir.Akümülatör şarj olduktan ve ayarlanan basınç değerine ulaşıldıktan sonra pompa açısını sıfırlayarak debisini teorik olarak sıfırlar fakat basınç sabit kalır.Akümülatör silindirin geriye dönüşünün hızlandırılmasını sağlar.

Dağıtım Kolonu

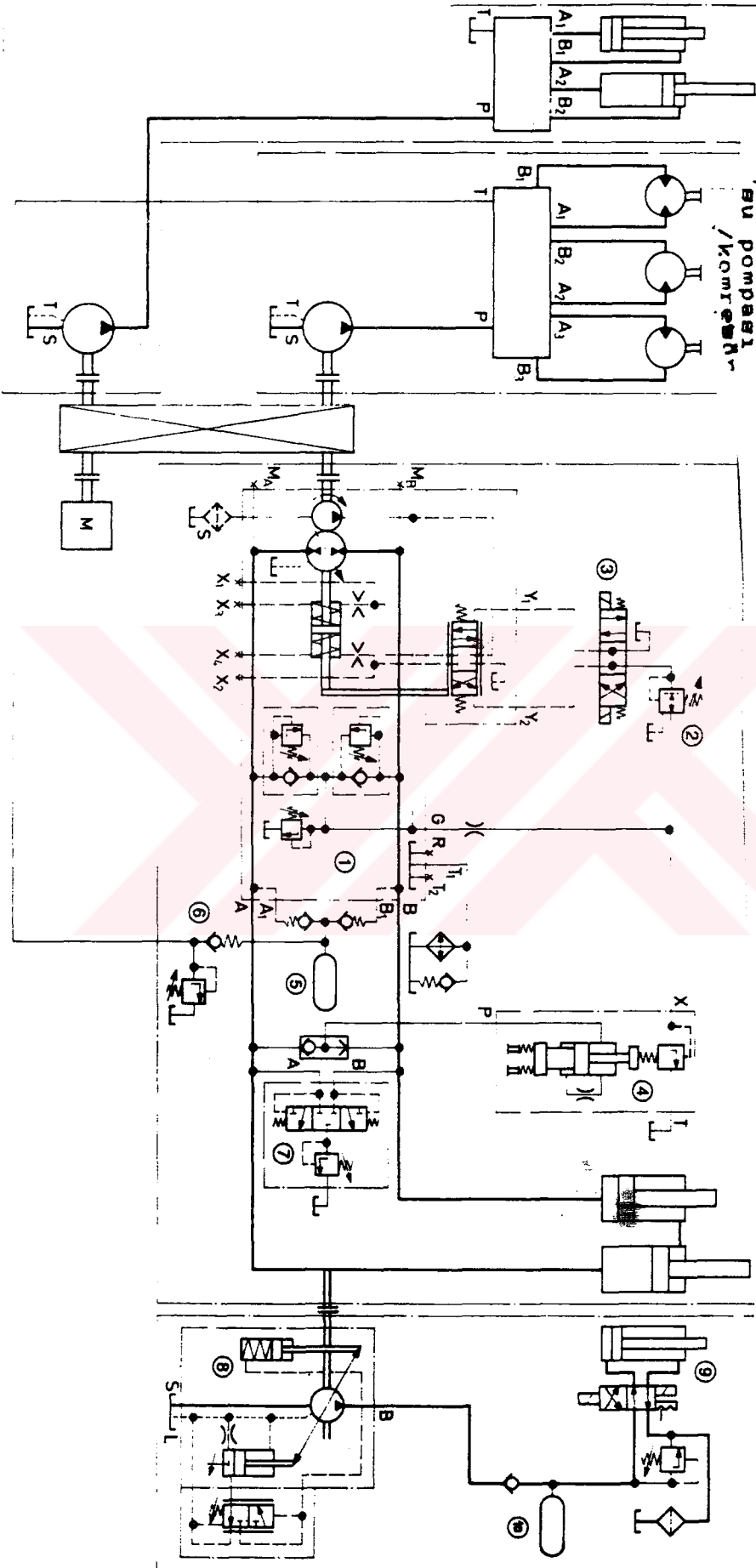
Bunun ölçüsüne bağımlı olarak kolonda sabit debili veya yük hissedicili pompa kullanılır.

Açık Devre Olarak Sistemin Tahriki

Beton pompasının ana silindirleri sabit basınç kontrollü değişken debili pompa ile tahrik edilir. Çıkış debisini kontrol için değişken debili pompaya strok limiteri yerleştirilmiştir.Mobil beton pompasında strok limiteri hidrolik olarak kontrol edilebilir. Pilot basıncı sistemin yüksek basınç tarafından bir hat ile sağlanır.Bu pilot basıncı bir basınç düşürücü sayesinde 5- 35 bar arasında düşürülerek ana pompanın debisini bu ayar aralığında ayarlamak mümkündür.Yüksek kapasiteli beton pompası normal olarak iki ayrı pompa ile tahrik edilir.

Değiştirim kolunu Karıştırıcı, su pompası / kompresör

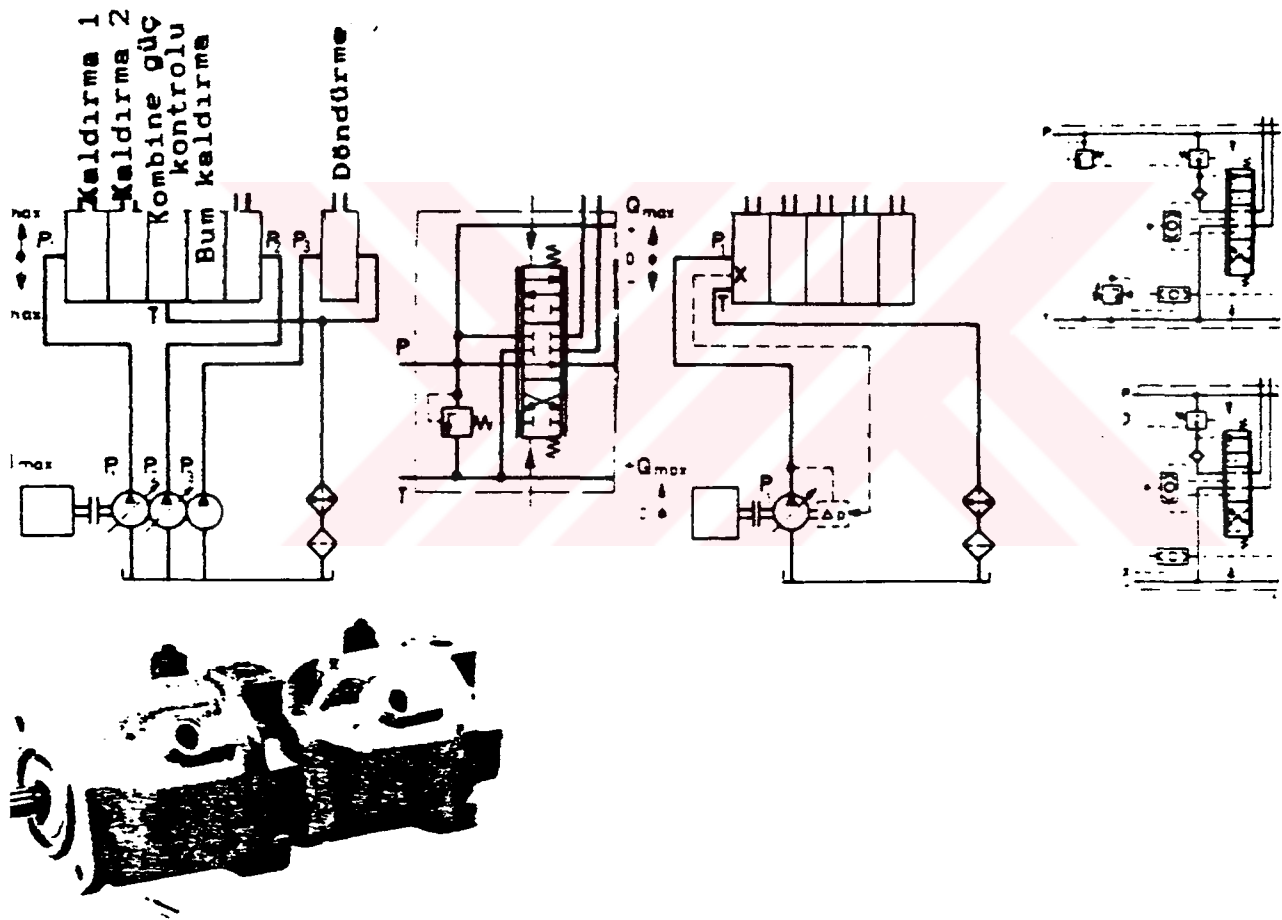
Reton pompası

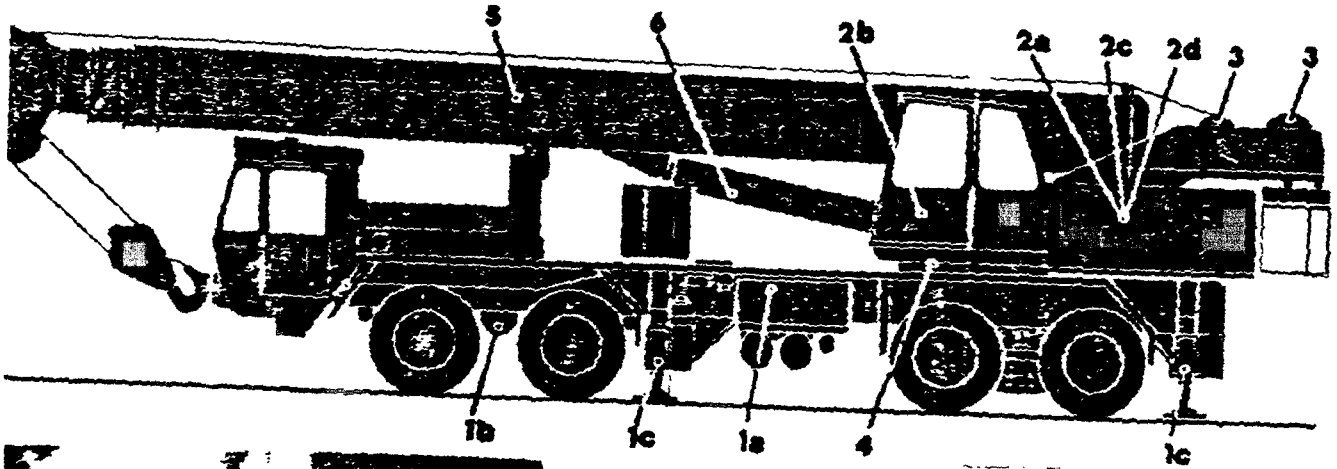


VİNC UYGULAMALARI

Hidrostatik tahrik sayesinde vinçlerde doğru pozisyonlama ve yüklerin ekonomik olarak taşınması mümkündür. Bu nedenle hidrostatik tahrik vinç endüstrisinde büyük bir kullanım alanı bulmuştur. Hidrostatik'in kısaca vinçlerdeki avantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz.

Birçok hareket bağımsız ve devamlı olarak yapılabilir,
Mükemmel bir kontrol imkanı ,
Hızlanma ve yavaşlama yumuşak bir şekilde sağlanır,
Kompakt bir yapıya sahiptir.
Mükemmel güç / ağırlık oranı ,Yüksek güvenilirlik





la ve ic

Dümen kontrolü ve pompası

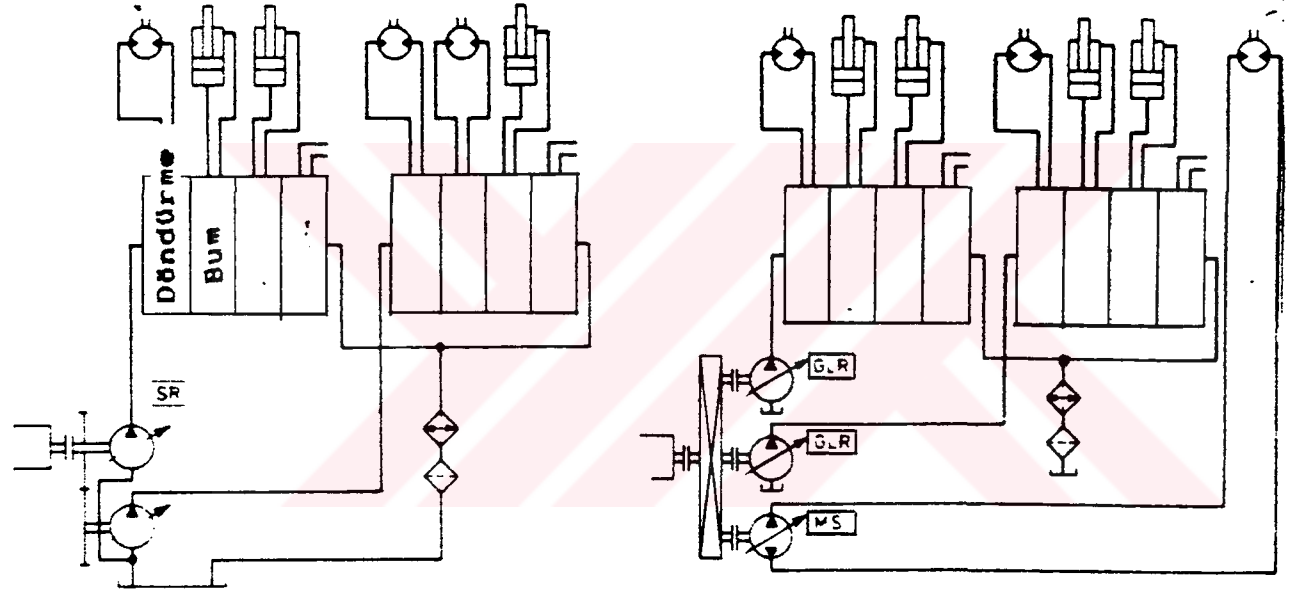
2a ve 2c Güç Ünitesi, kontrol valfleri

3 Kaidi-ya vanni

5 telescope's cylinder

EKSAVATÖRLERDE HİDROSTATİK TAHRİK

Hidrostatik uygulamaların ilk kullanıldığı yer eksavatörlerdir. Bunun sebebi eksavatörlerde lineer ve dönen hareketlerin aynı anda istenmesidir. Hidrostatik transmisyon ve diğer tip transmisyonlara oranla en üstündür. Günümüzde her tür ve her tonajdaki eksavatörlerde hidrostatik tahrik kullanılmaktadır.

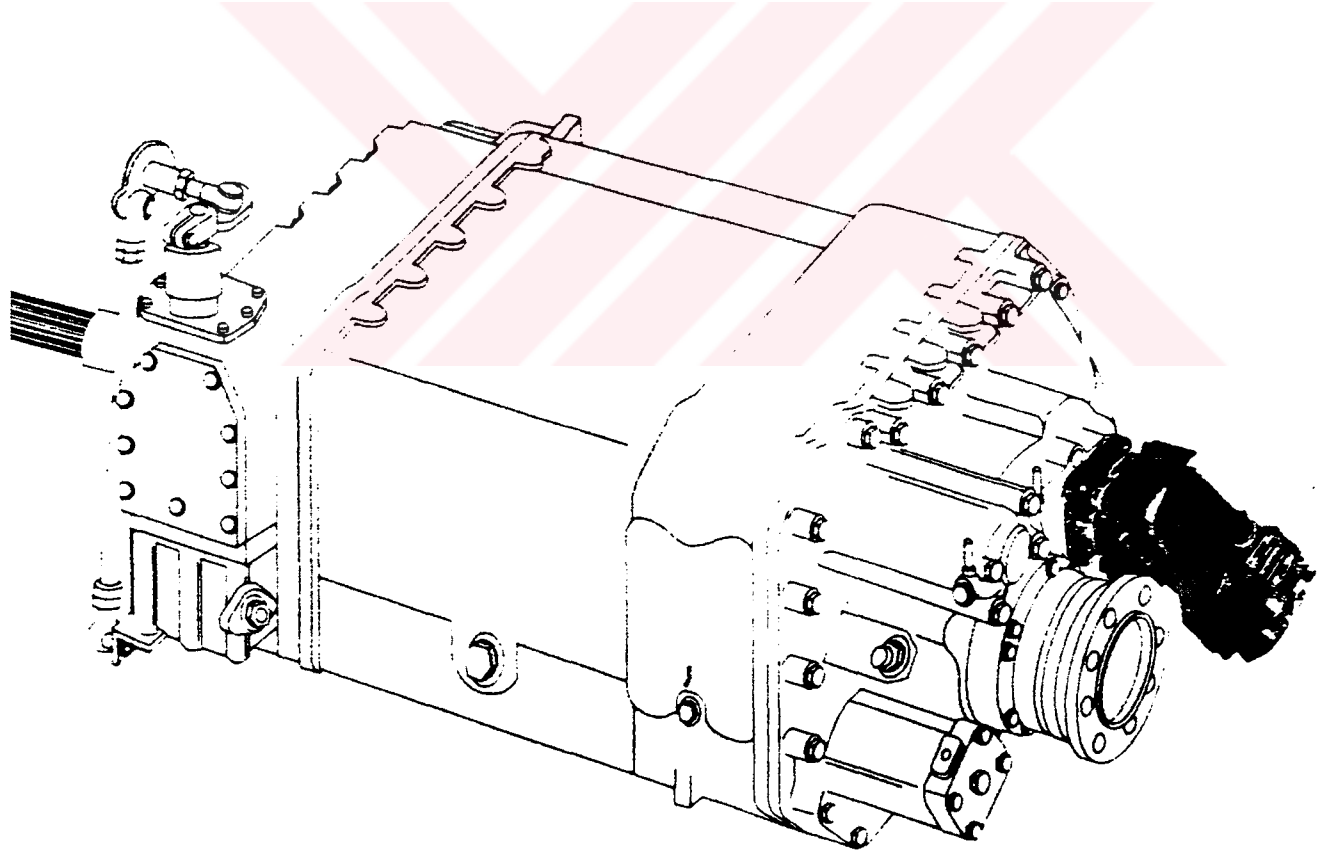


KAMYONLARDA HİDROSTATİK

Kamyon sistemlerinde kullanılan aksenal pistonlu pompalar araç üzerinde mevcut bütün hidrolik elemanların ihtiyacına cevap verecek şekilde seçilmelidir.

Şanzumana direkt olarak akuple edilen hidrolik pompa sayesinde kardana miline ve diğer tip bağlantılara ihtiyaç kalmamaktadır. Bu özellik sistemin güvenilirliğini, ömrünü ve performansını oldukça iyi bir derecede artırmaktadır. Bu sistemde kullanılan pompanın sızdırmazlığı O-ringlerle sağlanır. Bu sayede basınç altında pompada sızdırmazlık kesin olarak sağlanmış olur. Bu özelliği pompanın su karışımları içeren alanlarda da kullanılmasını mümkün hale getirmektedir.

Pompa ve PTO arasındaki sızdırmazlık sayesinde sistemin dışarıya ve dışarıdan da sisteme karşı olan sızdırmazlığı sağlanmıştır. Pompanın hafif yapıdaki konstrüksiyonu büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Bu tip sistemlerde kullanılan pompalar flanş ölçüleri itibarıyla bütün Avrupa standartlarındaki dişli kutularına uymaktadır.



PALETLİ ARAÇLARDA HİDROSTATİK TAHRİK

Hidrostatik tahriğin avantajları sayesinde , hidrostatik tahrik paletli taşıtlarda vazgeçilmez duruma gelmiştir.Günümüzde kayak pisti bakım araçları , direnajaletleri maden araçları , eksavatörler ,greyderler gibi araçların bu tip tahrikten yoksun olarak düşünülmesi oldukça zordur.Hidrostatik tahriğin beraberinde getirdiği özel avantajlar;

Güç aktarma organlarını aşırı aşınmaya maruz kalan direksiyon bağlantı elemanlarını ortadan kaldırır.

Direksiyonun yapısını basitleştirir.

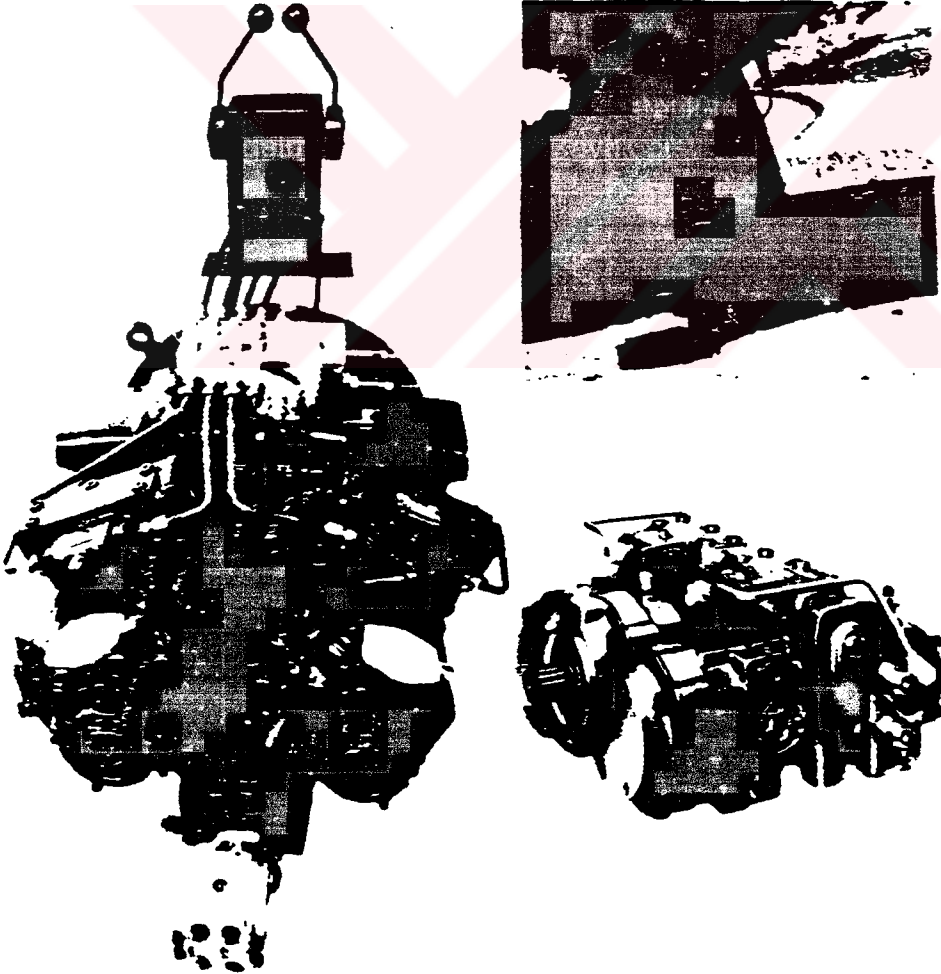
Mükemmel manevra imkanı sağlar.

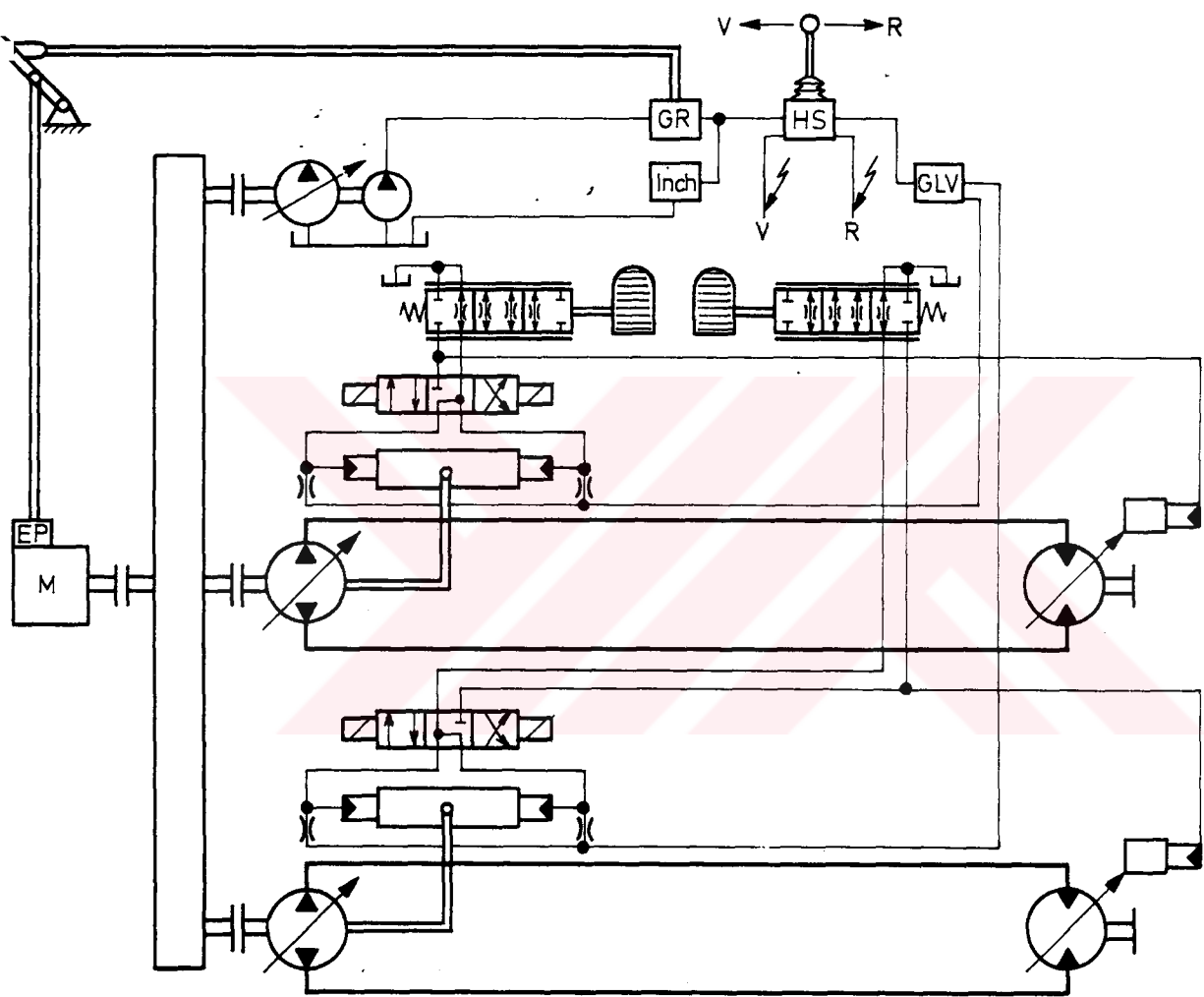
İki pompa arasında optimum ve adımsız tork imkanı sağlar,

Çalışma ve transport esnasında adımsız hız kontrolü,

Makinanın tip ve ihtiyacına göre değişik kontrol ayar organı imkanı ,

Otomatik transmisyon





EKSTRÜZYON PRESLERİNDE DEĞİŞKEN DEPLASMANLI POMPA UYGULAMALARI

Ekstrüzyon presleri biyet olarak tarif edilen silindirik kütüğü belirli bir kalıptan geçirerek profil elde edilmesini sağlar. Basma kuvveti 150 tondan başlayıp 3000 tona kadar olan ekstrüzyon presleri mevcuttur. Bu tip preslerde presin hızı profilin şekline göre ayarlanır.

Ekstrüzyon presleri genel olarak ikiye ayrılır .

1-Pirinç ekstrüzyonu

2-Aleminyum ekstrüzyonu

Bu iki pres arasındaki farklar kısaca pirinç ekstrüzyonunda biyetin soğumasını engellemek ve bir an önce baskıyı bitirmek için yüksek hızlar gerekmektedir(25-30 mm/s). Aleminyum ekstrüzyonda hızlar pirinç ekstrüzyonun yarısı kadardır.

Ekstrüzyon presinde 3 ana grup bulunur, bunlar;

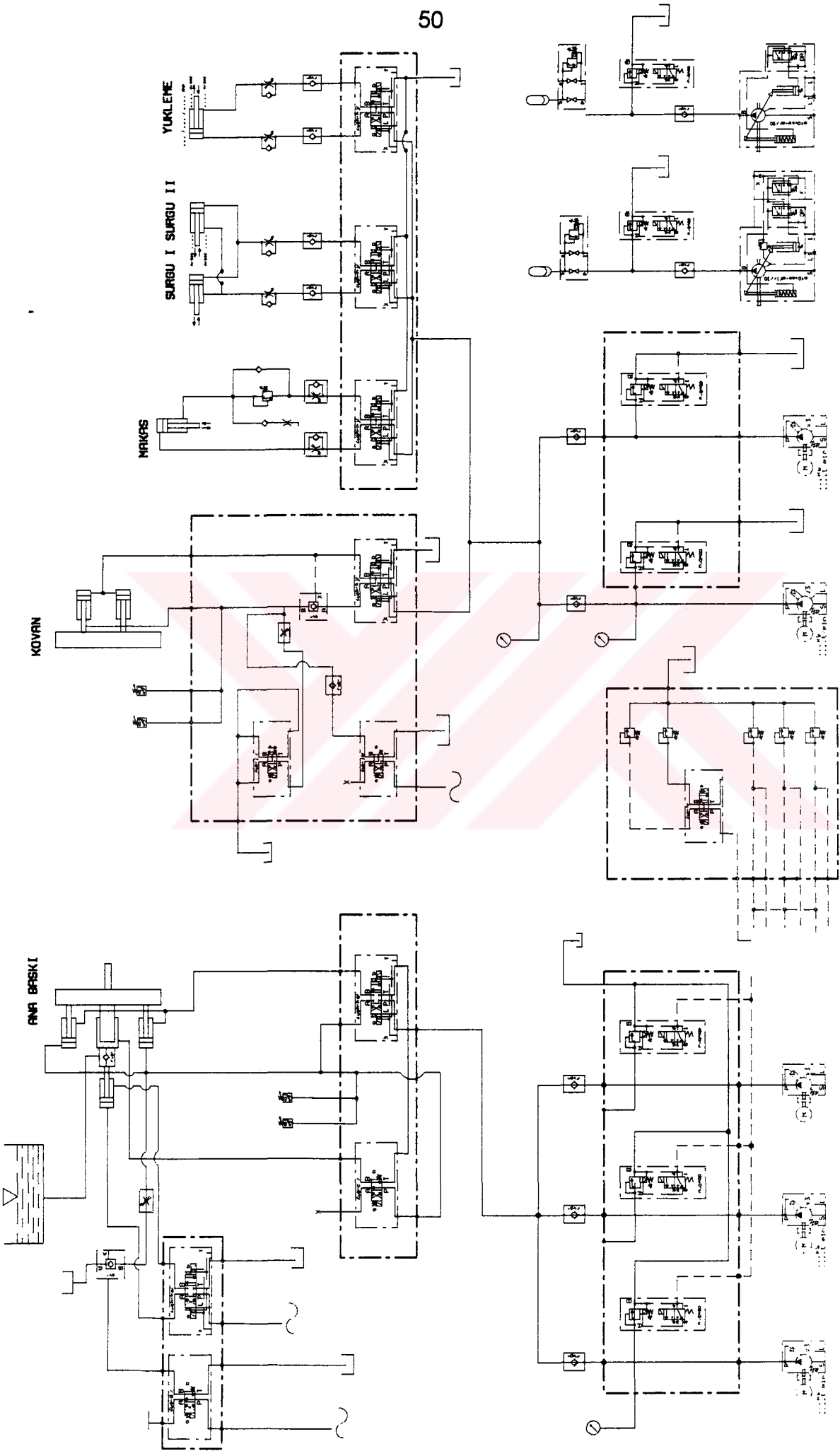
1-Ana baskı 2-Kovan 3-Makas

Çalışma prensibi her iki pres için yaklaşık olarak aynıdır. Kısaca prensip olarak, kovan silindirleri arkasında bulunan kalıbı sıkıştırırlar, ikinci olarak biyet kovanın içine yerleştirilir. Bu işlem otomatik veya elle yapılabilir. Daha sonra ana baskı bu biyeti sıkıştırarak parçanın kalıbın öbür tarafından profil olarak geçmesini sağlar. Makas ise parçanın yüzeyinde bulunan ve ekstrüzyon esnasında geride toplanmış olan okside olan parçayı keser. Bu işlem esnasında gerek profilin şekline bağlı olarak gerekse değişik işlemler sırasında değişik hızlar istenir. Bu yüzden bu tip preslerde değişken deplasmanlı pompaların kullanılması kaçınılmaz hale gelmiştir.

Bu tip preslerde HD kontrol organı kullanılır. Bu sistemde kullanılan pompaların normal çalışma basınçları 350-400 bar arasındadır. Elektronik olarak kumanda edilen preslerde kısaca PLC sistemiyle çalışan preslerde her tip profil için tecrübe edilen hız değerleri bu sistemin hafızasına yüklenerek verimli bir çalışma sağlanır. Bu tip tam otomatik sistemlerde pompanın kontrol organında oransal valf olarak tabir ettiğimiz valfler kullanılarak, elektronik sistemle uyumlu çalışabilmesi sağlanır.

SABİT ZİMBALİ ARKADAN YÜKLEMELİ 1500 TONLUK EKSTÜRÜZYON PRESİNİN GENEL ÇALIŞMA PRENSİBİ

Başlangıç konumunda bütün bobinler enerjisiz, pompalar starta basılarak devreye alınır. Bu sistemde kullanılan pompalar HD olarak adlandırdığımız kontrol organına sahiptir (bunun anlamı basınca bağımlı debi kontrolü). Bu durumda oransal basınç emniyet valflerinin enerjisi olmadığı için pompanın eğik diskinin açısı sıfırdır. Bu sayede pompa boşta iken sadece kendi iç kaçaklarını karşılayacak kadar debi basar. Daha sonra otomatik çevrim düğmesine basılır, ilk olarak kovan geri gelerek kalıpla öpüşür ve belirli bir kalıp kapama basıncına ulaşılır ve basınç şalterinin uyarısı ile kovan kilitlenir bu durumda yüklemenin yön valfinin bobinine uyarı vererek biyet zimba hizasına kadar kaldırılır. Yine bu pozisyonda sviç uyarısı ile hissedilerek ana baskının bobinin çektilmesi sağlanır ve ana baskının yan kollarına yağ gönderilerek ana baskının hızlı bir şekilde ileri gitmesi sağlanır. Biyete 3 ila 4 cm kala sistem frenletilerek ana pompadan hem yan kollara hem de ana silindire yağ gönderilerek presleme hızına geçilir. Pres baskı işlemini bitirdikten sonra sırasıyla ana baskıda ve kovanda dekomprasyon yapılır. Kovanda dekomprasyon sonunu basınç şalteri belirler bu şalterden alınan uyarı ile ana baskının ve kovanın geri gitmesi sağlanır, kovan , makasın girebileceği kadar açıldıktan sonra makas aşağı inerek geride kalan parçayı keser ve alt noktada bulunan bir sviçe çarparak yukarı çıkması sağlanır.



1500 TONLUK EKSTÜRÜZYON PRESİNİN PRENSİP OLARAK HESAPLANIP VALF BÜYÜKLÜKLERİNİN SEÇİMİ

Sistem çalışma basıncı $=dp=250$ bar

Ana baskı silindir çapı $=825$ mm

Ana baskı yan kollarının piston çapı $=203$ mm

Ana baskı yan kollarının mil çapı $=133$ mm

Kovan yan kollarının piston çapı $=170$ mm

Kovan yan kollarının mil çapı $=150$ mm

Yukarıdaki verilere göre alanların hesabı

Ana baskı silindir alanı $=\pi \cdot dpo^2/4 = 3,14 \cdot 82,5^2/4 = Apo$ (Piston tarafının)

$Apo=5342 \text{ cm}^2$

Ana baskı yan kollarının piston alanı $=3,14 \cdot 20,3^2/4 = 323,6 \text{ cm}^2$

$Apyo=2 \cdot 323,6=647 \text{ cm}^2$

$Apyo$ =Ana baskı yan kollarının piston alanı

Ana baskı yan kollarının mil alanı $=Apym$

$Apym=\pi/4 \cdot (dyo^2 - dym^2) = 3,14/4 \cdot (20,3^2 - 13,3^2)$

$Apym=184,7 \text{ cm}^2$

Sistem toplam debisi 360 lt/dk

Bu verilere göre ana baskının hızlı ileri giderken hızı

$Q=A \cdot V \cdot 3/50$ $A=(\text{cm}^2)$ $v=\text{cm/s}$ $Q=\text{lt/dk}$

$v=50 \cdot Q/(3 \cdot Ayo)=50 \cdot 360/(3 \cdot 647)=9,27 \text{ cm/s}$

Ana baskı presleme hızı

$v=50 \cdot Q/(3 \cdot At)$

At =Toplam silindir alanı (ana baskı yan kol alanı +ana baskı silindir alanı)

$At=Apyo+Apo$

$At=5342+647$

$At=5989 \text{ cm}^2$

$v=50 \cdot 360/(3 \cdot 5989)v=1 \text{ cm/s}$

Ana baskı geri dönüş hızı

$$v=50 \cdot 360/(3 \cdot 369)$$

$$v=16.2 \text{ cm/s}$$

Ana baskı kuvveti

$$F=p \cdot A_t \quad p=\text{Sistemin basıncı} \quad A_t=\text{Toplam silindir alanı}$$

$$F=250 \cdot 5989$$

$$F=1500 \text{ TON}$$

Kovan kapama kuvveti

$$p=210 \text{ bar}$$

$$A_{km} = \text{Kovan mil tarafı halkasal alanı}$$

$$A_{km}=3.14 \cdot (17^2-15^2) \cdot 2=100 \text{ cm}^2$$

buna göre kovan kapama kuvveti

$$F=100 \cdot 210$$

$$F=21 \text{ TON}$$

$$\text{Kovan açma hızı} \quad Q=181 \text{ lt/dk}$$

$$A_{km}=3.14 \cdot 17^2/4=226 \text{ cm}^2$$

$$v=50 \cdot Q/(3 \cdot A_{km})=50 \cdot 181/(3 \cdot 226)$$

$$v=13 \text{ cm/s}$$

Kovan kapama hızı

$$v=50 \cdot 181/(3 \cdot 100)$$

$$v=30 \text{ cm/s}$$

Makas kesme kuvveti

$$\text{Makas piston çapı}; 200 \text{ mm}$$

$$\text{Makas mil çapı} \quad ; 160 \text{ mm}$$

$$\text{Makas piston alanı}; A_{mo}=3.14 \cdot 20^2/4=314 \text{ cm}^2$$

$$\text{Makas mil alanı} \quad ; A_{mm}=3.14/4 \cdot (d_{mo}^2-d_{mil}^2)=113 \text{ cm}^2$$

Buradan kesme kuvveti; $P=210 \text{ barda}$

$$F=210 \cdot 314$$

Makasın aşağı inme hızı

$$v = 50 \cdot 380 / (3 \cdot 314)$$

$$v = 9.5 \text{ cm/s}$$

Makasın yukarı çıkma hızı

$$v = 50 \cdot 180 / (3 \cdot 113)$$

$$v = 26.5 \text{ cm/s}$$

Yukandaki hızlara göre hidrolik valflerin seçimi

Ana baskı valfinin seçimi;

Valf seçiminde gözönünde bulundurulması gereken en önemli husus yağın valften geçerken oluşturduğu basınç kaybıdır. Klasik valflerde basınç kaybının toplam olarak 5 veya en fazla 6 barı geçmesi istenmez, bunun sebebi oluşan basınç kaybından dolayı sistemin ısınmasını önlemek ve bu şekilde hidrolik malzemelerin ömrünün artmasını sağlamaktır.

Valfin seçiminde dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta hidrolik yağın mil tarafından verilip piston tarafından gelecek yağ miktarıdır.

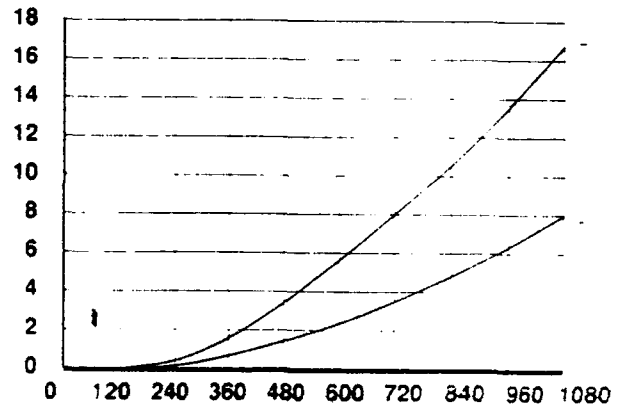
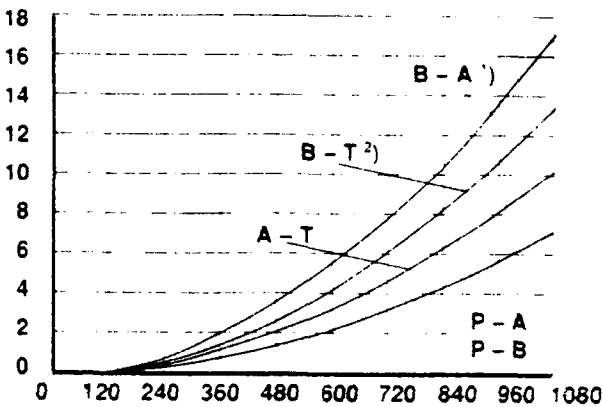
Yukarıdaki verilerde gözönünde bulundurularak ana valfin seçimi

Ana baskının geri gidiş hızı; 16.2 cm/s

Buna göre piston tarafından gelen yağ miktarı

$$Q = A \cdot V \cdot 3/50 \quad Q = 647 \cdot 16.2 \cdot 3/50 \quad Q = 628 \text{ lt/dak}$$

Bu verilere göre **REXROTH HYDRAULIC** komponent kitabından valflerin debi basınç eğrilerinden yararlanarak **NG32** ' lik valf seçeriz



Kovan valfinin seçimi

54

Kovanın kapanma hızı ;30 cm/s

Pompa debisi ;181 lt/dak

Buna göre dönüş debisi

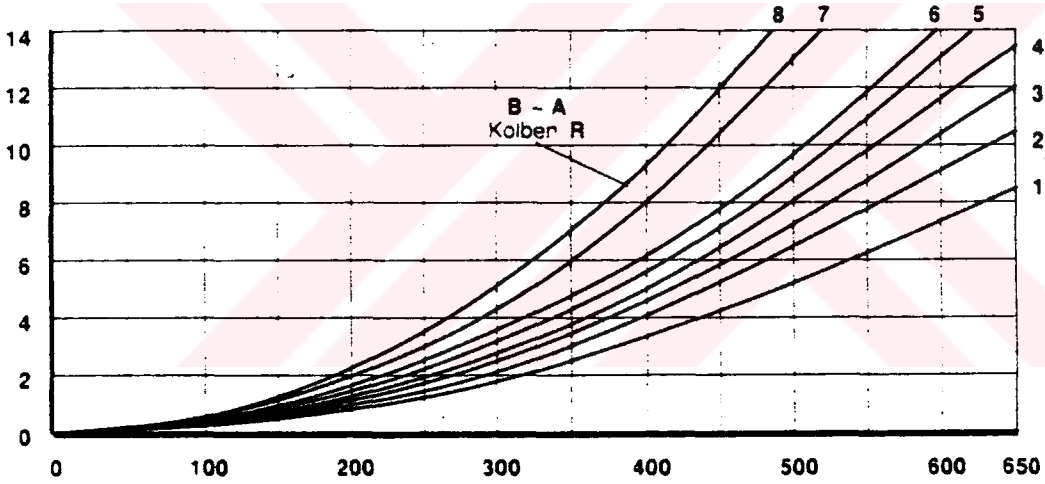
$$Q=A \cdot V \cdot 3/50$$

$$Q=206 \cdot 30 \cdot 3/50$$

$$Q=406 \text{ lt/dak}$$

Burada katalogdan bakarsak NG 25 'lik valf seçeriz.

S000	P-A	P-B	A-T	B-T	S000	P-A	P-B	A-T	B-T
E	1	1	1	3	P	4	1	1	5
F	1	4	3	3	Q	2	2	3	5
G	3	1	2	4	R	2	1	1	-
H	4	4	3	4	U	2	1	1	6
J	2	2	3	5	V	4	4	3	6
L	2	2	3	3	W	1	1	1	3
M	4	4	1	4	T	3	1	2	4



Makas valfinin seçimi

Kullanılan yağ miktarı;181 lt/dak

Kovan kapama hızı ;26.5 cm/s

Piston tarafından gelen debi miktarı

$$Q=A \cdot V \cdot 3/50$$

$$Q=26.5 \cdot 314 \cdot 3/50$$

$$Q=499 \text{ lt/dak}$$

Bu durumda katalogtan NG32'lik valf seçilir.

GENEL OLARAK HİDROLİK BİR PRESİN HİDROLİK DEVRE ŞEMASININ PROJELENDİRİLMESİ

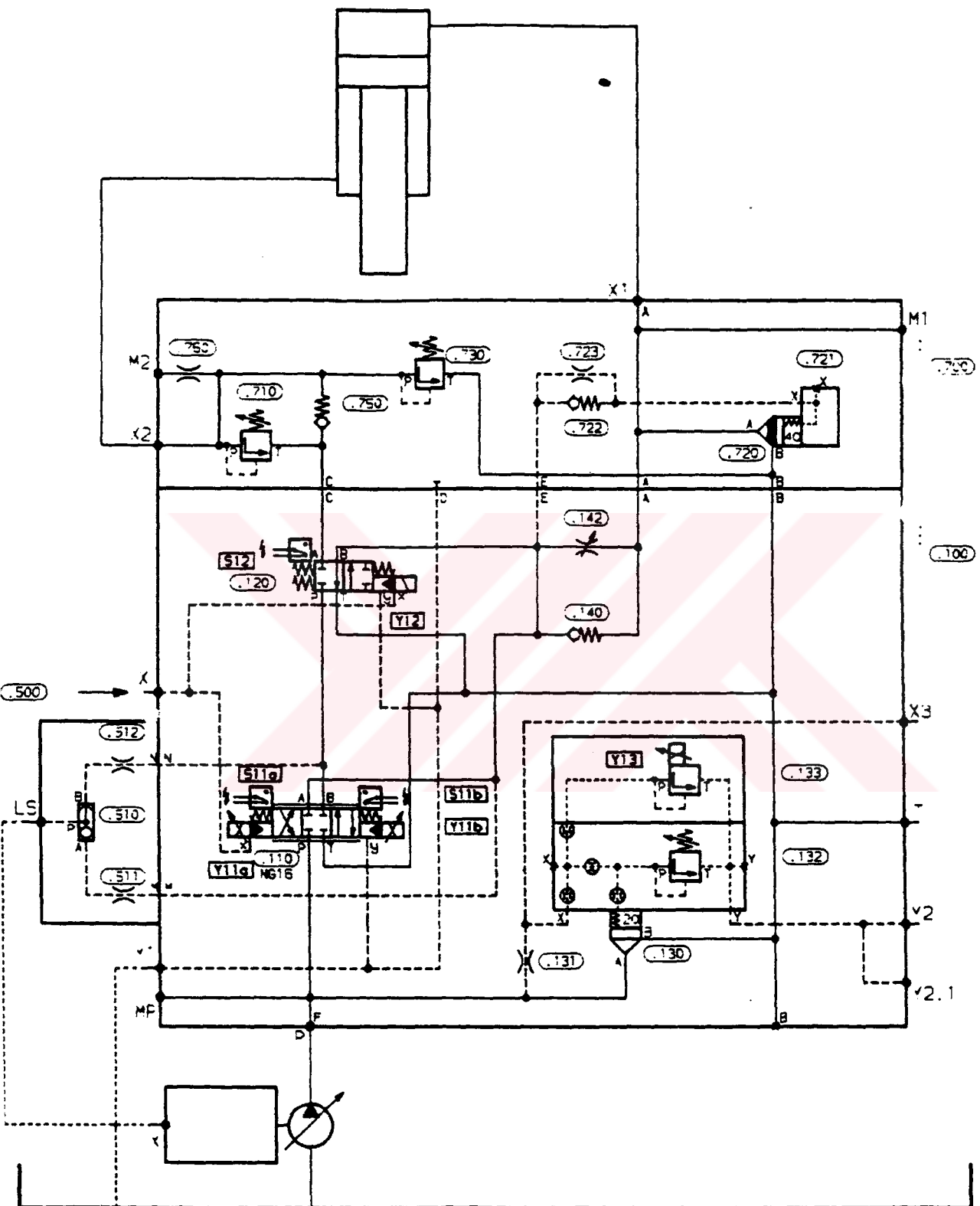
130 ve 133 numara ile gösterilen basınç emniyet valfleri hidrolik pompayı aşırı basınçtan korumak içindir. Maksimum basınç 132

numaralı valften ayarlanmaktadır. Sistemin basıncı 133 numaralı oransal valf ile sınırsız olarak 0 ile 132 ile gösterilen basınç emniyet valfi ile ayarlanmış maximum basınç arasında ayarlanabilmektedir.

Oransal valf sayesinde 0 barda by-pass'ta sağlanmaktadır. Sistemin hızı, silindirin yönü 110 numaralı valften ayarlanmaktadır.

Oransal valfin üzerindeki sviçler presin her hareketinden sonraki presin yukardaki konumunu (0 pozisyonunu) valfe bildirirler. Buna göre oransal valf otomatik olarak kendisini ayarlar. 120 numara ile gösterilen valf ise kaza önleme kurallarına göre sistemin emniyetini sağlamak için konulmuştur. Presin yukarıda ve aşağıdaki konumlarından uyarı alınarak bu valfin svcine uyarı verilir.

Sistemdeki dekomprasyon zamanı 142 numaralı debi kısma valfinden ayarlanır. Aynı zamanda dekomprasyon oransal valf yardımı ile de yapılabilir. Bu durumda debi kısma valfinin sonuna kadar açık olması gerekir. Presin yukarda durma basıncı 710 numaralı valf yardımı ile yapılır. Piston yukarı çıkarken geri dönüş yağı 721 numaralı valften tanka gönderilir. 730 no'lu valf aşırı basınç dalgalanmalarındaki şoku almak için konulmuştur. Burada ki basınç emniyet valfi normal sistem basıncının %10'u oranda daha fazla basınca ayarlanmıştır. Bu sistemde load-sensing ayar grubu kullanılarak, pompanın istenilen zamanda istenildiği kadar debi basması sağlanarak enerji tasarrufu sağlanmıştır.



YARARLANILAN KAYNAKLAR

1-REXROTH HYDRAULIC COMPONENT

2-THE HYDRAULIC TRAINER, VOLUME 1 ,MANNESMANN REXROTH

3-COMPONENTS AND SYSTEMS FOR PRESS , MANNESMANN REXROTH

4-THE HYDRAULIC TRAINER ,VOLUME 2 ,MANNESMANN REXROTH

5 THE HYDRAULIC TRAINER, VOLUME 3 , MANNESMANN REXROTH

6-THE HYDRAULIC TRAINER ,VOLUME 4, MANNESMANN REXROTH

7-PRESS MODULES TYPE M , MANNESMANN REXROTH

8-AXIAL PRESS UNITS, HYDROMATIC MANNESMANN REXROTH

