



TERSİNİR HİDROLİK FAN SÜRÜCÜ SİSTEMİ

REVERSIBLE FAN DRIVE SYSTEMS

Arif Kalyoncu

ÖZET

Günümüzde kullandığımız soğutma sistemlerinde fan tahriki belirlenirken tüm faktörler dikkatlice ele alınmalıdır. Sistem tasarımını oluştururken üzerinde durulacak en önemli faktör tersinir sistemin gerekli olup olmadığını belirlemesidir. Tersinir olma özelliği gerekli ise hidrolik fan sürücü en iyi seçim olacaktır.

Bu bildiriye, tersinir fan sürücü teknolojisinin halihazırda kullanılmakta olan temel sistemlerinin yanında, geçmişte nadiren kullanılan ve günümüzde iyileştirme/geliştirme çalışmalarıyla optimize edilen bir sistem anlatılacak ve tersinir olma işlevine sahip hidrolik fan sürücü sistemlerinin kilit noktaları gözden geçirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Tersinir Fan Sürücü, Hidrolik Fan Sürücü, Enerji Verimliliği, Mobil Hidrolik.

ABSTRACT

All factors must be obtained carefully while determining fan drive in cooling systems used today. The most important factor which is focused on while creating the system design is determining whether reversing hydraulic fan drive system. If reversibility is required, hydraulic fan drive will be the best choice.

This paper will discuss the basis of the reversible fan drive technology currently in use, a system that was rarely used in the past and optimized by improvement work today, and review a few key hydraulic fan drives that help make it reversible.

Key Words: Reversible fan drive, Hydraulic Fan Drive, Energy Efficiency, Mobile Hydraulic.

1. GİRİŞ

Konvansiyonel tek yönlü hidrolik fan sürücü sistemlerinin yanında ters yönde çalışabilen sistemler son yıllarda gelişmekte ve kullanım alanı gün geçtikçe artmaktadır. Tersinir hidrolik fan sürücü sistemlerinin evrimi, bu konuda yaşanan gelişmeler ile sistem türleri incelenecek ve bu inceleme esnasında tersinirolarak çalışan sistemlerin temel özellikleri ele alınacaktır.

Bu tür tersinir olarak çalışabilen sistemlerin belirleyici özellikleri aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

1. Fan sürücüsünün kayıp güç üzerindeki etkisi ve bununla beraber artan ısı yükü kapasitesi
2. Sistemde kullanılan ana ekipmanların sayısı, boyutları ve buna göre değişen alan ihtiyacı
3. Sistemde kullanılan bağlantı ekipmanları dahil parça sayısı ve bunun montaj zorluğu ile maliyete olan etkisi
4. Sistemin esnekliği ve kontrol edilebilirliği
5. Hidrolik ekipmanların sayısından kaynaklanan güvenilirlik oranı

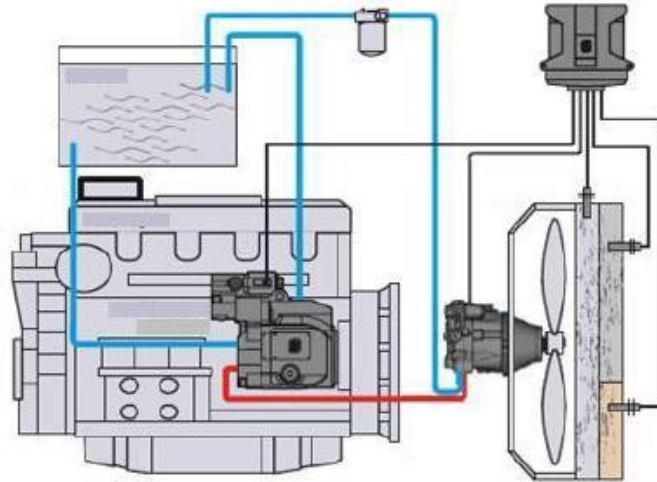
Bu bildiriye inceleme, açık ve kapalı çevrim seçenekleri ile birlikte üç farklı tip sistemi içermektedir.

2. FARKLI TİP SİSTEMLER VE BUNLARIN İNCELENMESİ

Tersinir hidrolik fan sürücü sistem tipleri üç ana başlığa ayrılmaktadır. Açık çevrim sistemler; sabit ve değişken deplasmanlı motor kullanılan tipte, kapalı çevrim sistemler ise sabit deplasmanlı motor kullanılan tipte olmaktadır.

Açık Çevrim Sistemler – Sabit Deplasmanlı Motor

1. Tersinir özelliğinin sağlanabilmesi için ayrı bir hidrolik dağıtıcı ile bir yön kontrol valfine sahip sabit deplasmanlı pompa (standart bir hidrolik dişli pompa) ve sabit deplasmanlı motor (dişli veya kanatlı tip hidrolik motor) içerir. Bu tip sistemlerdeki en büyük sorun yön kontrol valfinin hızlı tepkisi olmaktadır. Bu nedenle yön kontrol valfindeki ani konum değişikliklerinden kaynaklanan fan arızalarını önlemek için ve motora gelen akış miktarını azaltıp fan hızını düşürmek için sistemde başka bir ilave valf gereklidir.
2. Bir önceki maddede anlatılan sistem ile aynı özelliklerdedir. Ancak yön kontrol valfi ekstra bağlantı ekipmanları ve hortumlardan doğacak güvenlik riskini azaltmak için motora entegre konumdadır.
3. Bu seçenekte değişken deplasmanlı pompa ile sabit deplasmanlı motor ve yön kontrol valfi bulunur. Değişken deplasmanlı pompa yön kontrol valfinden önce fan hızını düşürmek amacıyla kullanılabilir. İçin yüksek fan hızlarında ani geçişlerdeki arızaları minimuma indirme avantajı sağlar. Bu durum ek bir hız ayar valfi ihtiyacını ve yağın bir basınç emniyet valfi üzerinden tahliye edilmesinden kaynaklanan güç kaybını ortadan kaldırır. Bu tip sistemler sabit deplasmanlı pompa kullanılan sistemlerden daha yüksek basınçlarda çalıştırılabilir. Ancak yön kontrol valflerinin maksimum çalışma basınçları nedeniyle tipik bir kapalı çevrim sistem kadar yüksek basınçlarda çalışmaz.
4. Bir yön kontrol valfi kullanılmadan ters yönde dönebilen bir hidromotor ile sabit veya değişken deplasmanlı pompa bulunur. Değişken deplasmanlı pompa kullanılırsa, yön kontrol valflerinden kaynaklanan basınç kaybı (ve ısı oluşumu) ortadan kalktığından, açık çevrim sistemler arasındaki en düşük güç kaybı bu tipte görülmektedir. Ayrıca sistemde kullanılan valfler tamamen ortadan kaldırılarak verimliliğin artırıldığı ve sistem boyutunun azaldığı yüksek basınçlarda çalışan sistemler yaratma potansiyeline sahiptir. Bu sistem, bu bildirinin ikinci kısmının da odak noktası olacaktır.



Şekil 1. Değişken Deplasmanlı Pompa ve Motor ile Açık Çevrim Bir Fan Sürücü Sistemi (1)

Açık Çevrim Sistem – Değişken Deplasmanlı Motor

Bu tür sistemlerde yukarıda açıklanan açık çevrim pompalarından herhangi biri kullanılabilir. Mevcut basınca bağlı olarak istenen fan hızını üretmek için değişken deplasmanlı bir motor kullanılacaktır.



Değişken deplasmanlı hidromotor seçeneği, çıkış yönünü dahili olarak ters çevirme yeteneği ile birleştirilirse, bu sistem aynı zamanda yön kontrol valfi olmadan paylaşılan bir akış kaynağı ile tersine çevirmeyi de gerçekleştirebilir.

Kapalı Çevrim Sistem – Sabit Deplasmanlı Motor

Bu tür sistemlerde genel olarak sabit deplasmanlı bir motor ile değişken deplasmanlı bir pompa kullanılır. Fan hızı, fan ve/veya soğutma sisteminden gelen geri bildirim sayesinde gerçekleştirilen pompa deplasman kontrolü ile denetlenir. Kapalı çevrim sistemlerde daha yüksek basınçlarda çalışan ekipmanlar kullanılır, böylece daha yüksek güç yoğunluğu kapasitesi sağlanır. Bununla birlikte, güç kaybına ve buna bağlı ısı oluşumuna neden olacak düşük basınçlı bir şarj pompası ile iki set yüksek basınçlı hat ve bağlantı parçası gibi bazı dezavantajları vardır. (2)

3. SİSTEM KARŞILAŞTIRMALARI

Hidrolik tahrikli bir fan sisteminde bir makine tasarımcısının dikkat etmesi gereken önemli noktalar aşağıdaki gibidir.

1. Kapladığı alan
2. Motor gücünün uygunluğu ve ısı atımı sistemleri üzerindeki etkileri
3. Maliyet ilk maliyet ve/veya toplam mülkiyet maliyeti
4. Sistem yanıtını ve/veya performansını uyarılma yeteneği sistem esnekliği
5. Makine montajı ve servisi üzerindeki etkisi sistem karmaşıklığı, parça sayısı vb.

Bu bölüm, yukarıda anlatılan sistemler arasındaki bazı karşılaştırmaları gösterecektir. Karşılaştırmalar yapılırken daha çok, yaklaşık 25 ve 50 kW fan güç aralığındaki fan sistemlerine odaklanılacaktır.

Uzayda Kapladığı Alan

Tablo 1, anlatılan farklı sistem türleri için kapladıkları hacimlerin bir karşılaştırmasını verir. Aşağıda belirtilen tanımlar tablolar için geçerlidir:

DM = harici dişli tipi motor

PM = eksenel pistonlu tip motor

Tablo 1. Farklı Sistemler için Kapladıkları Hacimler

| Sistem Yapısı | Düşük Güçlerde Sistem Hacmi [cm ³] | Yüksek Güçlerde Sistem Hacmi [cm ³] |
|--|--|---|
| Sabit Deplasmanlı Pompa Sabit Deplasmanlı Motor Harici Valf | 5100 (DM) 6700 (PM) | 8400 (DM) 11000 (PM) |
| Sabit Deplasmanlı Pompa Sabit Deplasmanlı Motor Dahili Valf | 15000 (DM) 7300 (PM)* | 17000 (DM) 7500 (PM)* |
| Değişken Deplasmanlı Pompa Sabit Deplasmanlı Motor Harici Valf | 9200 (DM) 10800 (PM) | 11500 (DM) 14500 (PM) |
| Değişken Deplasmanlı Pompa Sabit Deplasmanlı Motor Dahili Valf | 16100 (DM) 10700 (PM)* | 17000 (DM) 12400 (PM)* |
| Değişken Deplasmanlı Pompa Tersinir Motor | 11900 (PM)** | 11900 (PM)** |
| Kapalı Çevrim Değişken Deplasmanlı Pompa Sabit Deplasmanlı Motor | 11300 | 16200 |



- * Tahminlere dayalı veriler yazarın bilgisi dahilindedir ancak gerçek ürün mevcut değildir.
** Pazar için yakın zamanda geliştirilmiş yeni bir ürünü içerir.

Tablo 1'deki bilgiler, aksi belirtilmedikçe, bugün piyasada genel olarak bulunan gerçek ürünlere dayanmaktadır ve temel uzunluk, genişlik ve yükseklik boyutlarına dayanmaktadır.

Motor Gücü Çekişi / Isı Üretimi

Aşağıda belirtilenler, **Tablo 2**'de verilen tipik bir fan görev döngüsünü ele almaktadır.

Tablo 2. Tipik Fan Görev Döngüsü

| Adım | % Görev Döngüsü | Motor Giriş Basıncı [bar] | Fan (Motor) Hızı [rpm] |
|------|-----------------|---------------------------|------------------------|
| 1 | 2 | 10 | 500 |
| 2 | 4 | 22.5 | 750 |
| 3 | 5 | 40 | 1000 |
| 4 | 12 | 62.5 | 1250 |
| 5 | 20 | 90 | 1500 |
| 6 | 20 | 122.5 | 1750 |
| 7 | 15 | 160 | 2000 |
| 8 | 12 | 202.5 | 2250 |
| 9 | 10 | 250 | 2500 |

Normal uygulama başına boyutlandırılmış bir yön kontrol valfinin tipik özelliklerine ve tipik motor hacimsel verimliliklerine dayalı olarak, Tablo 3, iki boyuttaki fan sistemi için yukarıda listelenen görevdöngüsü için yön kontrol valfinin neden olduğu güç kaybını göstermektedir.

Tablo 3. Yön Kontrol Valfindeki Basınç Düşümünden Kaynaklanan Güç Kaybı

| | 25 kW Güç Dişli Motor | 50 kW Güç Dişli Motor | 25 kW Güç Pistonlu Motor | 50 kW Güç Pistonlu Motor |
|--|-----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| En Yüksek Fan Gücü [kW] | 26 | 46.8 | 26 | 46.8 |
| Ağırlıklı Görev Döngüsü Gücü [kW] | 10.3 | 18.5 | 10.3 | 18.5 |
| En Yüksek Güç Kaybı [kW] | 2.8 | 3.1 | 2 | 2.2 |
| Ağırlık Görev Döngüsü Güç Kaybı [kW] | 1.1 | 1.2 | 0.8 | 0.9 |
| Motorun Güç Tüketimindeki Artış [%] | 9.3 | 5.7 | 7.4 | 4.6 |
| Isı Üretimine Giden Fan Sistemi Gücü [%] | 8.5 | 5.4 | 6.9 | 4.4 |

Aşağıdaki Tablo 4, verimlilik farklarından dolayı bir fan tahrik sistemi için dişli motor ile pistonlu motor arasındaki tipik güç kaybındaki farklılıkları göstermektedir.

Tablo 4. Güç Kaybı Delta = Dişli Motorda Güç Kaybı - Pistonlu Motorda Güç Kaybı

| | Düşük Güçlü Sistem | Yüksek Güçlü Sistem |
|---|--------------------|---------------------|
| Pik Çalışmada Güç Kaybı Delta (kW) | 1.2 | 2.6 |
| Ağırlıklı Çalışma Döngüsü için Güç Kaybı Delta (kW) | 0.5 | 1 |

Maliyet - Peşin ve Toplam Sahip Olma Maliyeti

“Uzayda Kapladığı Alan” ve “Güç Kaybı” açıkça maliyette önemli bir rol oynamaktadır. Her ikisi de makine tasarımının ilk aşamasında büyük rol oynar. Ekipman boyutu paketlemeyi daha zor hale getirecek ve güç kaybı soğutma sistemlerinin boyutlandırılmasını etkileyecektir. Güç kaybı ayrıca yakıt için sürekli bir ek maliyet ile sonuçlanır.

Maliyetin diğer bir kısmı, ekipmanların başlangıç maliyetidir. Bu bildiri gerçek fiyatları içermemekle birlikte bahsedilen sistemlerdeki göreceli farklılıklar göstermektedir. Karşılaştırma için temel olarak sabit deplasmanlı pompa (FP), dişli motor (DM) ve valf bloğundan oluşan geleneksel sistem kullanılır. Tablo 5'teki rakamlar yalnızca listelenen ana ekipmanları değil, aynı zamanda hortumlar, bağlantı parçaları ve montaj maliyetleri gibi öğeleri de yansıtmaktadır.

Tablo 5. Ekipmanlar için Göreceli Sistem Maliyetleri

| Sistem Yapısı | Düşük Güçlerde Sistem Maliyeti | Yüksek Güçlerde Sistem Maliyeti |
|--|--------------------------------|---------------------------------|
| Sabit Deplasmanlı Pompa Sabit Deplasmanlı Motor Harici Valf | 1.00 (DM) 1.05 (PM) | 1.00 (DM) 1.10 (PM) |
| Sabit Deplasmanlı Pompa Sabit Deplasmanlı Motor Dahili Valf | 0.94 (DM) 0.85 (PM)* | 0.87 (DM) 0.84 (PM)* |
| Değişken Deplasmanlı Pompa Sabit Deplasmanlı Motor Harici Valf | 1.34 (DM) 1.39 (PM) | 1.36 (DM) 1.46 (PM) |
| Değişken Deplasmanlı Pompa Sabit Deplasmanlı Motor Dahili Valf | 1.20 (DM) 1.16 (PM)* | 1.15 (DM) 1.19 (PM)* |
| Değişken Deplasmanlı Pompa Tersinir Motor | 1.14 (PM)** | 1.17 (PM)** |
| Kapalı Çevrim Değişken Deplasmanlı Pompa Sabit Deplasmanlı Motor | 1.29 | 1.23 |

* Tahminlere dayalı veriler - yazarın bilgisi dahilinde gerçek ürün mevcut değildir

** Pazar için yakın zamanda geliştirilmiş yeni bir ürünü içerir

Sistemin Esnekliği ve Kontrol Edilebilirliği

Sistem esnekliği ifadesi, sistemin genel makineye göre tasarlanmasındaki ve sistemin istenen sonuçlara ulaşmak için kullanılmasındaki esneklikle ilgilidir.



Açık devre sistemleri, pompayı ve motoru bağlamak için yalnızca tek bir yüksek basınç hat içerdiğinden dolayı makine tasarımı için daha esnek olma eğilimindedir. Açık devre sistemin geri kalanı (giriş ve dönüş hatları) düşük basınçlıdır ve bağımsız olarak yönlendirilebilir. Kapalı devre sistemi ise iki adet yüksek basınç hattı gerektirir.

Orantılı giriş özelliğine sahip bir tersinir hidromotor, yön kontrol valfi gibi tipik bir açma / kapama sinyali ile çalıştırılabilir veya sistem tarafından ihtiyaç duyulması halinde ters çevirme sürecini daha iyi kontrol etmek için kontrollü bir akım sinyali ile çalıştırılabilir.

Sistem Montajı ve Servis

Bu başlıktaki ana noktalar, bileşenlerin sayısı ve sorun giderme dahil montaj ve servisin karmaşıklığıyla ilgilidir.

Bahsedilen sistemlerden herhangi biri, bir pompanın, bir motorun, bir kontrolörün ve hidrolik bağlantıların (hortumlar ve bağlantı parçaları) temel gereksinimlerini içerir.

Açık devre sistemlerde, harici bir valf manifoldunun eklenmesi yalnızca bu montajla kalmaz, aynı zamanda ikinci bir hortum ve bağlantı setinin de eklenmesini gerektirir. Böylece montaj ve servis süreleri ve bu işlemlerin sızıntılarla sonuçlanan arıza riski artar. Pompalara veya motorlara yön kontrol valfleri ve orantılı emniyet valfleri (hız kontrolü için) eklemek, bu ürünleri daha karmaşık hale getirebilir, paket boyutunu ve bu valflerin temel ekipmanlara bağlantı arayüzleri nedeniyle sızıntı riskini artırabilir.

Basınç kontrollü değişken deplasmanlı bir pompanın ve tersinir kabiliyetine sahip bir motorun kullanılması, montaj ve servis için sistem karmaşıklığını temel sisteme benzer bir seviyeye indirir. Sorun giderme, daha basit bir görev haline gelir ve minimum hidrolik sızdırmazlık bağlantıları ile arıza riski azaltılır.

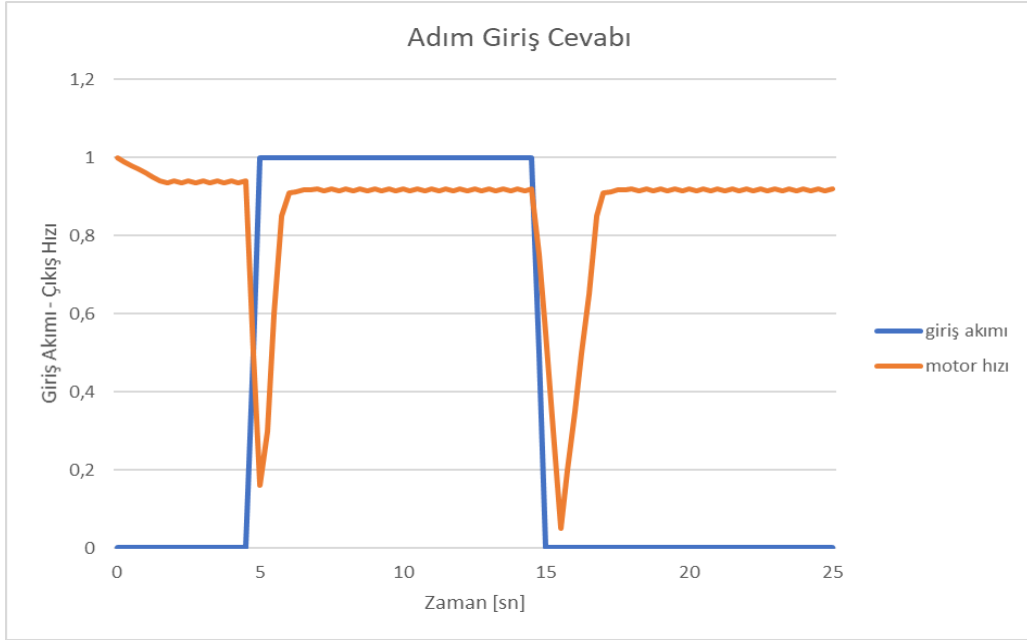
4. YÖN KONTROL VALFİ KULLANILMADAN TERSİNİR MOTOR

Değişken deplasmanlı pompa ve tersinir hidromotor kullanan bu sistem motorun yüksek maliyetinden dolayı geçmişte tercih edilmemekteydi. Bu yüzden, bir motor görevi göreceği şekilde bir kapalı devre pompa kullanılmaktaydı. Ancak şu an ideal ürün, her iki yönde tam olarak yön değiştirebilen bir iki konumlu aksel pistonlu motor olacaktır. Böylece, bir açık devre sistemin (bir yüksek basınç hattı ve basınç kontrolü) avantajlarının, kapalı devre sistemle (yön kontrolü veya hız ayar valfi gerekmeden ve geliştirilmiş sistem işletim kontrolü) kombinasyonu mümkün olacaktır.

Bu tip motorlarda ters yönde dönüş istendiğinde, motora entegre bir valf, sistem kontrolöründen bir sinyali kabul eder ve dahili sistem basıncını kullanarak motoru ters yöne çevirir. Ters dönüş tamamlandığında, sinyal kaldırılır ve motor bir önceki yöne döner. Motora yay mekanizması dahil edilerek ve kontrol için orantılı bir valf kullanılarak, kontrol sistemi motoru istendiği kadar agresif veya yavaş kaydıracak şekilde tasarlanabilir. Ayrıca yay mekanizması, motora giden bir sinyal kaybı durumunda tam ileri yer deplasmanının gerçekleşmesini sağlar ve bunu sisteme zarar vermeyecek şekilde yapar. Bu durum, yön kontrol valfinin olduğu sistemlerdeki darbeli hareketi ve ani ters çevirmeleri ortadan kaldırarak gerçekleştirilir.

Yön kontrol valfi veya tersinir motor kullanan sistemler arasında sistem mimarisi açısından bir fark bulunmamaktadır. Tersinir motor, yön kontrol valfi için kullanılan aynı dijital sinyali kabul eder veya yukarıda bahsedildiği gibi sistem tasarımcısı orantılı bir sinyal kullanarak kaydırma özelliklerini uyarlamayı seçebilir. Şekil 2, bir dijital giriş ile dönüş yönünü ters çevirme işlemini göstermektedir. Motor hızı diyagramındaki ikinci hız değişikliği, geri yönde dönüşten ileri yönde dönüşe geçildiğini ifade eder.

Bu tip motorların doğal özellikleri, elektrik veya denetleyici sorunlarının neden olduğu beklenmedik veya kontrolsüz ters dönüşler nedeniyle oluşan hasarlardan sistemi koruyabilir. Motor, yön değiştirmek için sistem hattındaki basıncı kullanır, ancak maksimum sistem esnekliği için minimum sistem basıncında çalışmak üzere tasarlanmıştır.

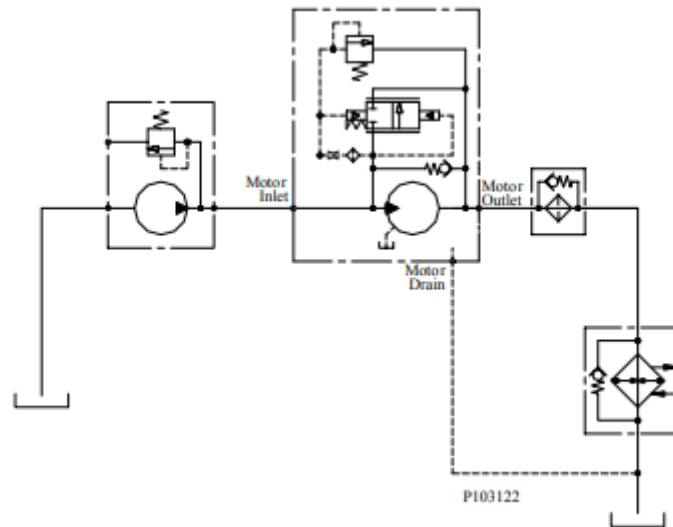


Şekil 2. Adım Giriş Cevabı

5. TERSİNİR FAN SÜRÜCÜ UYGULAMALARI

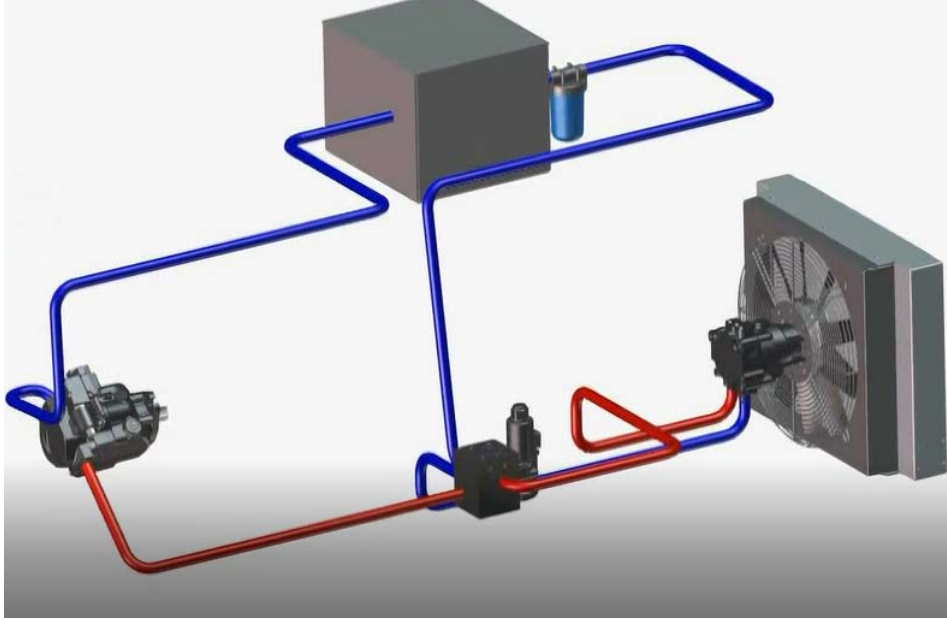
İş makineleri, otobüsler vb. ağır vasıta araçlarda kullanılan fan sürücü sistemler, soğutma amaçlı kullanılırlar. Araçlarda bulunan elektrik sistemleri yeterli soğutma işlemini istenilen süre boyunca yapamaması durumunda hidrolik fan sürücü sistemleri kullanılır.

Hidrolik fan sürücü sistemlerinde fanlar bir hidromotor tarafından tahrik edilir. Sistemde hidromotoru tahrik eden bir adet pompa bulunur. Şekil 3'teki devrede özetle bir fan sürücü sistemi devre şeması bulunmaktadır.



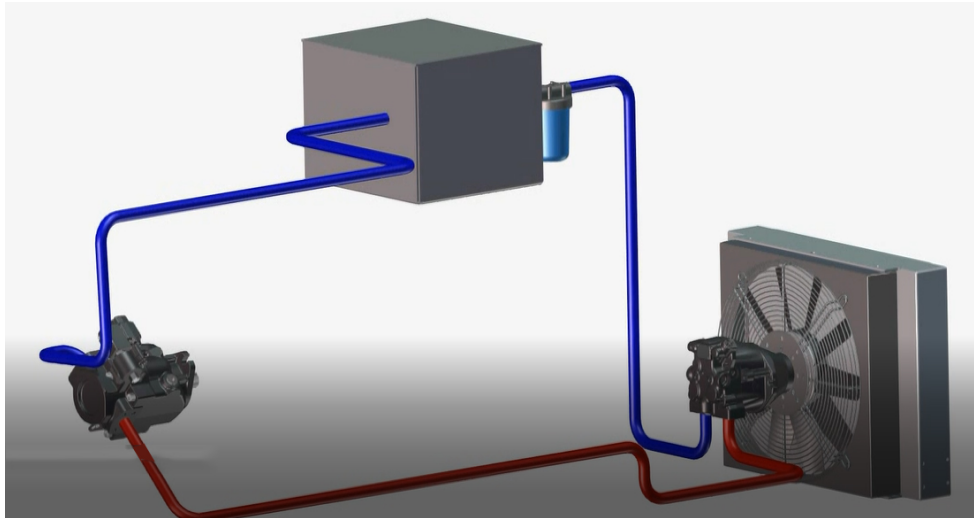
Şekil 3. Basit Hidrolik Fan Sürücü Sistemi Devre Şeması (2)

Devre şemasında da görüldüğü gibi sistemde bir adet sabit deplasmanlı pompa ve bir adet sabit deplasmanlı tersinir olmaya hidromotor bulunmaktadır. Bu pompa-motor entegresi sayesinde fan döndürülmekte ve soğutma işlemi yapılmaktadır. Ancak aynı yöne dönmekte olan motor zaman içerisinde fanın hava emiş hatlarında çalışma ortamlarından dolayı toz, çöp, saman talaş gibi fan sürücü sistemler için istenmeyen partikülleri emmektedir. Bu emiş sonucu oluşan tabakalar sistemde emişi zorlaştırmakta, soğutma kapasitesini düşürmekte ve sistemin kirlenmesine sebep olmaktadır. Şekil 4'te tersinir olmayan bir pompa ve motor resmi görülmektedir.



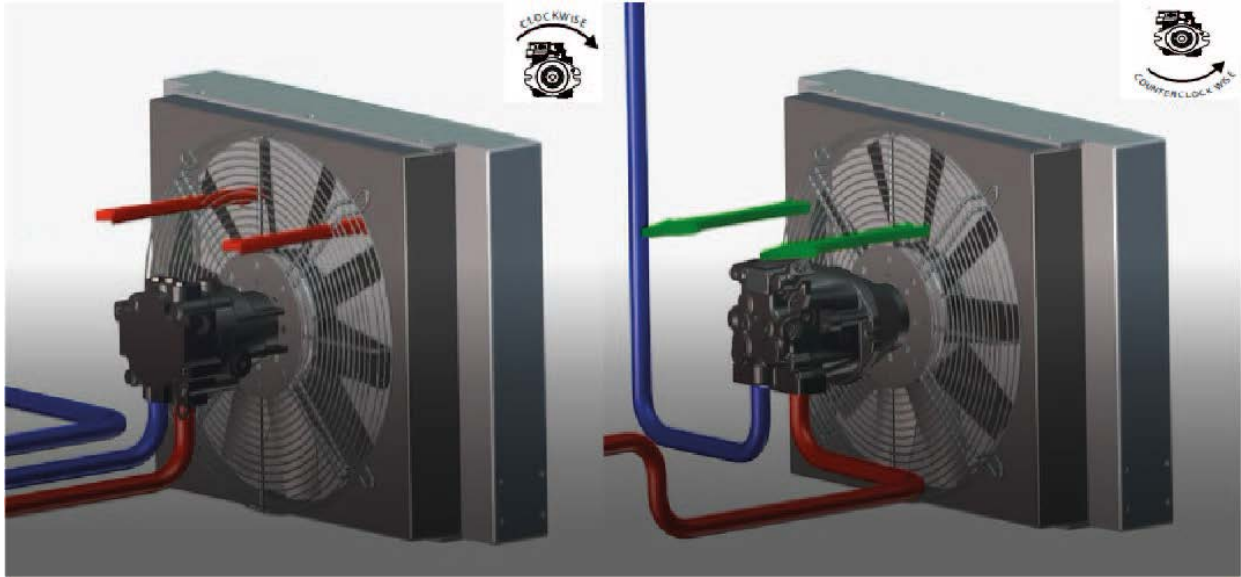
Şekil 4. Tersinir Olmayan Fan Sürücü Sistemi

Sistemin tersinir olmasıyla birlikte Fan Sürücü Sistemler zaman zaman fanın çalışma yönüne göre ters yönde çevrilerek sistemin temizlenmesini sağlamaktadır. Yapılan bu işlem sayesinde radyatörün soğutma kapasitesindeki kaybın en aza düşürülmesi amaçlanmakta olup sistemin ömrünü uzatmaktadır. Tersinir özelliğinin sağlanabilmesi için sistemde bulunan hidromotorun ters çevrilebilen (Reversible) özellikte olması gerekmektedir. Böylece hidromotor ters tarafa da döndürülebilecek ve fanı da ters yönde döndüreceklerdir. Şekil 5'te ters yönde çevrilebilen hidromotorlu bir sistem örneği görülmektedir.



Şekil 5. Ters yönde çevrilebilen (Reversible) hidromotorlu Fan Sürücü Sistem

Şekil 6'da hidromotorun dönüş yönüne göre fanın akış yönünün değiştiğini gösteren resimlere yer verilmiştir.



Şekil 6. Ters çevrilebilen hidromotor ile soğutma fanının da değişen hava akışı değişimi

Yukarıdaki resim de görüldüğü gibi hidromotorun saat yönünde dönmesi ile sistem de soğutma işlemi yapılmakta olup, saat yönünün tersine çevrilmesi ile de fanın akış yönü değişmektedir.

SONUÇ

Bir sistemde orta veya yüksek güçlü bir tersinir fan tahriki gerekiyorsa, hidrolik tahrikli fan şu an için en iyi seçim olacaktır. Sistem tasarımcısının aralarından seçim yapabileceği çeşitli kategoriler ve her kategori için de bir dizi seçenek mevcuttur. Bu seçimi yaparken dikkate alınması gereken birkaç anahtar faktör vardır.

Günümüzde enerji, kaynak, güvenilirlik ve toplam sahip olma maliyetinin korunmasının öneminin giderek arttığı göz önünde bulundurulursa, tersinir fan tahriki istenen sistemler için değişken deplasmanlı hidrolik pompa ve tersinir hidromotor (yön kontrol valfleri kullanılmadan) kullanımının en iyi seçenek olduğu görülecektir. Bu tip sistemler, herhangi bir açık devre sistem arasındaki en düşük güç kaybı, en yüksek güvenilirlik ve en az sistem karmaşıklığı (en az ekipman) özelliklerini barındırmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Danfoss Power Solutions, (2018) Hydraulic Fan Drive Systems Technical Information, Bülten 520L0824 | BC00000115en-000403 Erişim adresi: <https://assets.danfoss.com/documents/DOC281980620373/DOC281980620373.pdf>
- [2] Danfoss Power Solutions, (2016), Subsystem Application Dan Drive SSA, 11076673 | AB00000017en-US0401, Erişim adresi: <https://assets.danfoss.com/documents/DOC152886481178/DOC152886481178.pdf>
- [3] Danfoss Power Solutions, (2020), Design Guidelines Hydraulic Fan Drive Systems, AB00000019en-000401, Erişim adresi: <https://assets.danfoss.com/documents/DOC330375839416/DOC330375839416.pdf>



ÖZGEÇMİŞ

Arif Kalyoncu

1998, İstanbul doğumludur. 2021 yılında Kastamonu Üniversitesi Makina Mühendisliği programından mezun olmuştur. 2019 yılında Mert Teknik Fabrika Malzemeleri Tic. ve San. A.Ş. Firmasında 1 ay staj yapmıştır. Pandemi döneminde 1,5 yıl kadar Mert Teknik Fabrika Malzemeleri Tic. ve San. A.Ş. bünyesinde tekniker olarak çalışmıştır. Kasım 2021 'den beri Mert Teknik Fabrika Malzemeleri Tic. ve San. A.Ş. 'de Proje ve Satış mühendisi olarak görevini devam ettirmektedir.