



Bu bir MMO yayınıdır

HİDROSTATİK GÜÇ İLETİM SİSTEMİ İLE YÜRÜTÜLEN TIER 4 DİZEL MOTORLU ARAÇLARDA, MOTOR DEVRİNİN MÜSADE EDİLEN HIZ LİMİT DEĞERLERİ ÜZERİNE ÇIKMASININ ENGELLENMESİ

İbrahim İRDEM¹

¹ MERT Teknik A.Ş.

HİDROSTATİK GÜÇ İLETİM SİSTEMİ İLE YÜRÜTÜLEN TIER 4 DİZEL MOTORLU ARAÇLARDA, MOTOR DEVİRİNİN MÜSADE EDİLEN HIZ LİMİT DEĞERLERİ ÜZERİNE ÇIKMASININ ENGELLENMESİ

İbrahim İRDEM

MERT Teknik A.Ş. İzmir Şb.
TEL: +90 232 458 70 70 Fax: +90 232 469 91 91
e-mail: ibrahimirdem@mert.com www.mert.com

ÖZET

Tier4/Stage IV standartları ile beraber (dizel motorlarda zararlı ekzoz gazı çıkışını düşürmek için geliştirilmiş standart) dizel motorların emisyon standartlarının gelişmesi, on ve off-road (arazi araçları) araç endüstrisini çeşitli şekillerde etkilemiştir. Bu etkilerden en önemlisi, dizel motorların verimliliğinin önemli ölçüde artması olmuştur. Motor imalatçıları daha küçük motor hacimleri ve gövdeler ile aynı gücü elde edebilir hale gelmişlerdir. Verimlilik artıkcı ve motor hacimleri küçüldükçe, motorun, motorda yanma olmadan dönmeye karşı göstereceği direnç te azalacaktır. Bu direnci motorun frenleme torku olarak isimlendirebiliriz.

Motorlar genelde kimyasal enerjinin mekanik enerjiye çevrildiği sistemler olarak düşünülür. Fakat motorların aracın frenleme esnasında da önemli rolleri vardır. Motorun frenleme torku, frenleme esnasında aktarma organlarının oluşturduğu torka destek olmaktadır.

Motorun frenleme torkunun düşmesi, aracın aktarma organları tarafından desteklenmediği sürece motorun frenleme kabiliyeti düşecektir. Dizel motora mevcut olan frenleme torku değeri üzerinde yüklendiğinizde dizel motor ve tahrik edilen diğer aktarma organları aşırı hıza çıkma ve zarar görme riski altında olacaktır.

Hidrostatik tahrikli arazi aracı uygulamalarında kullanılan motorların frenleme tork değerlerinin düşürülmesi ile beraber araç hızlı bir şekilde giderken ve/veya yokuş aşağı giderken yapılan sert frenlemelerde meydana gelebilecek, motorun aşırı hıza çıkma durumunun engellenmesi ve aktarma organlarına etkiyecek torku limitlemek için birkaç teknik bulunmaktadır.



Şema 1. Biçerdöver

Bu tekniklerden bir tanesi; sert frenleme anında oluşan enerjinin bir kısmını ısı yolu ile sönmülmektir. Sistem akışındaki basınç düşürme yolu ile, pompanın, silindir bloğu- pistonlar- valf plakası takımına etkiyecek basıncın, motorun aşırı hıza çıkmasına sebep olacak tork değerlerine ulaşması engellenir. Bu metod Entegre Hız Limitlemesi (Integrated Speed Limitation - ISL) olarak tanımlanmaktadır. Bu sistemi oluşturan elemanlar, sert frenlemelerde ve/veya araç yokuş aşağı hızlı bir şekilde inerken yapılan frenlemelerde otomatik olarak devreye giren pilot valf, basınç düşürücü valf ve baypas orifisidir.

Bu sunum Entegre Hız Limitlemesi (ISL- integrated speed limitation) çalışmasının değerlendirilmesi ve motorun aşırı hıza çıkmasını engelliycek ISL sisteminin öğrenilmesi için yapılmıştır.

GİRİŞ

Araç Frenlemesi:

Frenleme, aracın hareket yönünün aksi yönüne doğru bir kuvvet uygulanması ile oluşur. Bu kuvvet araçtaki tekerleklerle yada paletlere; servis frenleri, aktarma organları yada her ikisi yolu ile iletilir. Genelde motorlar sadece araç fonksiyonlarının yerine getirilmesi için kimyasal enerjinin mekanik enerjiye çevrildiği sistem olarak düşünülür. Fakat motorların, aracın frenleme esnasında da önemli rolü vardır. Motorun frenleme torku, frenleme esnasında aktarma organlarının oluşturduğu frenleme torkuna destek olmaktadır.

Motorun frenleme yeteneği, frenleme torku ,sürtünme torku ,veya sürüklenme torku olarak ta tanımlanmıştır. Diğer bir deyişle motorun frenleme torkunu ,motorda yanma olmaksızın motoru döndürmek için gerekli tork olarak ifade edebiliriz. Motorun frenleme torku pompalama ve sürtünme kayıplarından oluşmaktadır. Motorun frenleme torku motorun deplasmanı büyüdükçe artar. Motorun frenleme tork değeri; genelde, motorun çalışma esnasında oluşturduğu tork değerinin 1/3 ünden daha azdır. Motorun frenleme torku motorun şaftının dönüş yönünün aksi yönüne etki etmektedir. Motor yanma esnasında bu torkun üstesinden gelebilmelidir. Bu değer ne kadar küçük ise motor o kadar rahat ve verimli çalışır. Fakat bir o kadar da frenleme esnasındaki etkisi azalmış olur.

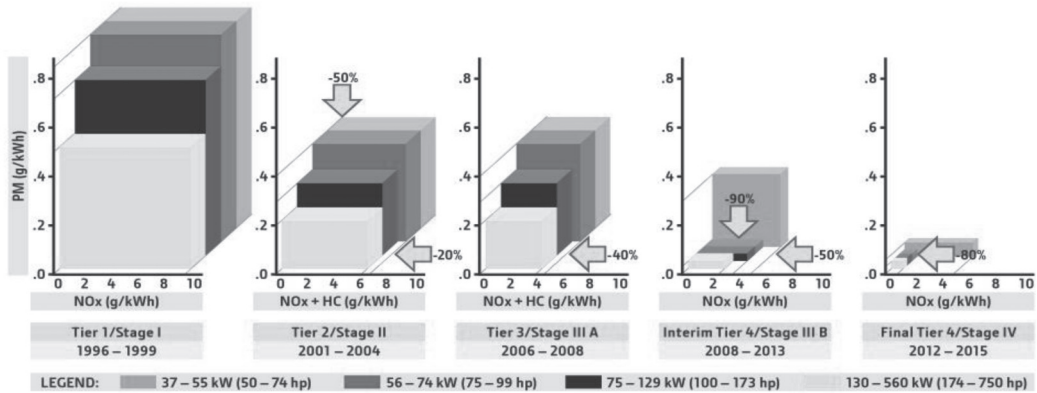
Frenleme esnasında dizel motorun girişindeki tork değeri aracın duruştaki hızı ve araç ağırlığı ile beraber lineer olarak artmaktadır.

Eğer frenleme esnasında dizel motorun girişindeki tork değeri, motorun toplam frenleme tork değerini geçmiş, aktarma organlarından herhangi bir tanesi mücade edilen maksimum hız değerinin üzerine ulaşmışsa motorun aşırı hız yapmış olduğu düşünülür. Motorların ve aktarma organlarının mücade edilen hız sınırları mevcuttur. Bu sınırların üzerine çıkılması durumunda motorun ve aktarma organlarının zarar görmesi kaçınılmaz olacaktır.

Tier- 4 Standartlarının Etkisi:

Dizel motorların çalışması esnasında , egzoz gazları ile beraber doğaya karışan zararlı gazların seviyesi ile ilgili 1996 yılına kadar herhangi bir yasal düzenleme yoktu. Çevre koruma kuruluşu (EPA: Enviromental Protection Agency) tarafından çıkarılan çevre ve doğayı koruma yasaları sayesinde egzoz emisyon standartları oluşturuldu. Egzozdan doğaya bırakılan nitrojen oksid (NOx), hidrokarbon (HC), ve partikül madde (PM- kükürt ve kurşun) miktarlarına kademe kademe sınırlamalar getirildi. Tarım aracı bile olsa standartlara uymayan bir aracın kullanılması yasaklandı. Bu değerlerin ilki Tier 1 (Euro stage1) idi. Daha sonraki yıllarda takip eden Tier-2, Tier-3 ve Tier-4 motorlar ile tamamen çevreci motorlar üretilmeye başlanmıştır.

EPA and EU nonroad emissions regulations: 37 – 560 kW (50 – 750 hp)



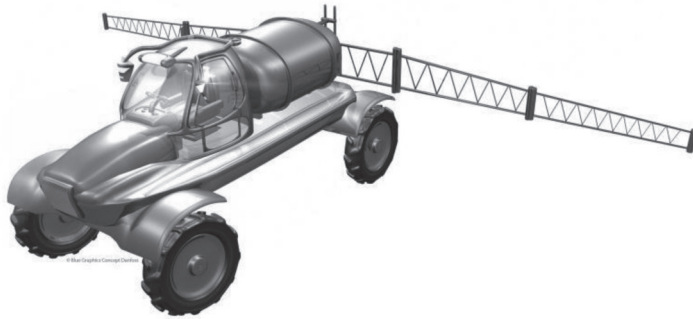
Şema 2. Tier Standartlarının Tarihe Göre Gelişimi

Bu beklentilere cevap vermek için motor imalatçıları yeni teknolojiler üretmek zorunluluğunda kalmıştır. Bu teknolojilerin içerisinde en bilindik olanları common rail injection (Direk enjeksiyon sistemi), intercooler (ara hava soğutucu) ve variable-geometry turbocharger (Değişken geometrili turboşarj) sistemleridir. Motorlarda verimlilik arttıkça motor imalatçıları daha önce kullandıkları motor ölçülerinden daha küçük gövdelerde daha hafif motorlar ile aynı gücü elde edebilir hale gelmişlerdir. Motor ölçülerinin küçülmesi ile beraber motorun doğal frenleme tork değeri de düşmüştür. Dolayısıyla aracın frenleme esnasındaki performansı düşecektir. Bu durum karşısında hidrostatik tahrikli bazı uygulamalarda kullanılan motorlar için aşırı hızdan korunma yöntemleri geliştirilmesi zorunlu hale gelmiştir.

Hidrostatik:

Hidrostatik aktarma organlı bir çok off-road (arazi araçları) araçta, aracın hız kontrolü için servis frenleri yaygın olarak kullanılmamaktadır ya da hiç yoktur. Buna benzer uygulamalara arazide ve asfaltta gidebilen hasat makinelerini, (şema 1) tarımsal ilaçlama makinelerini (şema 3) vb. örnek olarak verebiliriz. Bu sebeple bu tip uygulamalarda, aracı durdurmak için gerekli torku, hidrostatik sistemin kendisinin, motorun frenleme torkunun ve aktarma organlarının sağlaması beklenmektedir.

Ayrıca bu tip araçların günümüzde ebatları büyümekte, ağırlıkları artmakta ve hızlarının da artması istenmektedir. Bu etkenler ve Tier standartlarının etkisi ile aracın frenlenmesi daha da zorlaşmaktadır. Bu ise frenleme üzerine beklentileri artırmakla beraber daha titiz, hassas ve detaylı mühendislik gereksinimlerini doğurmuştur.



Şema 3. Tarımsal İlaçlama Araçları

Araştırmanın Hedefi:

Emisyon standartlarına uygun gelişmiş motorların kullanıldığı, hidrostatik güç iletim sistemli off-road (arazi araçları) araçlarda frenleme esnasında ortaya çıkabilecek aşırı hız probleminin engellenmesi için teknik çözümler üretmek, hidrostatik pompalarda kullanılan Entegre Hız Limitleme (Integrated Speed Limitation ISL) sisteminin teknik olarak uygulanabilirliğinin açıklanması üzerinedir.

MOTOR AŞIRI HIZ KORUMASI TEKNOLOJİ:

Otomotiv endüstrisinin gelişimi ile ilgili geçmiş tarihlere gidildiğinde, ağır yüklü araçlarda frenleme esnasında ortaya çıkabilecek motorun aşırı hıza çıkması probleminin engellenmesi için değişik fikirler ve görüşler ortaya çıkmıştır. Genelde çözümler motorun frenleme tork etkisinin artırılması ve/veya aktarma organları aracılığı ile motorun girişindeki tork değerlerinin kontrol edilmesi üzerinedir. Günümüzdeki çözümler ise sistem içerisine entegre edilmiş gelişmiş metodlardır. Aşağıda hidrostatik tahrikli modern off road (arazi araçları) araçlardaki teknolojiler özetlenmiştir.

Motor Çözümleri:

Motorun aşırı hıza uğramasını önlemek için uygulanan çözümlerin çoğu, gerektiği durumlarda mo-

torun efektif frenleme torkunu arttırmak ile sağlanır. Bunun için birkaç çözüm mevcuttur. Bunlardan bir tanesi compression release brake (sıkıştırılmış havanın motorda yanma olmadan serbest bırakılması) sistemidir. Bu sistem egzoz valf zamanlaması ile oynayarak araç krank şaftının yavaşlatılması yöntemidir. Piston içerisinde sıkıştırılmış hava, içerisinde mazot püskürtüleceği esnada, yanma olmadan egzozdan gönderilir.

Diğer bir yöntem egzoz frenidir. Egzoz manifolduna takılan bir kısıcı ile ters basınç oluşması sayesinde sağlanmaktadır.

Diğer bir yöntem değişken deplasmanlı turbo şarj ile pompalama kayıplarını kontrol ederek motorun ters basıncını arttırmaktır.

Hidrolik Çözümler:

Motorun aşırı hıza uğramasının engellenmesi için uygulanan hidrolik çözümleri aşağıdaki şekilde gruplandırabiliriz.

Enerjiyi Isı Olarak Yayma Yöntemi: Frenleme esnasında oluşan, aracın kinetik ve potansiyel enerjisini ısı enerjisine dönüştürme esasına dayalı, aracın aşırı hıza ulaşmasını önleme yöntemidir. Hidrolik retarder sistemini örnek verebiliriz. Motorun etkin frenleme kabiliyetini artırmak için geliştirilmiştir. Bu uygulamada, yardımcı bir hidrolik pompa dizel motora bağlanmaktadır. Retarder temel olarak şaftın ucuna yerleştirilen rotor ve stator denilen iki çark ile çalışan hidrodinamik basınçlı bir sistemdir. Fren pedalına basıldığında ya da direksiyon altına yerleştirilen kol çekildiğinde sistem harekete geçirilir. Rotor aracın şaftına bağlıdır. Stator ise rotorun karşısına retarder gövdesine sabitlenmiştir. Şanzımandan gelen şaft hareketi ile rotor döner. Retarder devreye girdiğinde rotor ve stator arasında yağ pompalanır rotorun dönüşüyle hareketlenen yağ statorun kanatlarına çarpar ve yavaşlar. Bu da rotoru yavaşlatır ve frenleme gerçekleşir.

Diğer bir teknoloji ise kapalı devre hidrostatik çevrimin kendisidir. Bu çözümler sistemdeki fazla akışı kısarak pompa kitinde ve motor girişinde oluşan torku sınırlar. Bu da genelde maksimum hidrostatik frenlemenin teker motorlarında elde edilmesini sağlamaktadır.

Oran Kontrolü İle Basınç Limitlemesi: Oran kontrolü genelde hidrolik motorun hacimsel kontrolüdür. Eğer aracın frenlemesi esnasında, dizel motorun frenleme kabiliyeti aşılırsa motorun deplasmanı değiştirilir. Bu da pompaya dolayısıyla dizel motor girişine etkileyecek torku azaltacaktır.

Kinetik Enerji Geri Kazanım Sistemi: Aracın enerjisini ısı enerjisine çevirmek yerine, bu enerji saklanarak gerektiğinde frenleme için aktarma organlarına aktarılmaktadır. Bu tarz sistemlerde hidrolik enerjinin depolanmasında akümülatörlerden yararlanır. Bu tasarım sistemin frenleme yeteneğini artırırken motorun aşırı hıza çıkmasını da engellemektedir. Ancak enerjinin depolanması ayrıca bir güvenlik ihtiyacı doğurmaktadır.

Diğer çözümler:

Genelde, frenleme esnasında aracın aşırı hıza çıkmasını engellemek için dizel motora bağlı diğer elemanların güç harcaması üzerine dayalıdır. Bu metodlar dizel motorun ve pompanın aşırı hıza çıkma riski olduğu esnada, araçtaki kompresörün, fan drive sisteminin, varsa diğer aksesuarların (örneğin klima) devreye sokulması üzerine geliştirilmiştir. Bu metodlar dizel motorun efektif frenleme tork değerini arttırmaktadır.

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ:

Makine imal eden firmalar motorun aşırı hızdan korunma çözümlerini teknik olarak değerlendirirken aşağıda belirtilen kriterlere dikkat etmektedirler.

Aktivasyon Yöntemi ve Performans:

Çözüm otomatik olarak mı yoksa operatör tarafından mı devreye sokuluyor. Çözüm olası sorunlar oluşmadan önlem alıyor mu yoksa problem ortaya çıktığında mı yanıt veriyor. Çözüm araç frenleme ihtiyacını anında karşılıyor mu? yoksa gecikmelere mi sebep oluyor? Çözüm frenleme esnasında hep devrede kalıyor mu? Çözüm aracın kontrol sistemini etkilemeden etkin olabiliyor mu?

Aracın Frenleme Yeteneğinin Arttırılması:

Çözüm frenleme performansı gerekliliklerini yerine getiriyor mu? (durma mesafesi azalması ve/veya hızın yavaşlaması). Çözüm aracın herhangi bir hızında hidrostatik sistem basıncını maksimum olarak kullanabiliyor mu? Ya da performansı limitli mi?

Mümkün Olan Frenleme Torkundan Yaralanma:

Çözüm motorun frenleme kapasitesinden istifade ediyor mu?

Farklı Sürüş Mekanizmalarına ve Kontrol Sistemlerine Uyumluluk:

Çözüm aracın aktarma organlarından, control sistemlerinden yazılım uygulamalarından bağımsız olarak uygulanabiliyor mu? Ya da çeşitli, özel gereksinimleri var mı?

Uygulama Kolaylığı:

Çözüm en az maliyet ile kolay bir şekilde uygulanıyor mu.? Kolay bir şekilde test edilip teslim edilebiliyor mu? Optimum seviyede çalışması için sürekli bir ayar ve test ihtiyacı gerektiriyor mu?

Montaj:

Çözüm uygulanırken, araç ve hidrolik sistem üzerinde önemli fiziksel değişiklikler gerektiriyor mu. ? ya da çok az bir fiziksel değişiklik ile olabiliyor mu?

ENTEĞRE HIZ LİMİTLEMESİ (Integrated Speed Limitation) (ISL):

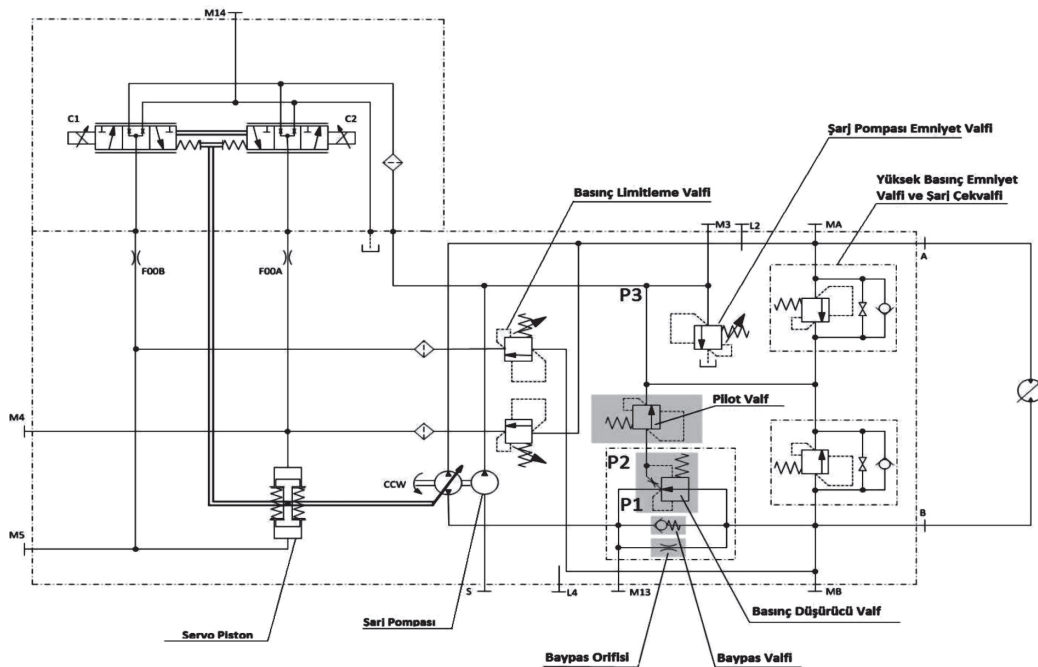
Gün geçtikçe hidrostatik tahrikli sistemlerde kullanılan dizel motorların aşırı hıza uğrama problemleri artmaktadır. Dizel motorlarda aşırı hız problemi araç hızlı bir şekilde yol alırken yapılan ani ve sert frenlemelerde ve/veya araç yokuş aşağı inerken yapılan frenlemelerde meydana gelir. Dizel motora bağlı bileşenlerin hız sınırları aşıldıkça hasarlar meydana gelecektir. Aşırı hıza uğrama sebeplerini günümüzde bu tip uygulamalarda kullanılan yüksek verimli dizel motorların (variable-geometry turboc-harger, common rail injection, intercooler sistemlerin kullanıldığı motorlar) frenleme yeteneklerinin azalmasına, araç ağırlıklarının artmasına, araçların daha hızlı hareket etme ihtiyaçlarının doğmasına bağlayabiliriz.

Bu problemi önlemek için pompa içerisine entegre edilen valfler ile motorun aşırı hıza çıkmasını engelleyen bir sistem geliştirilmiştir. Bu sistem Entegre Hız Limitlemesi ISL (Integrated Speed Limitation) olarak isimlendirilir.

ISL, dizel motorun aşırı hıza çıkmasını engelleyen bir teknoloji olup, hidrostatik tahrikli sistemlerde kullanılan, yüksek güçlü kapalı devre pompalarda uygulanmaktadır. Motoru aşırı hızdan korumak için geliştirilen aracın frenleme kabiliyetini düşürmeden, sert frenlemelerde oluşacak yüksek hidrostatik sistem basıncını düşürme yöntemi ile dizel motorun frenleme yeteneğini arttıran, hidrolik bir çözüm yoludur. Çalışmanın bu bölümünde bu teknoloji daha detaylı olarak açıklanmaktadır ve yukarıda sunulan değerlendirme kriterlerine uygunluğu incelenecektir.

Açıklama:

ISL; pilot valf, basınç düşürücü valf, baypas orifisi ve baypas valfinden (çekvalf) oluşmaktadır. Şema 4'te görüldüğü gibi kapalı çevrim pompa içerisine entegre edilebilmektedir.



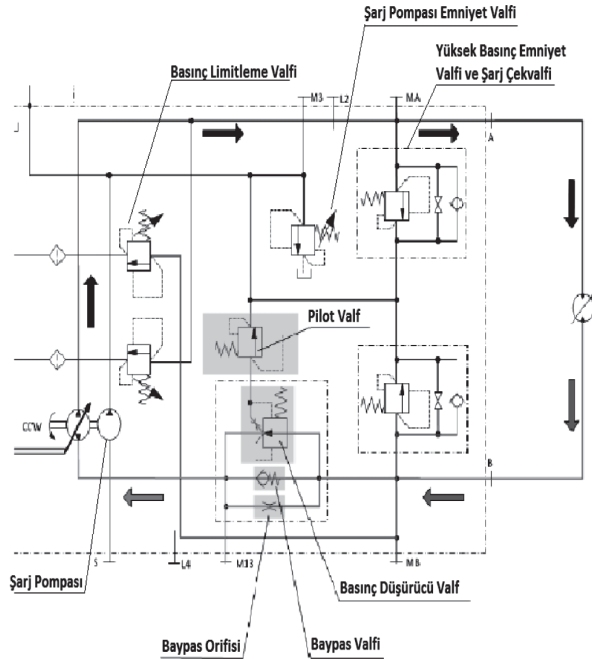
Şema 4. ISL Monte Edilmiş Kapalı Devre Pompa

Çalışma Teorisi:

Normal çalışmada frenleme olmadığı anda araç hızlı bir şekilde ilerlerken sistem debisi baypas orifisi ve basınç düşürücü valf üzerinden geçmektedir. Pilot valf set değeri aşılmamış $p_1=p_2$ dir. Yay kuvvetinin etkisi ile basınç düşürücü valf Normalde açık (NA) konumunu korur ve akış basınç düşürücü valf ve baypas orifisi üzerinden geçer.

İleri hareket sırasındaki ani hidrostatik frenlemede pompa deplasmanı düşürüldüğünde akış yönü sabit olmasına rağmen yüksek basıncın yönü değişip pompanın B portu yüksek basınçta olacaktır ve hidrolik motordan gelen debi pompanın B portuna girmektedir. Motor pompa gibi çalışmaya başlamıştır (Şema 5, Şema 4'ün büyütülmüş gösterimi olup, renklendirilmiş hatlar ile akışın yönü ve basınç değerleri gösterilmiştir). Frenleme anında sistem debisi, ayarlanan pilot valfin basınç değeri aşılanaya kadar, normalde açık olan basınç düşürücü valf üzerinden geçmektedir. Set edilen basınç değeri aşıldığı andan itibaren debi pilot valften geçer ve basınç düşürücü valf kapanır. Öyleki sistem debisi otomatik olarak pompaya uygulanacak basıncı regüle etmek için kısalmıştır (13 numaralı porttan basınç ölçülebilir). Şema 4'te görüldüğü gibi pilot valfin çıkışı şarj pompası çıkışına, verilmiştir. Böylelikle kapalı çevrimde yağ eksilmesi de engellenmiştir.

Sistemdeki akış oranı düşük olduğu durumlarda, düşük debilerde orifisteki basınç düşümü de az olacaktır. Basınç limitleme valfi set değeri aşılmamıştır. Pompa eğim plakası deplasmanı minimuma çekecektir. Bu esnada sistem basıncı artacaktır. Basınç düşürücü valf tamamiyle kapalı olur. Baypas orifisinden akış devam etmektedir. Sistemin bütün debisi baypas orifisi tarafından kısalmıştır. Araç yavaşlarken sistemdeki akış azalmasına rağmen pompa eğim plakası orta pozisyona geldikçe sistemdeki basınç artacaktır. Basınç düşürücü valfe paralel olarak bağlanmış baypas orifisi sayesinde sistemin artan basıncı sürekli kontrol altındadır.



Şema 5. ISL Aktif Olduğu Durumda Pompa Basıncı ve Akış Yönleri (Kırmızı-yüksek basınç, Yeşil-düşürülmüş kit basıncı, Mavi-şarj basıncı)

Eğer frenleme olayı esnasında B tarafındaki basınç limitleyici valf set değeri aşırsa, basınç limitleme valfinden geçen akış servo pistonu ulaştır ve pompanın eğim plakasının, motordan gelecek akışı kabul edecek şekilde max. deplasman konumuna gelmesini sağlar. (şema 4'te 5 nolu basınç ölçme portu)

Her türlü durumda ISL nin amacı pompa ve dolayısıyla dizel motor girişinde oluşan torku sınırlamaktır. Pilot valfin basınç ayarı ve bypass orifisinin ölçüsü, ne kadarlık bir frenleme gününün ısıya dönüştürüleceğini ve dizel motordan etkin bir biçimde uzaklaştırılacağını yöneten değişkenlerdir.

Pompanın çalışması esnasında akış B yi terk ediyorken yani araç diğer yöne gidiyorken, akış baypas valfi (çekvalf) üzerinden geçecektir. ISL aktif olmaz.

DEĞERLENDİRME:

Aşağıdakiler ISL 'nin yukarı sayfalarda belirtilen değerlendirme kriterlerine göre sonuçlarıdır.

Aktivasyon Yöntemi ve Performans:

ISL'nin işlevselliği hidrolik sistemin frenleme basıncı, pilot valfin ayar basıncını geçtiği anda hemen devreye girer. ISL'nin işlevselliği otomatiktir. Hidromekaniktir. Hidrostatik sistemin performansı ISL'den etkilenmez.

Aracın Frenleme Yeteneğinin Arttırılması:

ISL'nin stratejisi hidrostatik sistemde yüksek basınca izin vermektir. Ancak frenleme anında pompa kitindeki yüksek basıncı düşürerek dizel motorun devir aşımını engellemektedir. ISL ayrıca frenleme esnasında sistemin yüksek akış miktarını karşılayacak şekilde dizayn edilmiştir. ISL motorun risksiz bir şekilde aşırı hıza çıkmasını engellemiştir, tekerleklerde maksimum hidrostatik frenlemenin sağlanmasını mümkün kılmıştır.

Mevcut Olan Sürüklenme Torkundan Yararlanma:

ISL'nin performansı 2 ayar ile yapılandırılmıştır. Basınç düşürücü valfin devreye girip çıkması için pilot valfin basınç ayarı ve baypas orifisinin alanı. Bu ayarlar dizel motorun doğal frenleme yeteneğini maksimuma çıkarmak için yapılır.

Farklı Sürüş Mekanizmalarına ve Kontrol Sistemlerine Uyumluluk:

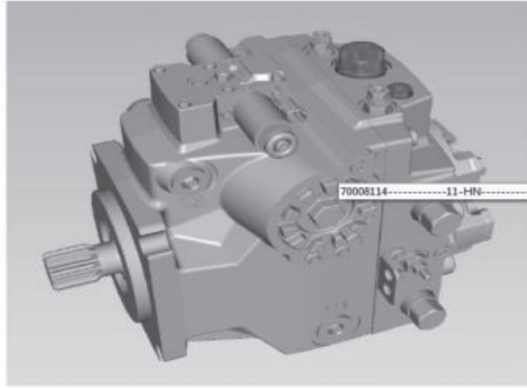
ISL belirli bir aktarma organına, kontrol sistemine ve yazılıma ihtiyaç duymaz. Tamamen hidromekaniktir. Mekanik, hidrolik, elektrik kontrol mekanizmalı pompaların ve morların olduğu sistemlerde kullanılabilir. Bu özellikleri ISL'yi özellikle düşük torklu tier 4 motorların kullanıldığı, frenleme yeteneği artırma ihtiyacı olan sistemlerde ön plana çıkarmıştır çünkü yeniden farklı bir aktarma sistemi ve kontrol sistemi dizayn etmeye ihtiyaç kalmamıştır.

Uygulama Kolaylığı:

ISL; frenleme esnasında mücadele edilen maksimum dizel motor devrindeki, toplam frenleme torkunu temel alır. Motorun frenleme torku çoğunlukla üreticisinin belirlediği seviyededir. Pilot valfin basınç ayarını ve bypass orifisinin alanını yapılandırdıktan sonra ISL pompaya monte edilir ve performans gereksinimlerini karşıladığını doğrulamak için bir uygulamada test edilir. Test esnasında eğer gerekirse pilot valfin basınç ayarını ve/veya baypas orifisinin alanını değiştirilerek yapılandırma tamamlanır. Uygun olan ISL yapılandırması genellikle bir araç üzerinde çeşitli testler yapıldıktan, uygun mühendislik sonuçları alındıktan sonra tamamlanır. Aynı özellikteki diğer araçlarda seri üretimde aynı ISL ayarları kullanılabilir.

Monte etme:

Şekil 6'da görüldüğü üzere ISL hidrostatik bir pompaya monte edilmiştir. ISL siz bir pompa ile mukayese edildiğinde çok küçük bir ek alan gerektirmektedir. Hidrolik sistem hattı bağlantılarında değişiklik gerektirmez.



Şema 6. ISL Monte Edilmiş Kapalı Devre Pompa

ÖRNEK ÇALIŞMA

ISL, motor aşırı hız koruması gerektiren büyük bir ilaçlama aracının pompasına monte edilmiştir. (Şema 3) Bu araçta hidrostatik tahrik ile çalışan 1 adet pompa ve 4 adet hidromotor bulunmaktadır.

Tablo 1, aracın teknik özelliklerini özetlemektedir. Aracın motoru EPA Tier 1 standartlarına göre üretilmiştir.

Tablo 1. ISL Uygulaması Olan Zirai İlaçlama Aracı Teknik Değerleri

Tanımlama	Değer	Birim
Araç Ağırlığı (yükülü)	14500	kg
Motor Hacmi	8,3	lt
Motor Çalışma Devri	2200	d/dk
Çalışma Devrindeki Tork değeri	180	Nm
Maksimum Motor Devri	3750	d/dk
Pompa devri Tahvil Oranı	1:1	-
Pompa Hacmi	165	cc/rev
Maksimum Pompa Devri	3100	d/dk
Maksimum sistem basıncı	480	bar
Motor Hacmi (her biri)	80	cc/rev
Son Aktarma Organı Tahvil Oranı	22:1	-
Teker Yarıçapı	0,85	m
Maksimum Araç Hızı	65	km/h

ISL Yapılandırılması:

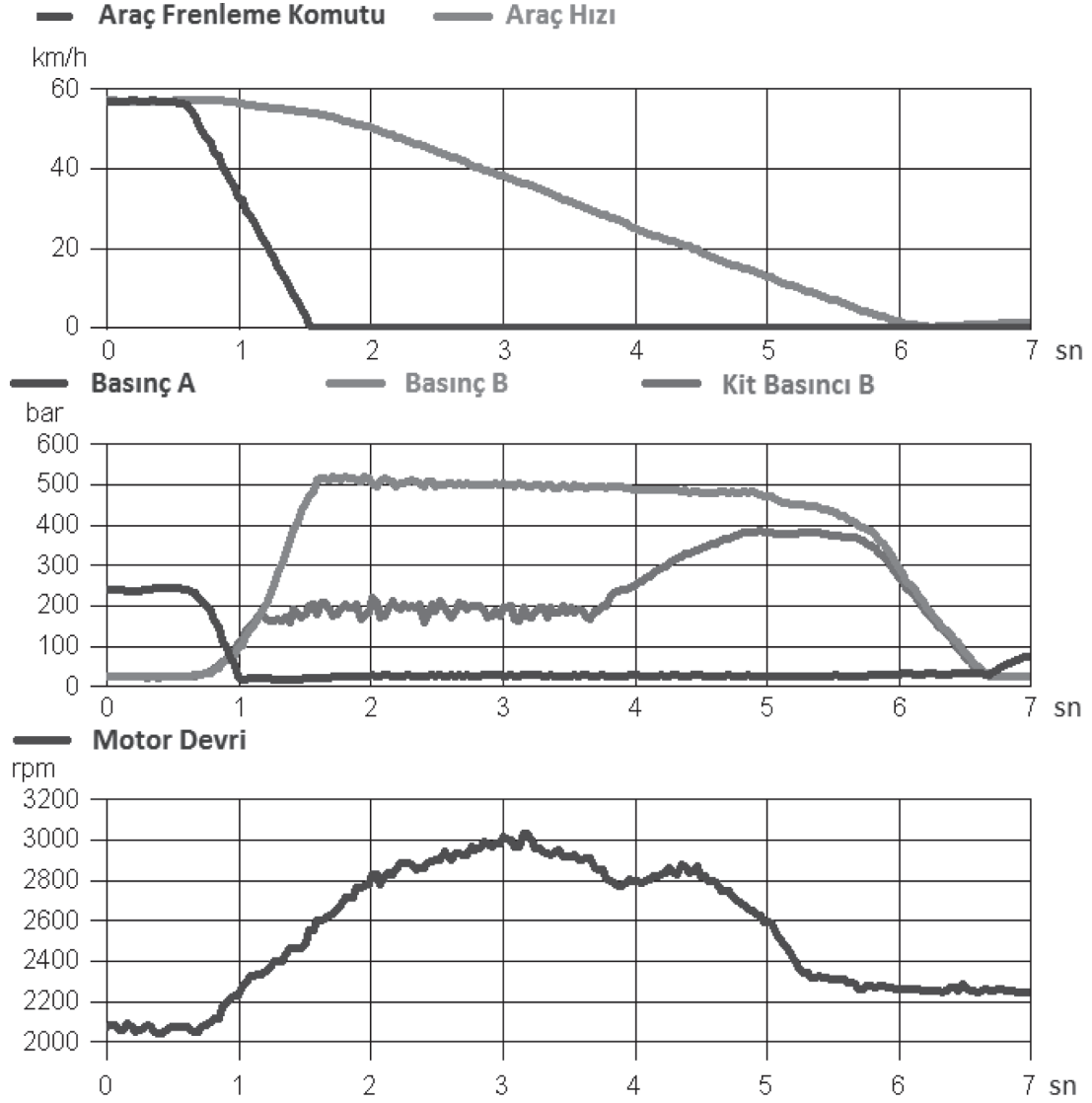
Dizel motorun frenleme torku, araç üzerinde bulunan diğer aksesuar pompaların, fan drive sisteminin, aktarma organlarının frenleme torku ve diğer kayıplar değerlendirildikten sonra motor/pompa devrini 3100 devirin altında tutmak için 120 bar pilot valf basınç değeri, 5,5 mm orifis çapı tayin edilmiştir ve sabit deplasmanlı 165 cc pompa üzerine monte edilmiştir. Bu seçim dizel motorun frenleme esnasında tahmini olarak ulaşabileceği aşırı hız değeri baz alınarak yapılmıştır.

Onaylama:

Konfigürasyon pompanın yüksek basınca maruz kaldığı bir çok araç frenleme testinden sonra onaylanmıştır. Şekil 7 düz bir zeminde yüksek hızda giden yüklü bir aracın sert frenleme esnasındaki test sonuçlarını göstermektedir. Bütün frenleme hidrostatik yürüyüş sistemi tarafından yapılmış olup servis frenleri kullanılmamıştır.

0,6 saniyede araca yaklaşık olarak 58 km/h hızdan sıfır hıza düşme komutu verilmiştir. Grafiklerde görüldüğü üzere durma esnasında sistem basıncı yaklaşık olarak 480 bardır. Ancak ISL pompa kitindeki basıncı otomatik olarak limitlemiştir. Böylece motor girişine aktarılan tork ta limitlenmiş olur. Yüksek araç hızlarında frenleme yaparken B portundaki kit basıncı, basınç düşürücü valf tarafından nerdeyse sabit bir değerde limitlenmiştir. Düşük hızlarda bu basınç bypass orifisi tarafından regüle edilmiştir ve hız azaldıkça bu basınç değeri grafikte görüldüğü üzere kırmızı eğriye (B'deki basınç değeri) yaklaşarak frenlemeye devam edilir. Grafikte ISL sayesinde motor/pompa devrinin 3100 d/dk nın altında kaldığı gösterilmiştir. Frenleme 5.6 saniyede tamamlandığında duruş mesafesi yaklaşık 50 metredir.

Bu test sonuçları seçilen ISL konfigürasyonu ile motorun ve pomanın aşırı hızdan korunduğunu göstermiştir.



Şekil 7. Zirai İlaçlama Aracının Durdurulması Esnasındaki Test Sonuçları

SONUÇ

Motor aşırı hız koruması, araçların frenleme performansı gereksinimi ihtiyacı arttıkça ve imalatçı OEM firmalar off road (arazi araçları) araçlarda kullanılan motorların frenleme tork değerlerini düşürdükçe, önemli bir konu olmuştur ve olmaya devam edecektir.

Hidrostatik aktarma organlı uygulamalarda motor aşırı hız koruma teknolojisi sunan Entegre Hız Limitleme Sistemi (Integrated speed limitation ISL), OEM firmaların ürettiği Tier 4 motor uygulamalarında motorun aşırı hıza çıkmasını engelleyen bir sistemdir ve gelecekte olabilecek ileri teknolojik motor dizaynlarında, motorun aşırı hıza çıkmasını engelleyecek önemli bir sistem olacaktır.



KAYNAKLAR

- [1] Danfoss Power Solution. ISL-Integrated Speed Limitation. Technical Information. 11053026 Rev BA Mar 2014
- [2] EPA, Environmental Protection Agency Standards (www.epa.gov/otaq/standarts)
- [3] European Commission, "Emissions from non-road mobile machinery"
- [4] "Off-highway diesel engines meet Tier 4 emission regulations" Machine Design 25 August 2011
- [5] Variable-geometry turbocharger-wikipedia the free encyclopedia

ÖZGEÇMİŞ

İbrahim İRDEM

1970 İzmir doğumludur. 1988 yılında İzmir Mithatpaşa Teknik lisesi Elektrik bölümünü bitirmiştir. 1993 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 1996 Yılından itibaren Mert Tenik A.Ş. İzmir şubesinde proje ve satış mühendisi olarak görevine devam etmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.