

MOTORLU ARAÇLARIN SOĞUTMASINDA HİDROSTATİK FAN TAHİRİĞİ

Pars KAPLANGI

ÖZET

Günümüzde, çeşitli iş makinalarında (vinçler, yükleyiciler, hafriyat makinaları gibi), otobüslerde, demiryolu araçlarında, ağır yük taşıma araçlarında ve Diesel motorlarıyla tahrik edilen çeşitli makinalarda Hidrostatik Fan Tahriği sıkça kullanılmaktadır.

Hidrostatik tahrikli fanın görevi, içten yanmalı motorun çevrimi esnasında oluşan ve radyatöre ulaşan ısı kayıplarını atmosfere atmak dolayısıyla da motoru soğutmaktır. İçten yanmalı motorlarda optimum verimi yakalamak, EURO 3 emisyon standartlarında belirlenen tavan değerinin altında kalmayı garantilemek ve motor parçalarındaki aşınmayı minimumda tutmak için, doğru çalışma sıcaklığına mümkün olduğu kadar çabuk çıkmak ve daha sonrada bu değeri olabildiğince sabit tutmak çok önemlidir.

Hidrostatik fan tahriği, kayış - kasnaklı sistemlere, elektrikli veya kranktan direkt tahrik yolu ile gerçekleştirilen sistemlere göre sistem tasarımında sağladığı esneklik, verimli çalışma gibi avantajları nedeniyle üstünlük sağlamaktadır.

1. GİRİŞ

Günümüzde, çeşitli iş makinalarında (vinçler, yükleyiciler, hafriyat makinaları gibi), otobüslerde, demiryolu araçlarında, ağır yük taşıma araçlarında ve Diesel motorlarıyla tahrik edilen çeşitli makinalarda Hidrostatik Fan Tahriği sıkça kullanılmaktadır.

Hidrostatik tahrikli fanın görevi, içten yanmalı motorun çevrimi esnasında oluşan ve radyatöre ulaşan ısı kayıplarını atmosfere atmak dolayısıyla da motoru soğutmaktır. İçten yanmalı motorlarda optimum verimi yakalamak, EURO 3 emisyon standartlarında belirlenen tavan değerinin altında kalmayı garantilemek ve motor parçalarındaki aşınmayı minimumda tutmak için, doğru çalışma sıcaklığına mümkün olduğu kadar çabuk çıkmak ve daha sonrada bu değeri olabildiğince sabit tutmak çok önemlidir.

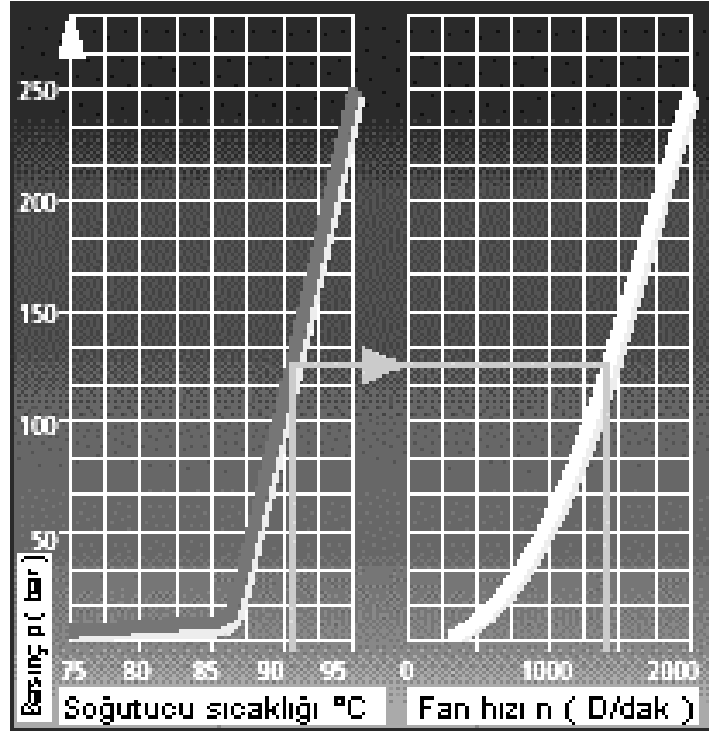
Hidrostatik fan tahriği, kayış - kasnaklı sistemlere, elektrikli veya kranktan direkt tahrik yolu ile gerçekleştirilen sistemlere göre aşağıya sıralanan avantajları nedeniyle üstünlük sağlarlar.

Ana avantajları

- Tüm soğutma sistemindeki esneklik
- Sistemi oluşturan komponentler için çok az yer gerekir ve aynı zamanda güç yoğun olduklarından daha hafiftirler
- Fanın sadece gerektiğinde devreye girmesi ve gerektiği kadar güç üretmesi

- Maksimum fan hızının, içten yanmalı motor hızından tamamiyle bağımsız olması (fanın karakteristiği ve/veya hidrolik motorun maksimum hızıyla sınırlanır) ve atılması gereken ısıya bağlı olarak kontrol edilebilmesi
- Düşük histerisis
- Soğutma sıvısının sıcaklığının çok hassas kontrolü
- Güvenilirlik, sağlamlık
- Çok az enerji kaybı

Radyatörün soğutma performansı, onun soğutma kapasitesi ve peteklerin arasından geçirebildiği hava kütlesi debisine bağlıdır. Tabiki aynı zamanda radyatörün tasarımına, fan çarkının profiline, çapına ve de fan hızına da bağlıdır. Radyatör, yüzeylerine ulaşan atık ısıyı yutar ve bunu çevresindeki ortama iletir.



Şekil 1. Fan karakteristiği

Bir soğutma sistemi tasarlarken aşağıya çıkartılan noktalara dikkat etmek gerekir

- Diesel motorun maksimum ve minimum hızı (yada diğer bir deyişle hidrolik pompa tahrik hızları)
- Maksimum fan hızının (veya soğutma kapasitesinin) gerekebileceği en düşük pompa tahrik hızı
- Maksimum ve minimum fan hızları
- Fanın maksimum tahrik gücü

İçten yanmalı motorlarda optimum verimi yakalamak, **EURO 3 emisyon standartlarında** belirlenen tavan değerinin altında kalmayı garantilemek ve motor parçalarındaki aşınmayı minimumda tutmak için, doğru çalışma sıcaklığına mümkün olduğu kadar çabuk çıkmak ve daha sonrada bu değeri olabildiğince sabit tutmak çok önemlidir.

İlave istekler:

- -40°C ila +100°C gibi oldukça geniş çalışma sıcaklığı menzili
- Azalan radyatör performansı neticesinde otomatik olarak artan fan hızı; mesela radyatör peteğinin veya kanatçıklarının kirlenmesi nedeniyle, veya yüksek irtifalarda çalışma nedeniyle

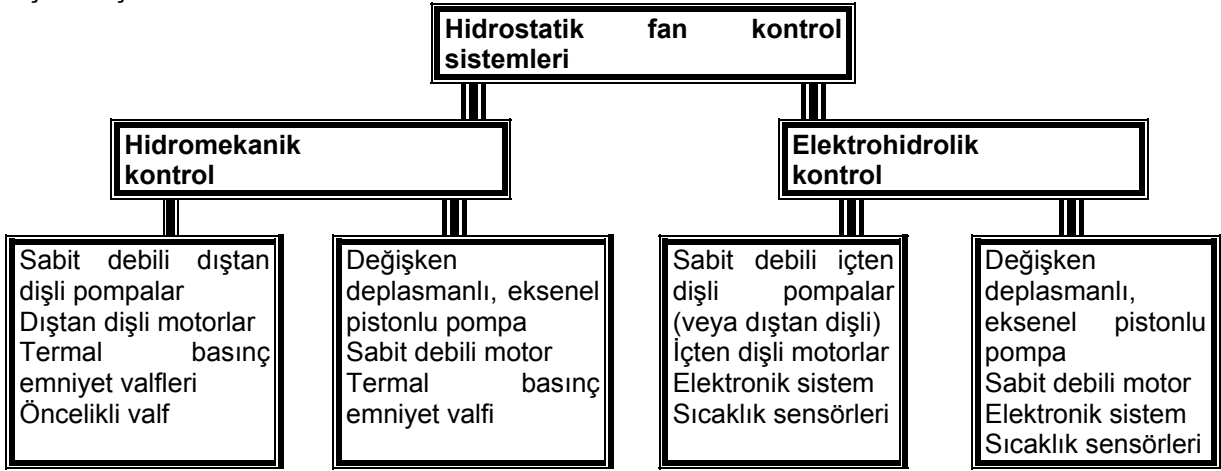
- Yüksek ısı yüklü ani girişlerde (mesela retarder) fan hızında ani artış
- Emniyet tedbirleri; mesela elektronik ile desteklenmiş sistemlerde, herhangi bir elektrik arızasında maksimum fan gücünün garanti edilmesi gibi

Şekil 2, hidrostatik fan tahriğindeki çeşitli opsiyonları göstermektedir.

Hidromekanik kontrol basit sistemlerde kullanılmaktadır. Diğer bir deyişle sadece bir veya iki sıvının sıcaklığı kontrol edilir.

Elektrohidrolik kontrol, çok hızlı cevap verme ve yüksek kontrol kalitesi avantajlarına sahiptir. Çeşitli gaz ve sıvı sıcaklık muşirleri ile mikro kontroller kullanılarak kompleks sistemler oluşturulabilir.

Değişken deplasmanlı pistonlu pompalı hidrostatik fan tahrik sistemleri tüm bu ihtiyaçları kolaylıkla yerine getirebilir. Ancak bazen, gerek komponent boyutları ve / veya gerekse fiyat kriterleri nedeniyle değişken deplasmanlı pompalı sistemler kullanılmaz. Bu ve fan tahrik gücünün 10 ila 15 kw in altında kaldığı durumlarda sabit debili pompa ve öncelikli valf kullanılan sistemler iyi bir alternatif olarak karşımıza çıkar.

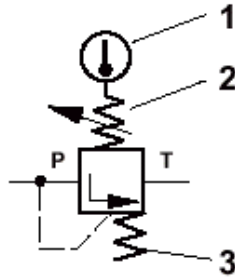


Şekil 2. Hidrostatik fan kontrol sistemleri

Dıştan dişli pompa ve motorlu, hidromekanik kontrollü fan tahriği

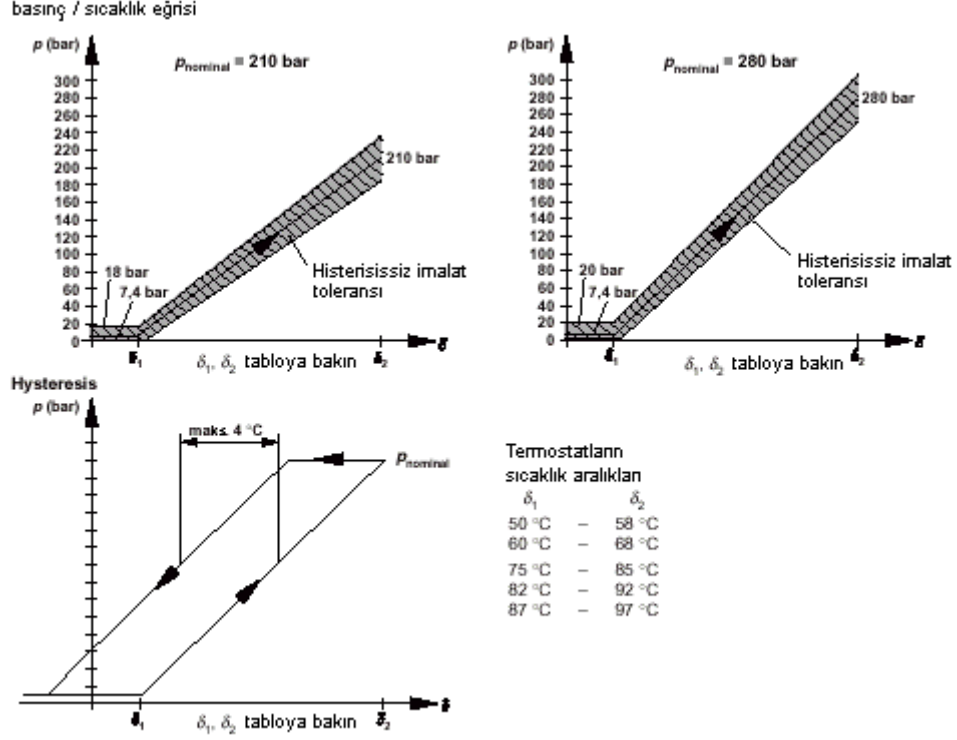
Sabit debili pompa ve sisteme eklenmiş öncelikli valfli bir hidrostatik fan tahrik sisteminde (Şekil 4), sistemdeki öncelikli valf, Diesel motorundan hava kütlesi akışı ile atılacak ısı yükü için gerekli basınç ve debiyi daima fan motorunda koruyacak şekilde termal basınç emniyet valfi tarafınca kontrol edilir. öncelikli valfinden artan debi başka amaçlarla kullanılabilir veya tanka gönderilir. Öncelikli valf pompanın arka kapağına adapte edilebileceği gibi, sisteme ayrı olarak da konulabilir.

Bahsettiğimiz termal basınç emniyet valfi, direkt uyarılı oturtmalı popet tipi, nominal basıncı belirlenen sınırlar arasındaki sıcaklık ile oransal olarak değişen bir basınç emniyet valfidir. Şematik gösterimi aşağıdaki gibidir.

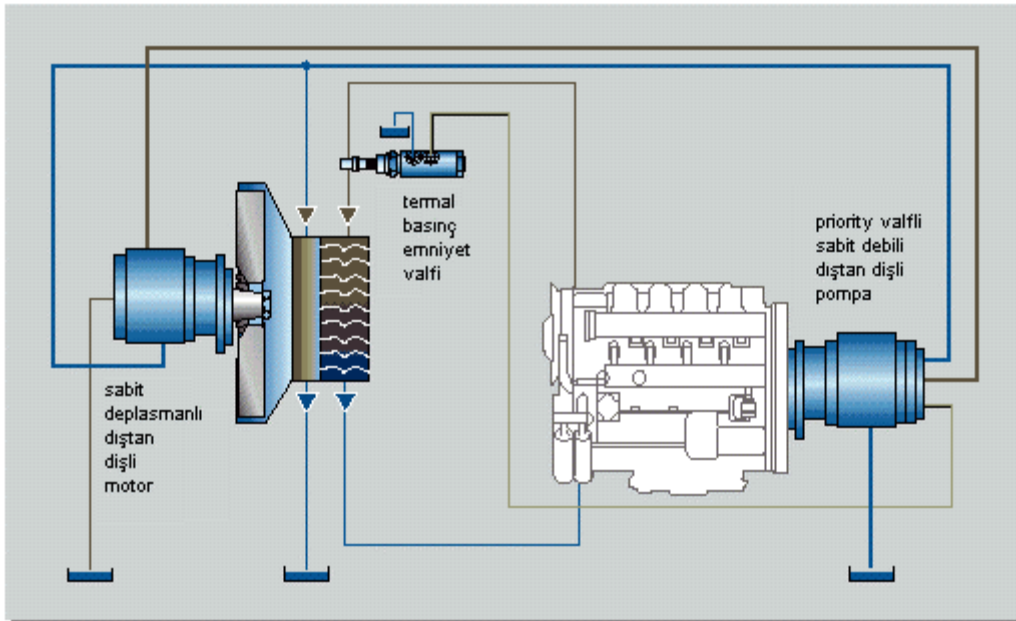


Şekil 3. Termal basınç emniyet valfinin hidrolik sembolü

Şekil 3 de, 1 numara ile gösterilen termal eleman, sıcaklığa bağlı olarak uzar ve 2 ve 3 numaralı yayları sıkıştırır, dolayısıyla basınç emniyet valfinin ayarı orantılı bir şekilde artar. Bu sıcaklık basınç değişimini aşağıdaki çalışma eğrilerinden daha iyi görebiliriz. Çeşitli uygulamalar için farklı sıcaklık aralıkları ve farklı basınç aralıkları seçilebilir. Yine bu valfe ait histerisis değerleri şekil 4 te gösterilmiştir.



Şekil 4. Termal basınç emniyet valfi çalışma eğrileri



Şekil 5. Dıştan dişli pompa ve motorlu, hidromekanik kontrollü fan tahriği

Sistemin ana avantajları:

- Radyatör, Diesel motora bağımlı olmadan istenen veya uygun herhangi bir yere yerleştirilebilir
- Dişli pompaların sağladığı ufak ölçüler
- Hesaplı fiyat / performans oranı
- Belirlenen alt ve üst değerler arasında kademesiz fan hızı kontrolü

Eksenel pistonlu pompa ve motorlu, hidromekanik kontrollü hidrostatik fan tahriği

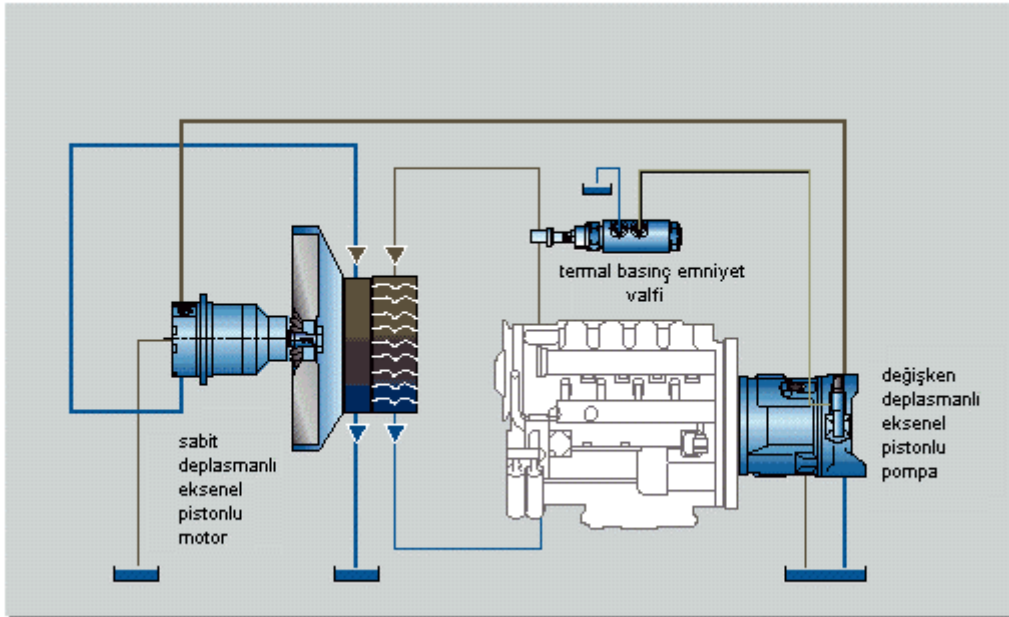
Değişken deplasmanlı ve uzaktan basınç kontrollü pistonlu pompalı bir hidrostatik fan tahrik sisteminde (Şekil 6), pompanın çalışma basıncı soğutulacak suyun veya yağın sıcaklığına uygun olarak termal basınç emniyet valfi tarafınca kontrol edilmektedir. Bu durumda pompanın debisi, herhangi bir kısma kaybı söz konusu olmaksızın gerekli fan hızını yakalamak için gerekli debiye ayarlanmış olur. Veya diğer bir deyişle atılması gereken ısı yükü ile soğutma kapasitesi dengelenmiş olur.

Termal basınç emniyet valfi, adından da anlaşılacağı gibi çalışma aralığı içindeki bir sıcaklık değerine göre basıncı kontrol eder. Bu valf pompanın çalışma basıncını, pompanın kontrol organındaki uzaktan kumanda portu üzerinden kontrol eder.

Sabit debili eğik eksen prensipli veya eğik disk prensipli pistonlu motorlar (normal veya gömme tipleri) kullanılabilir. Motor giriş çıkış portları arasında kullanılan anti kavitezyon çek valfi gerek hatta veya gerekse motorun port pleytine adapte edilebilir.

Sistemin ana avantajları:

- Radyatör, Diesel motora bağımlı olmadan istenen veya uygun herhangi bir yere yerleştirilebilir
- Belirlenen alt ve üst değerler arasında kademesiz fan hızı kontrolü
- Değişken deplasmanlı pompanın tahrik gücü, gereken fan gücü ile uyum içindedir
- En aza indirgenmiş kısma kayıpları
- Hemen hemen tamamıyla Diesel motor hızından bağımsız fan hızı
- Düşük yakıt sarfiyatı

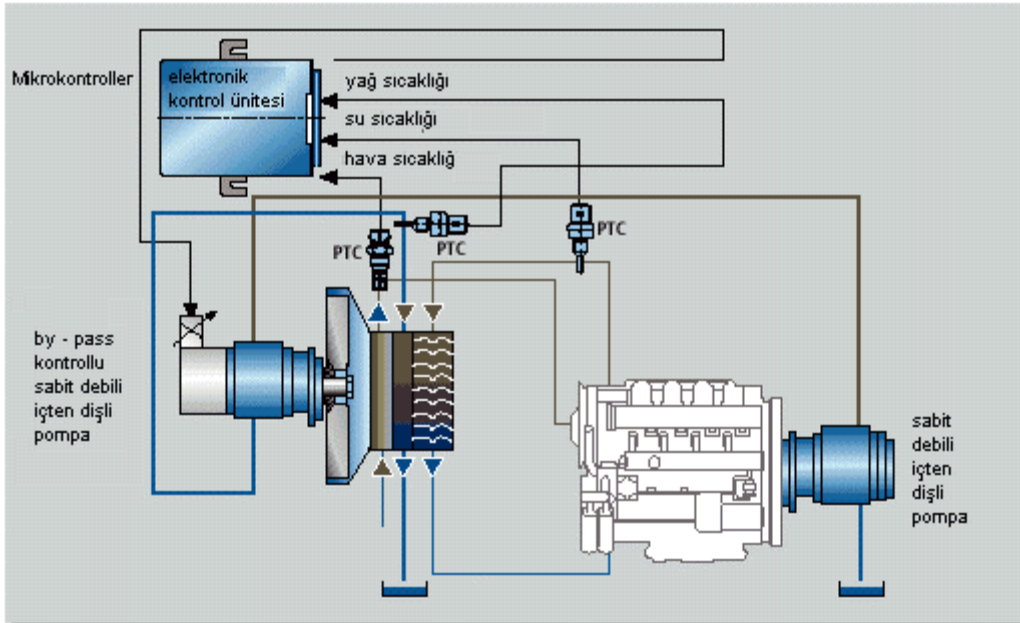


Şekil 6. Eksenel pistonlu üniteli, hidromekanik kontrollü fan tahriği

İçten dişli pompa ve motorlu, elektrohidrolik kontrollü hidrostatik fan tahriği

Şayet içten dişli pompa (sabit debili) fan motorunu gerekli basınç ve hız ile tahrik etmeye yeterli miktardan fazla yağ üretirse, fazla yağ motor üzerindeki elektro-oransal basınç emniyet valfi (veya by-pass valfide diyebiliriz) üzerinden tanka gönderilir. Fan hızı ve kapasitesi bu oransal basınç emniyet valfi tarafınca ayarlanır. Bu valf motora adapte edilebildiği gibi hat tipi olarakta sisteme konulabilir (şekil 7).

Pilot uyarılı oransal basınç emniyet valfi, alçalan karakteristik eğrisi nedeniyle sistemdeki fan kontroller'ında bir arıza olduğu zaman maksimum fan gücünü sağlayabilecek emniyet tedbirine sahiptir. Akımın bir şekilde kesilmesi demek valfin maksimum değerine çıkıp by-pass'ı kapatması ve pompa tarafınca gönderilen tüm yağın fan motorunda kullanılması demektir. Fan sistemindeki bu oransal valfe gönderilen akım, yine sistemdeki sıcaklık müşirleri aracılığıyla ölçülen sıcaklıklara göre dijital elektronik kontrol ünitesi tarafınca kontrol edilmektedir.



Şekil 7. İçten dişli üniteli, elektrohidrolik kontrollü fan tahriği

Bu sistem, uygun yer sıkıntısı ve komponentlerden çıkan gürültünün çok sınırlı olabildiği otobüs uygulamalarında gittikçe daha önemli bir yer almaktadır.

Bu sistemi her ne kadar içten dişli pompa ve motorlu sistem adı altında verdiğimiz de, aynı by-pass sistemi dişli pompa ve motorlar ile de gerçekleştirilebilmektedir.

Sistemin ana avantajları

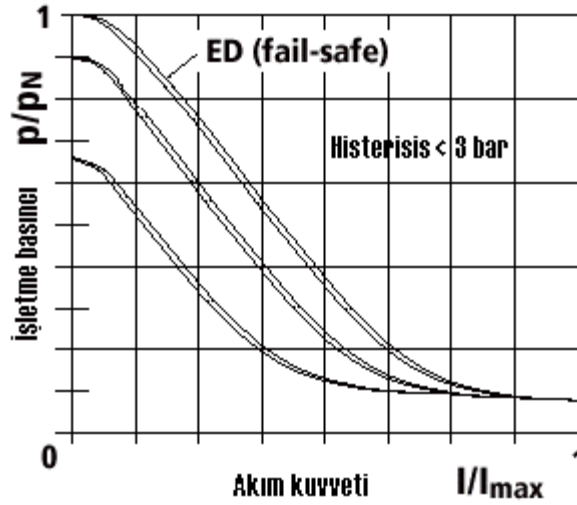
- düşük debi düzensizlikleri ve düşük gürültü kirliliği
- çok düzgün çalışma
- yüksek yağ sıcaklıklarında çok az hız kaybı
- tüm servis ömrü boyunca yüksek hacimsel verim
- fan çarkından kaynaklanan yüksek radyal ve aksel kuvvetler iç dişli motor tarafından absorbe edilir

Eksenel pistonlu pompa ve motorlu, elektrohidrolik kontrollu hidrostatik fan tahriği

Elektronik basınç regülatörü ED, eğik disk prensipli, değişken deplasmanlı, pistonlu A10.. tipi pompalı fan tahrik sistemlerinde kullanılmak amacıyla tasarlanmıştır. Düşük maliyetli, kompakt ve esnek bir sistem oluşturulmasına olanak verir.

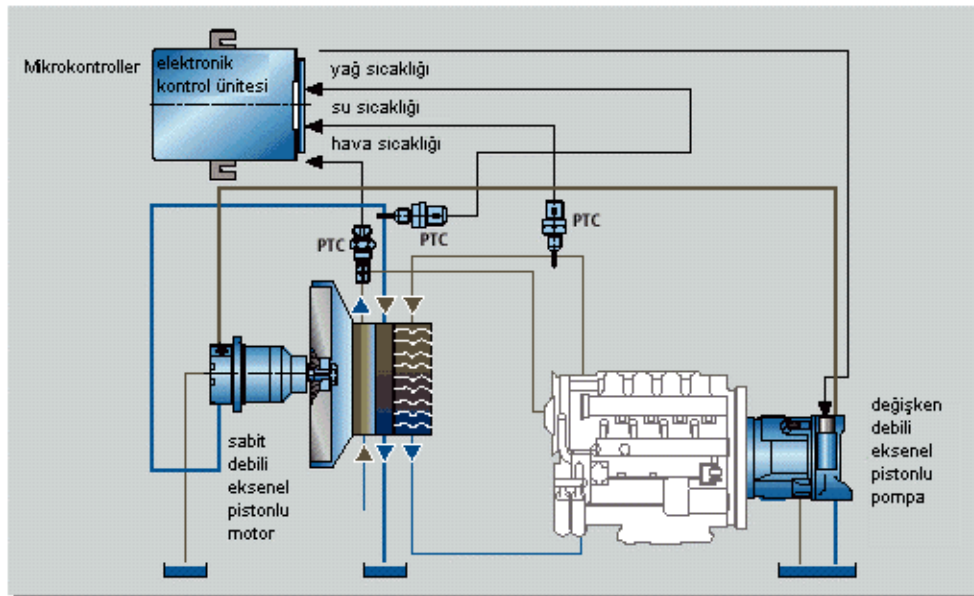
Sistem basıncı, pompa üzerindeki oransal basınç emniyet valfine gönderilen akım ile kontrol edilir (Şekil 9). Değişken deplasmanlı pompa, sisteme basılan yağ debisine bağlı olmaksızın, ayar menzili dahilinde sistem basıncını sabit tutar.

Pompa üstündeki oransal valfe akım, sıcaklıkları ölçen müşirlerden gelen bilgiler uyarınca dijital elektronik kontrol ünitesinden gönderilir. Diesel motorun hızı değiştiğinde pompa kendisini, gerekli fan hızını ve dolayısıyla sisteme basacağı gerekli yağ debisini kısma kayıpları olmaksızın üretecek şekilde ayarlar.



Şekil 8. Statik akım – Basınç Eğrisi

Mesela valfe giden elektrik kablosunun kopması gibi arıza durumlarında, oransal valfin emniyetli tasarımı sayesinde maksimum soğutma kapasitesi kullanılır durumda kalır (Şekil 8).



Şekil 9. Eksenel pistonlu üniteli, elektrohidrolik kontrollu fan tahriği

Sabit debili eğik eksen prensipli veya eğik disk prensipli pistonlu motorlar (normal veya gömme tipleri) kullanılabilir. Motor giriş çıkış portları arasında kullanılan anti kavitezyon çek valfi gerek hatta veya gerekse motor port pleytine adapte edilebilir.

Bu sistem daha ziyade, fan gücü 10 ila 15 kw dan büyük olan; vinç, ekskavator, loader gibi iş makinalarında ve ağır yük nakil araçlarında, lokomotiflerde kullanılmaktadır.

Sistemin ana avantajları

- Belirlenen alt ve üst değerler arasında kademesiz fan hızı kontrolü
- Hemen hemen tamamı ile Diesel motor hızından bağımsız fan hızı
- Çalışma parametrelerinin ayrı ayrı değerlendirilebilmesi
- Radyatör, Diesel motora bağımlı olmadan istenen veya uygun herhangi bir yere yerleştirilebilir
- Belirlenen alt ve üst değerler arasında kademesiz fan hızı kontrolü
- Yüksek kontrol kalitesi
- En aza indirgenmiş kısma kayıpları
- Emniyetli çalışma
- Düşük yakıt sarfiyatı

SONUÇ

İsteklere bağlı olarak, motorlu araçların fanları çeşitli hidrostatik tahrik sistemlerinden biri ile tahrik edilebilir. Bu sayede esnek bir tasarım ve yüksek bir verim vede dolayısıyla düşük emisyon değerleri gerçekleştirilebilir. Hidromekanik olarak yapılan kontrol, basit ve bir veya iki girdili sistemlerde çoklukla kullanılır. Çok girdili kompleks sistemler ise elektrohidrolik olarak kontrol edilir.

KAYNAKLAR

[1] Çeşitli Rexroth ve Bosch eğitim, tanıtım katalog, broşür ve seminer notları

ÖZGEÇMİŞ

Pars KAPLANGI

1953 yılında İstanbul'da doğdu. 1976 yılında Ege Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Fakültesi Makina Mühendisliği bölümünden Makina Mühendisi olarak iyi derece ile mezun oldu. 1992 yılına kadar, iş makinaları servis mühendisliği, jant imalat mühendisliği, hidrolik pres imalatı ve ağaç yonga makinası imalatı gibi işlerde çalıştıktan sonra Rexroth'daki Mobil uygulama mühendisliği bölümünde işe başladı. Halen bu bölümdeki görevine devam etmektedir.