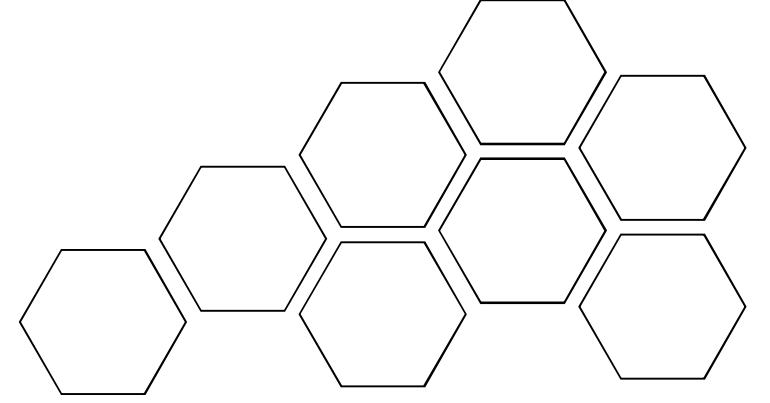
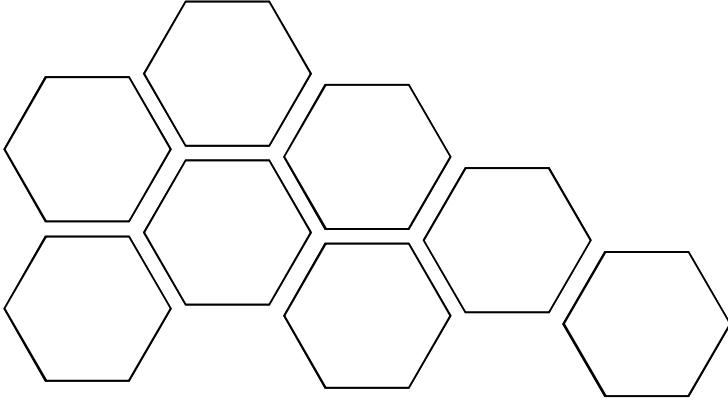
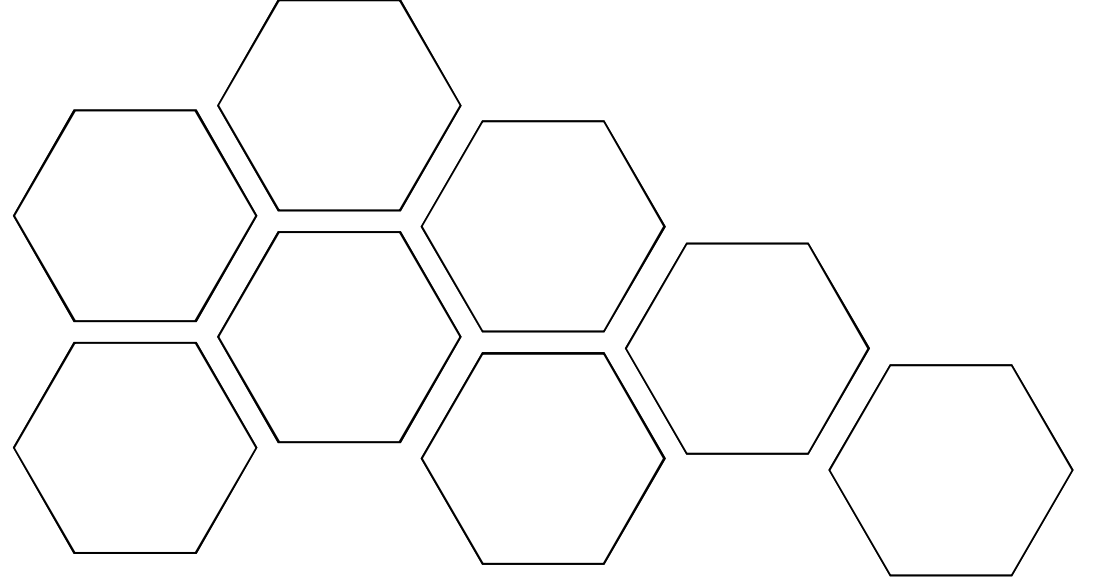
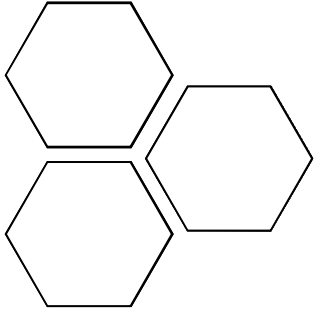




Frenler

Vedat Temiz





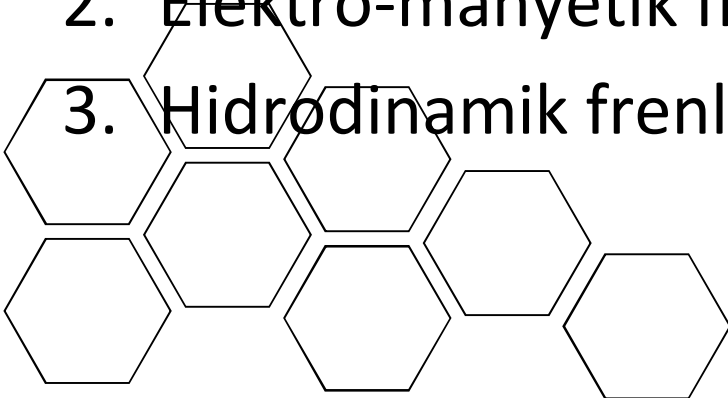
Tanım ve Sınıflandırma

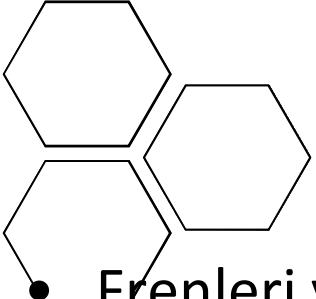
- Bir makinada, hareket halindeki bir elemanı veya eleman grubunu ya da komple makinanın hareketini yavaşlatmak veya durdurmak için suni bir direnç oluşturan sistem fren olarak adlandırılır.
- Frenleme prensibine göre sınıflandırmaları yapılabilir:

1. Mekanik frenler

2. Elektro-manyetik frenler

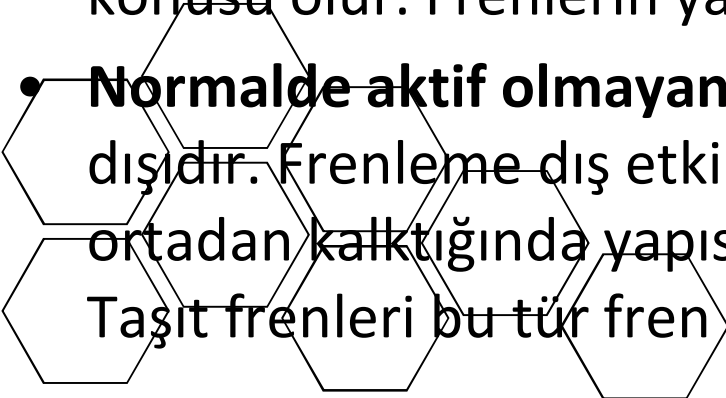
3. Hidrodinamik frenler

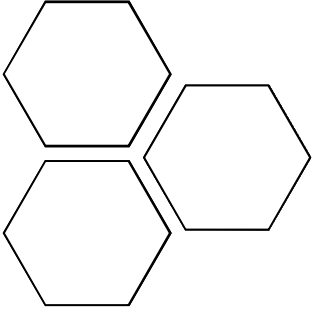




Frenler

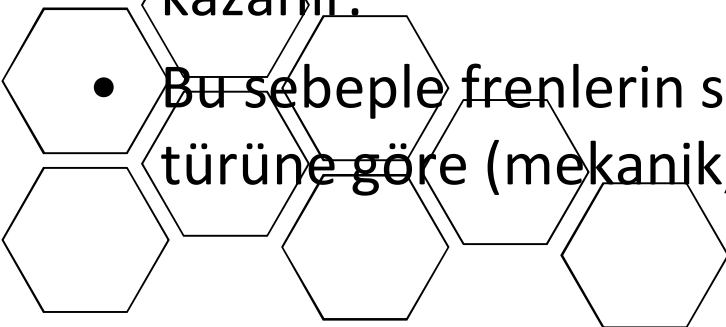
- Frenleri ya da fren uygulamalarını iki grupta düşünmek mümkündür.
- **Normalde aktif halde olan frenler:** Fren, makinayı çalıştıran operatörden ya da sistemde mevcut kontrol organından gelen bir dış etkiye maruz kalmadığı durumda aktif haldedir yani frenleme yapmaktadır. Sürtünmeli frenlerde sürtünme momenti frenin yapısındaki yaylar tarafından oluşturulmaktadır. Dış etki söz konusu olduğunda yay kuvveti devre dışı kalır ve frenleme ortadan kalkar. Endüstriyel uygulamaların çok büyük çoğunluğunda bu durum söz konusu olur. Frenlerin yapısı da buna uygundur.
- **Normalde aktif olmayan frenler:** Fren, dış etki olmadan devre dışıdır. Frenleme dış etki olması durumunda ortaya çıkar. Dış etki ortadan kalktığında yapısında bulunan yaylar freni devre dışı bırakır. Taşıt frenleri bu tür fren uygulamalarına örnektir.

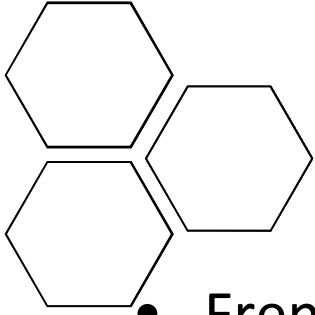




Esaslar

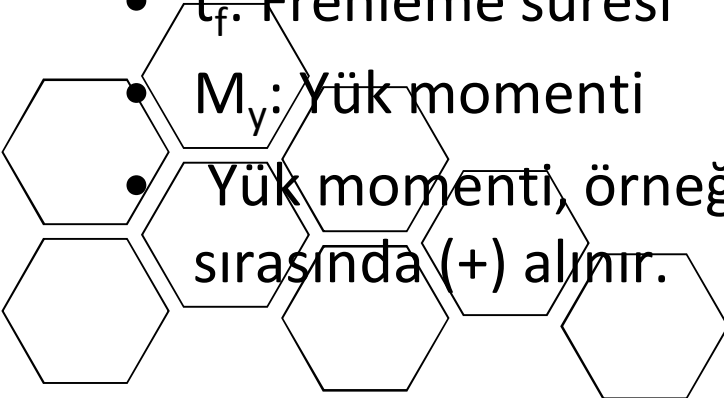
- Kavramalarda her iki tarafın da dönmesine karşın, frenlerde bir yarı dönerken diğer yarı da sabit sisteme bağlıdır. Kayıpsız moment aktarımı sadece sistemin durduğu hal için geçerlidir.
- Kinetik enerjinin belirli zaman süresi içinde ısıya dönüşmesi söz konusu olduğundan, şekil bağlı olmayan herhangi bir kavrama fren olarak da kullanılabilir.
- Frenleme süresinin, sürtünmeli kavramalardaki devreye girme süresinden çok daha fazla olması nedeni ile frenleme bölgesinde ısı oluşumu ve bu bölgesinin soğutulması çok önem kazanır.
- Bu sebeple frenlerin sınıflandırması absorbe edilen enerji türüne göre (mekanik, hidrodinamik, elektro-manyetik) yapılır

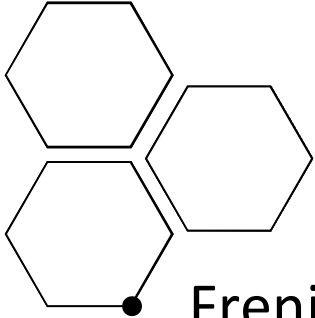




Genel hesaplar

- Fren tasarımına esas olan temel büyüklükler gerekli frenleme momentidir (M_{fr}), frenleme süresi ve ısı yüküdür.
- Basit olarak gerekli frenleme momenti aşağıdaki gibi yazılabilir:
- $$M_{fr} = J_y \cdot \frac{\omega_1}{t_f} \pm M_y$$
- Burada, J_y : fren miline indirgenmiş halde yük tarafındaki dönen kütlelerin eylemsizlik momenti
- ω_1 : Dönen milin açısal hızı
- t_f : Frenleme süresi
- M_y : Yük momenti
- Yük momenti, örneğin yük kaldırma sırasında (-), indirme sırasında (+) alınır.





Genel hesaplar

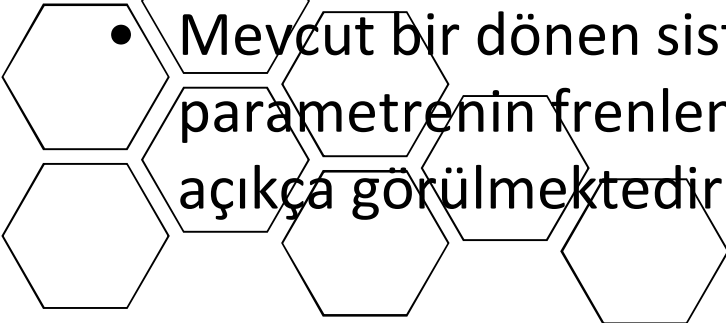
- Frenin tasarımı gereği karşılayabileceği moment, bütün diğer dinamik etkiler de dahil olmak üzere en az gerekli frenleme momenti (M_{fr}) kadar veya bundan daha büyük olmalıdır.
- Frenleme süresi kavramalardaki devreye girme süresine benzer şekilde yazılabilir.

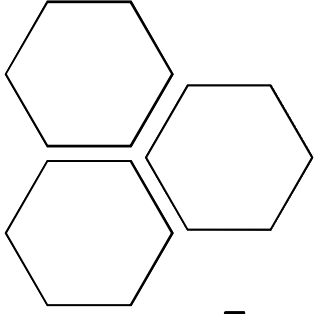
- $$t_f = \frac{J_y}{M_{fr} - M_y} \cdot \omega_1$$

- Benzer şekilde ısı yük,

- $$Q_s = 0,5 \cdot M_{fr} \cdot \omega_1 \cdot t_f$$

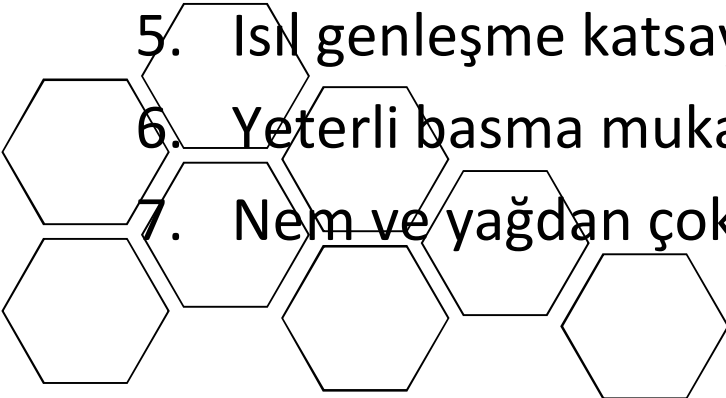
- Mevcut bir dönen sistemin frenlenmesi için en önemli parametrenin frenleme momenti olduğu denklemlerden de açıkça görülmektedir.

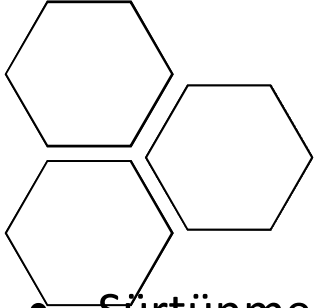




Fren Malzemeleri

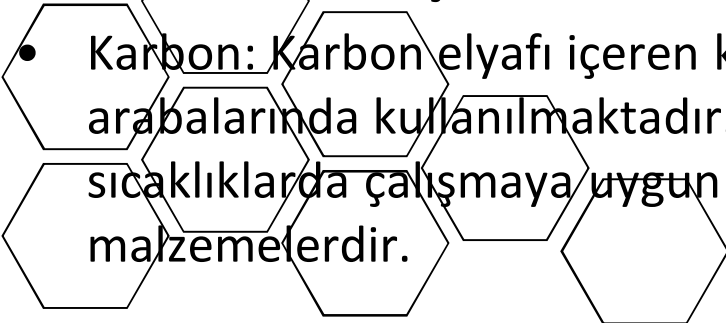
- Frenler için kullanılan sürtünme malzemelerden istenen özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir:
1. Sürtünme malzemesi yüksek sürtünme katsayısına sahip olmalı ve bunu değişik sıcaklıklarda muhafaza edebilmelidir.
 2. Düşük aşınma hızına sahip olmalıdır.
 3. Yüksek ısı mukavemetine sahip olmalıdır.
 4. Yüksek ısı iletim kapasitesine sahip olmalıdır.
 5. Isıl genleşme katsayısı düşük olmalıdır.
 6. Yeterli basma mukavemetine sahip olmalıdır.
 7. Nem ve yağdan çok fazla etkilenmemelidir.

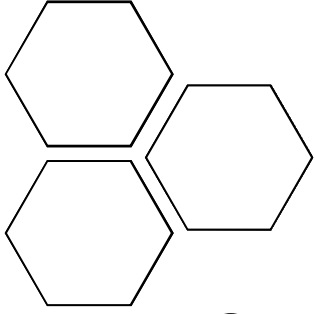




Fren malzemeleri

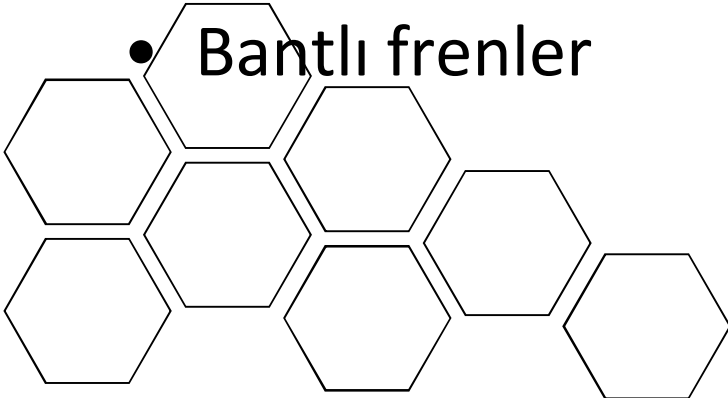
- Sürtünme malzemelerinin tam bileşimi, üretici firmalar tarafından teknik sır kapsamına alınmıştır. Ancak genel hatları ile yaygın olarak kullanılan sürtünme malzemeleri şunlardır:
- Asbest: ısı özellikleri çok iyi olmasına karşın, kanserojen etkisi nedeni ile artık kullanılmamaktadır.
- Yarı-metalik malzemeler: %30...65 metal, geri kalanı dolgudur. Metal olarak çelik, dökme demir ve bakır kullanılır. Isıl mukavemeti çok iyidir, sürtünme katsayısı orta değerdedir, ancak gürültü ve toz oluşumu mevcuttur.
- Organik malzemeler: Ferritik olmayan metaller, inorganik ve organik elyaflar, abrazyonlar, yağlayıcılar ve cam, kevlar, kauçuk ve karbon gibi takviye malzemelerinden oluşurlar. Sürtünme katsayıları yüksek (0,33...0,4), düşük sıcaklıklardaki aşınma mukavemeti çok iyidir.
- Karbon: Karbon elyafı içeren kompozit malzemelerdir. Hali hazırda yarış arabalarında kullanılmaktadır. Hafif, yüksek sürtünme katsayılı ve yüksek sıcaklıklarda çalışmaya uygun olmasına karşın, üretimi çok pahalı malzemelerdir.





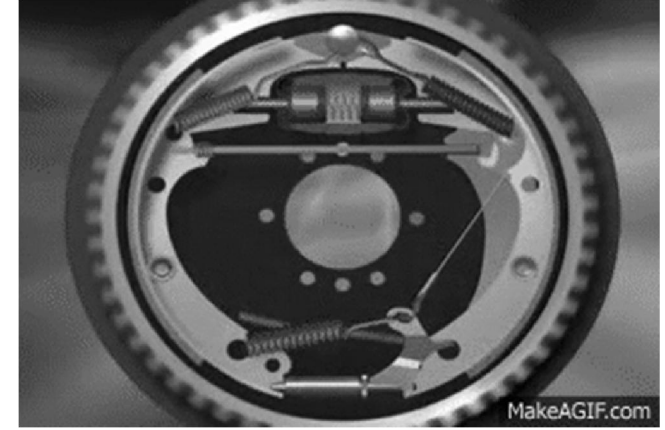
Mekanik frenler

- Genellikle sürtünmeli frenlerdir. Mühendislik uygulamalarında en yaygın kullanılan sistemlerdir. Başlıca tipleri;
- Tamburlu frenler
- Disk frenler
- Konik frenler
- Pabuçlu frenler
- Bantlı frenler



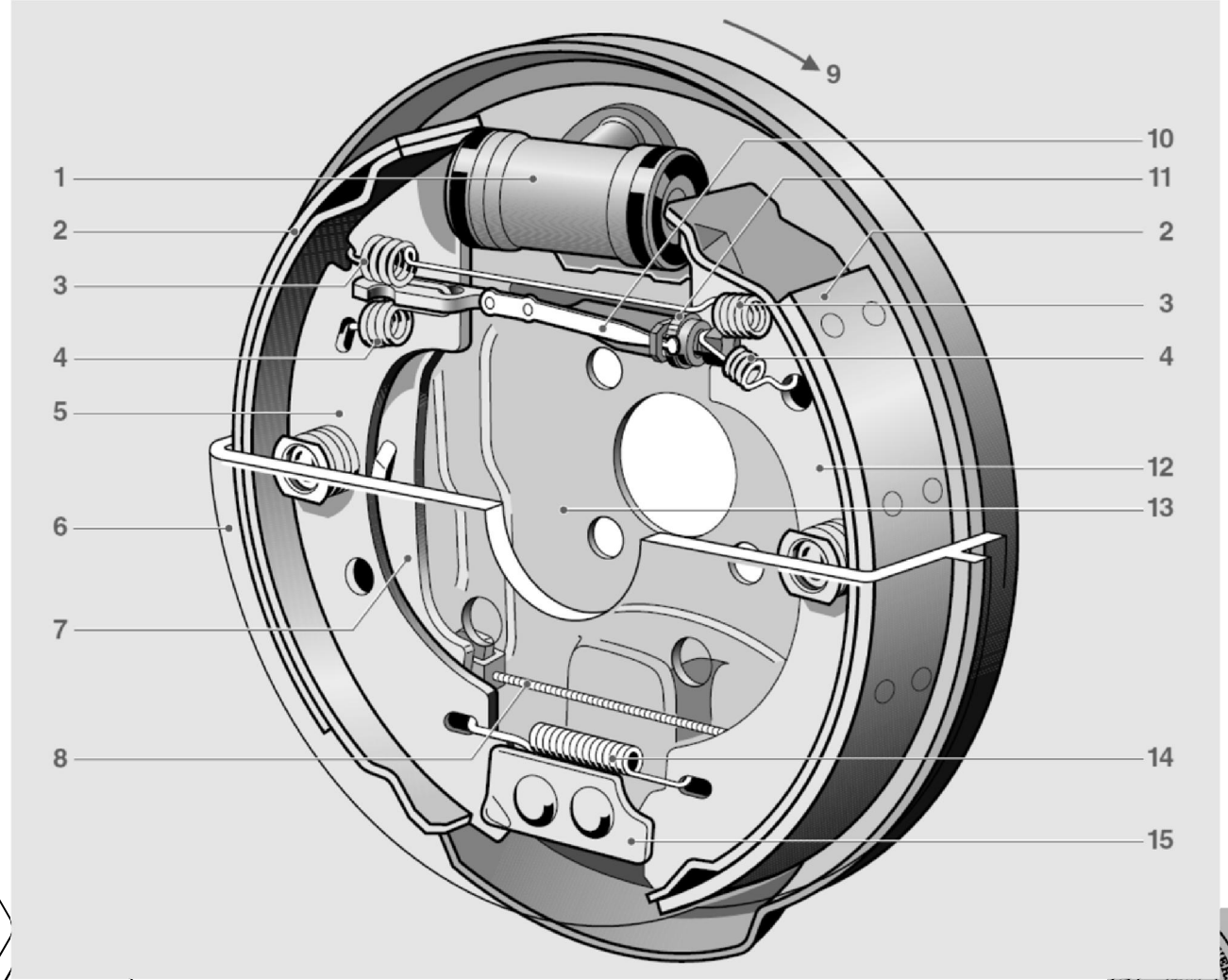
Tamburlu frenler

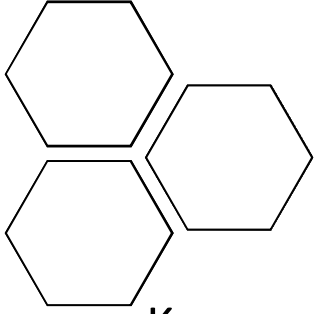
- Kampanalı frenler olarak da adlandırılırlar. Çok değişik konstrüksiyonları mevcuttur.
- Motorlu araçların arka aksında yaygın olarak kullanılır.
- Otoblokaj özelliği park freni olarak da kullanılmasını sağlar.
- Ekonomik ve güvenilir bir çözüm sağlar.
- Isıyı iletme özelliği sınırlıdır.
- Fren balatası ile tambur yüzeyi arasındaki temas yüzeyi zaman içinde değişebilir.



Tamburlu frenler

1. Tahrik silindiri
2. Sürtünme malzemesi
3. Geri dönüş çeki yayı
4. Gergi ayar yayı
5. Balata taşıyıcı gövdesi
6. Fren kampanası
7. El (park) freni
8. Fren teli
9. Tambur dönme yönü
10. Termo eleman (ayar aparatı)
11. Ayar dişlisi
12. Fren pabucu
13. Taşıyıcı gövde
14. Geri dönüş çeki yayı
15. Destek yatağı

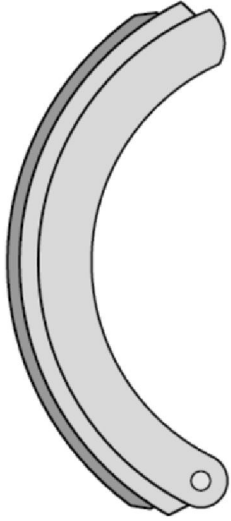




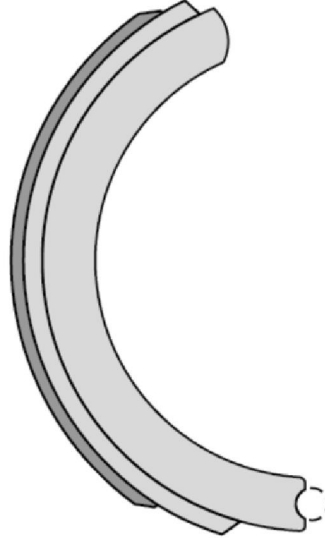
Tamburlu frenler

Kampanalı (tamburlu) frenlerin konstrüksiyonu, pabuçların yataklanma ve tahrik durumuna göre değişiklik gösterebilir.

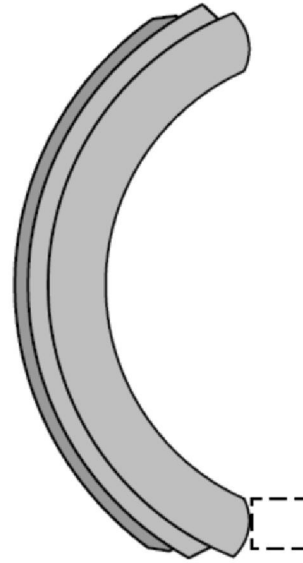
a



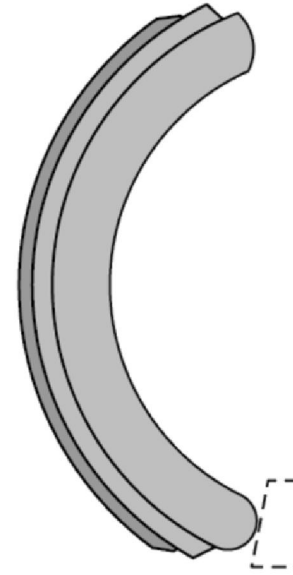
b



c



d



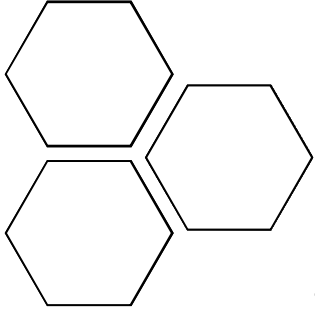
a) Tek mesnetli fren

b) Sabit mesnetli fren

c) Yüzeye dik destekli fren

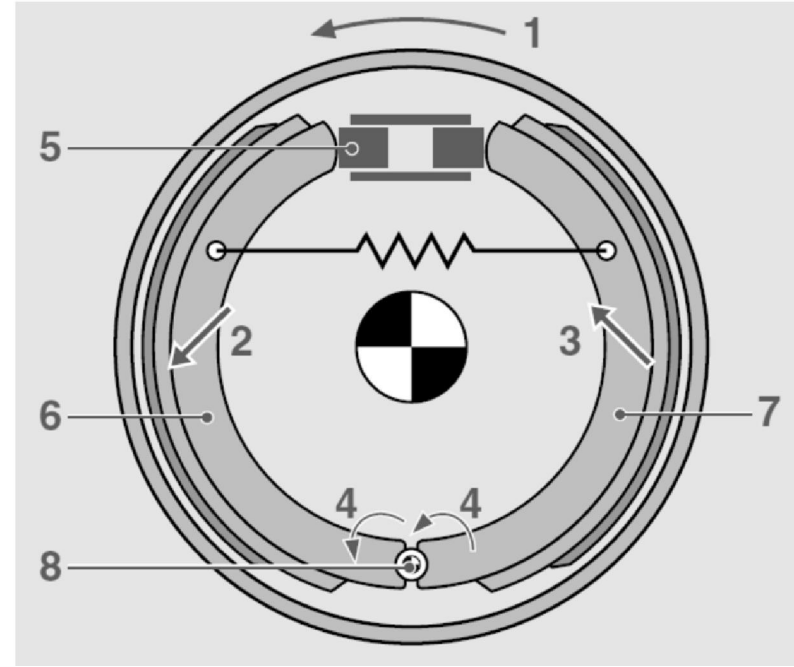
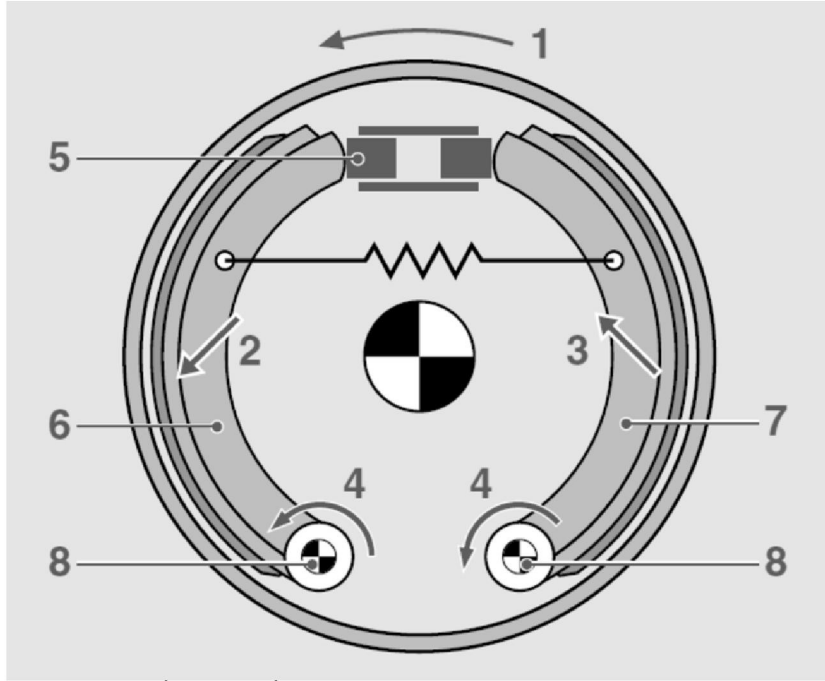
d) Eğik destekli fren





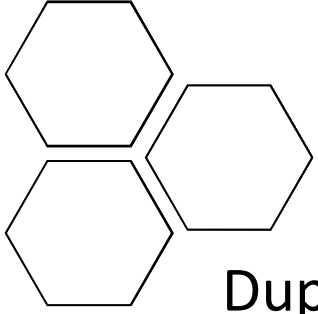
Tamburlu frenler

Simplex (tek tahrikli) frenler:



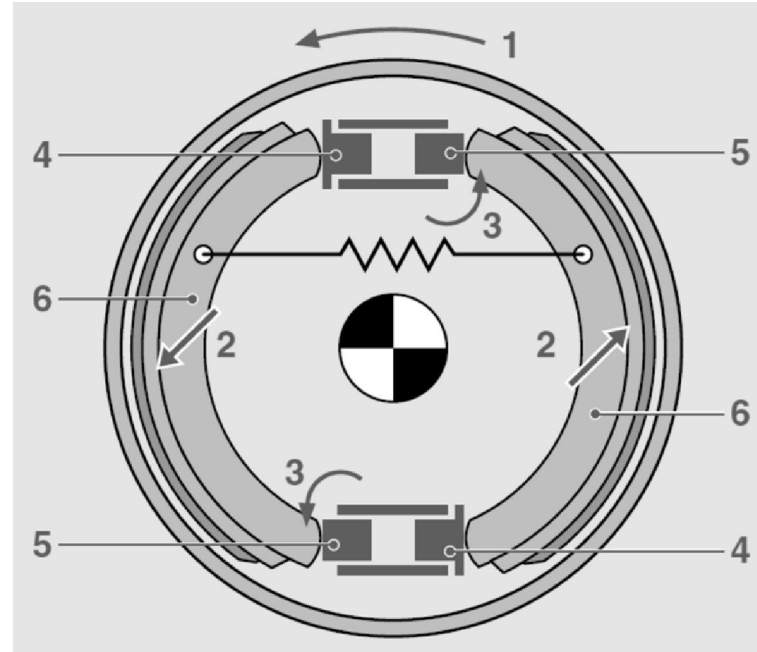
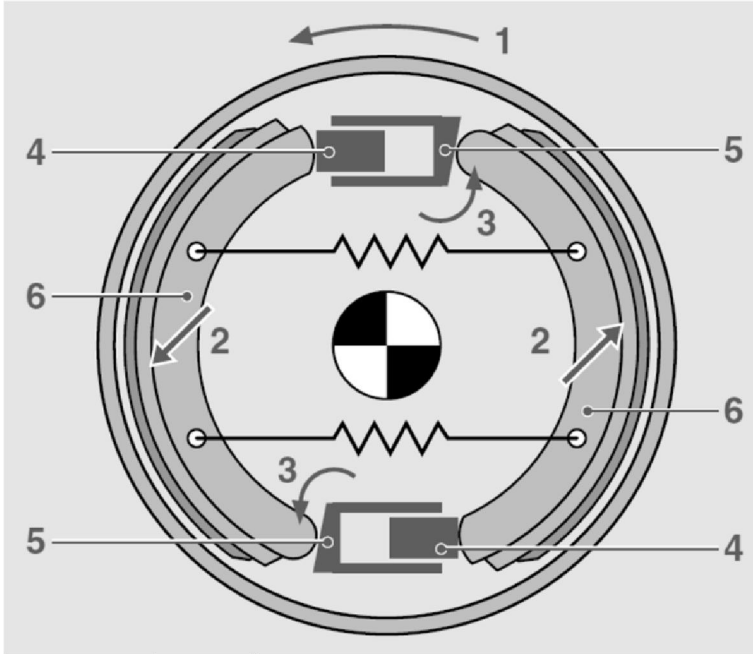
1. Tambur dönme yönü
2. Kendi kendine yardım prensipli
3. Otoblokajlı
4. Döndürme momenti

5. Tahrik silindiri
6. Fren pabucu
7. Fren pabucu
8. Mesnet



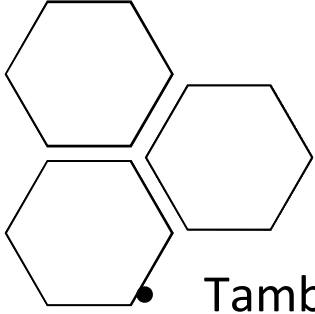
Tamburlu frenler

Duplex (çift tahrikli) frenler:



1. Tambur dönme yönü
2. Kendi kendine yardım prensipli
3. Döndürme momenti

4. Tahrik silindiri
5. Temas yüzeyi
6. Fren pabucu



Tamburlu fren hesabı

Tamburlu frenlerde temas geometrisinin ayrıntılı olarak dikkate alınması pratikte pek fayda sağlamaz. Bu nedenle ortalama değerlerle hesap yapmak, hem zamandan tasarruf sağlar hem de hesaplarda olası hata ihtimalini düşürür.

Simplex frenlerde gereken tahrik kuvveti için aşağıdaki genel ifade yazılabilir:

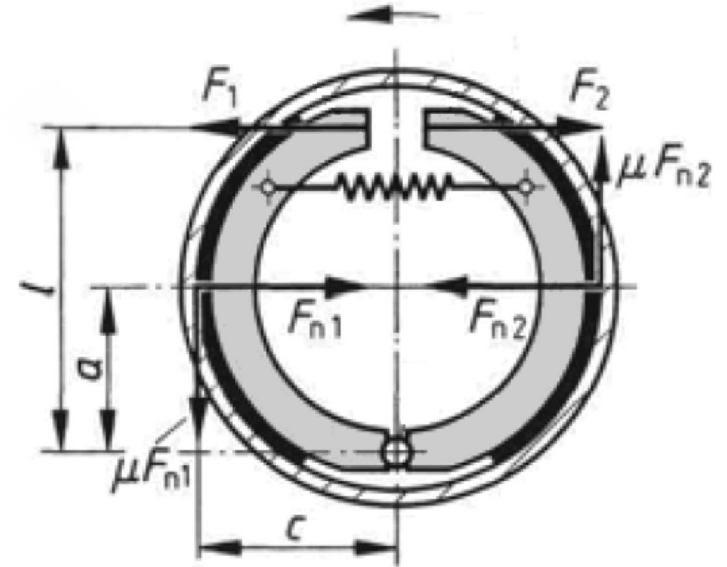
$$F_1 = F_{n1} \cdot \frac{a - \mu \cdot c}{l} \quad \text{ve} \quad F_2 = F_{n2} \cdot \frac{a + \mu \cdot c}{l}$$

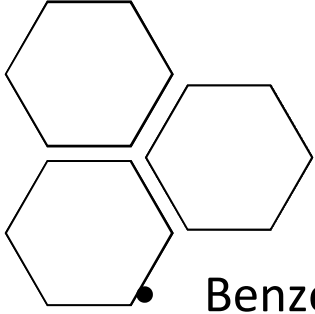
Bu kuvvetlere karşılık gelen frenleme momenti

$$M_{fr} = \mu \cdot (F_{n1} + F_{n2}) \cdot R$$

Burada R, fren tamburunun (kampananın) yarıçapıdır.

Pabuçları itme kuvveti aynı olsa bile ($F_1 = F_2$), her bir pabuçtaki frenleme momenti farklıdır.





Tamburlu fren hesabı

Benzer hesaplar duplex (çift tahrikli) frenler için de yapılabilir. Duplex frenlerde bir birinin aynı olan iki pabuç, mafsal noktaları eksen üzerinde olacak şekilde yataklanmıştır. Dönme yönü ve tahrik kuvvetlerinin etkiye noktaları dikkate alındığında, her iki pabuç bir birinin aynı davranır.

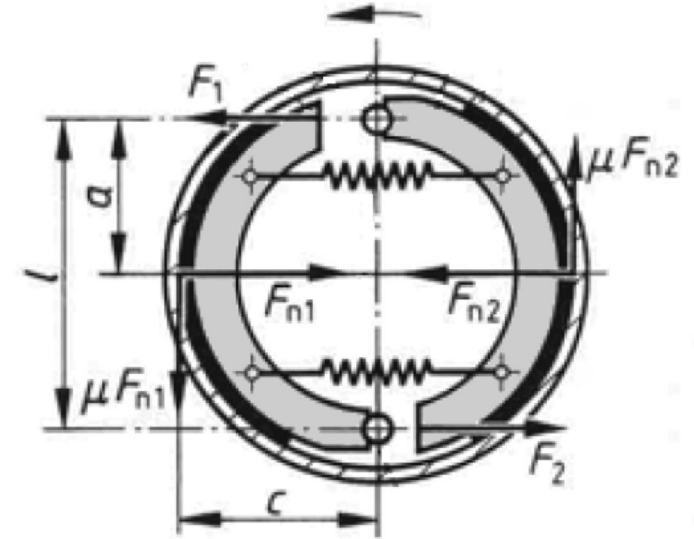
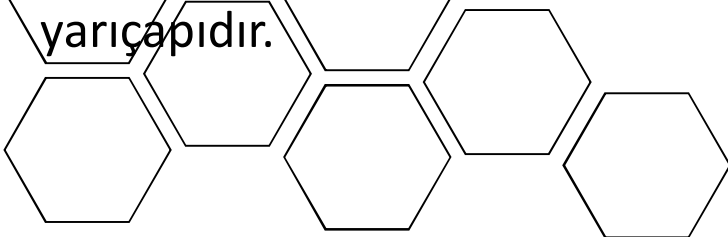
Duplex frenlerde gereken tahrik kuvveti için aşağıdaki genel ifade yazılabilir:

$$F_1 = F_2 = F_{n1,2} \cdot \frac{a - \mu \cdot c}{l}$$

Bu kuvvete karşılık gelen frenleme momenti

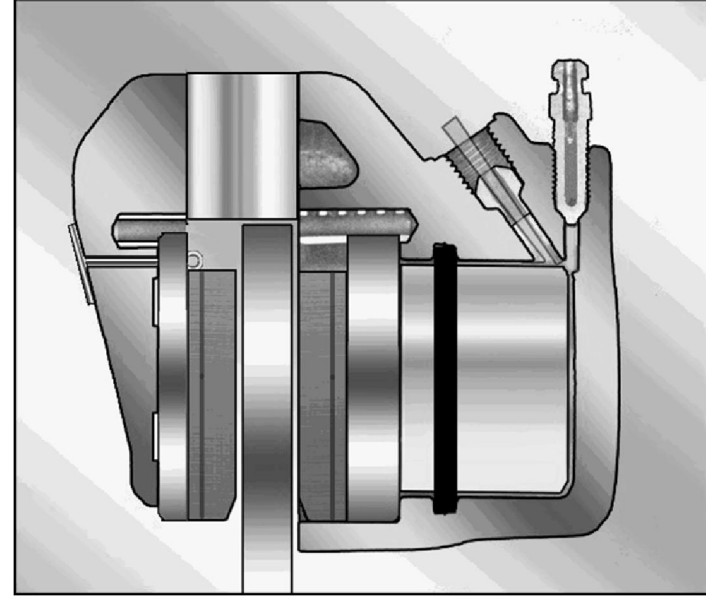
$$M_{fr} = 2 \cdot \mu \cdot F_{n1} \cdot R$$

Burada R, fren tamburunun (kampananın) yarıçapıdır.



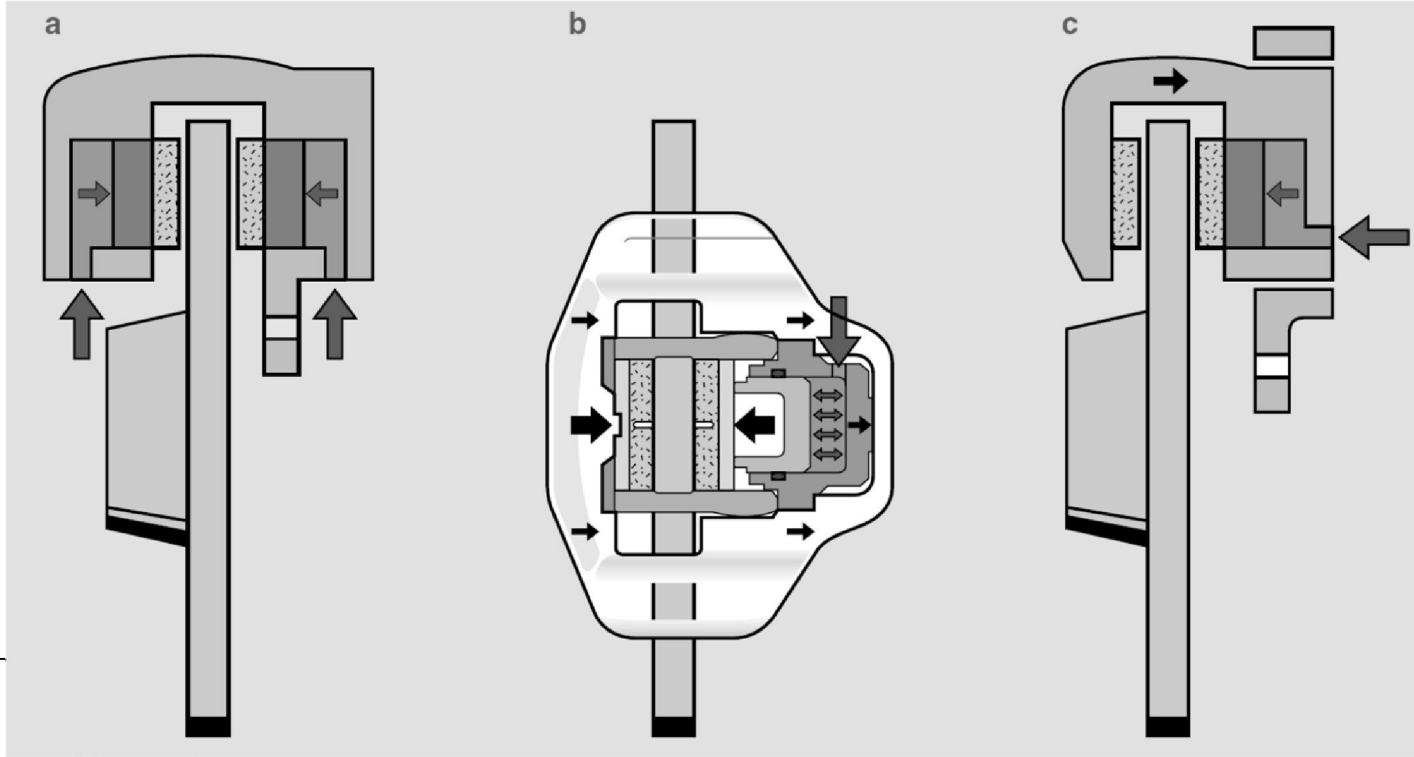
Disk frenler

- En yaygın kullanılan frenlerdir. Hem kuru hem de ıslak olarak çalışma özelliğine sahiptir.
- Havacılık uygulamaları için karbon-karbon kompozitleri de dahil olmak üzere pek çok sürtünme malzemesi kullanılabilir.
- Çok iyi soğuması nedeni ile otomobillerin ön tekerleklerinde yaygındır. Zaman içinde arka tekerlekteki frenler de diske dönüşmüştür.
- Kilitlenme (otoblokaj) özelliği yoktur.

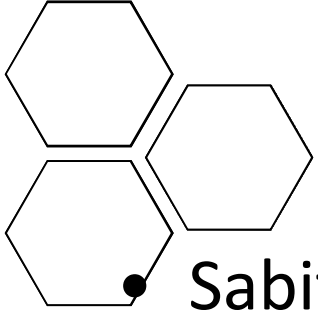


Disk frenler

• Disk frenler üç değişik şekilde aktif hale getirilebilir:



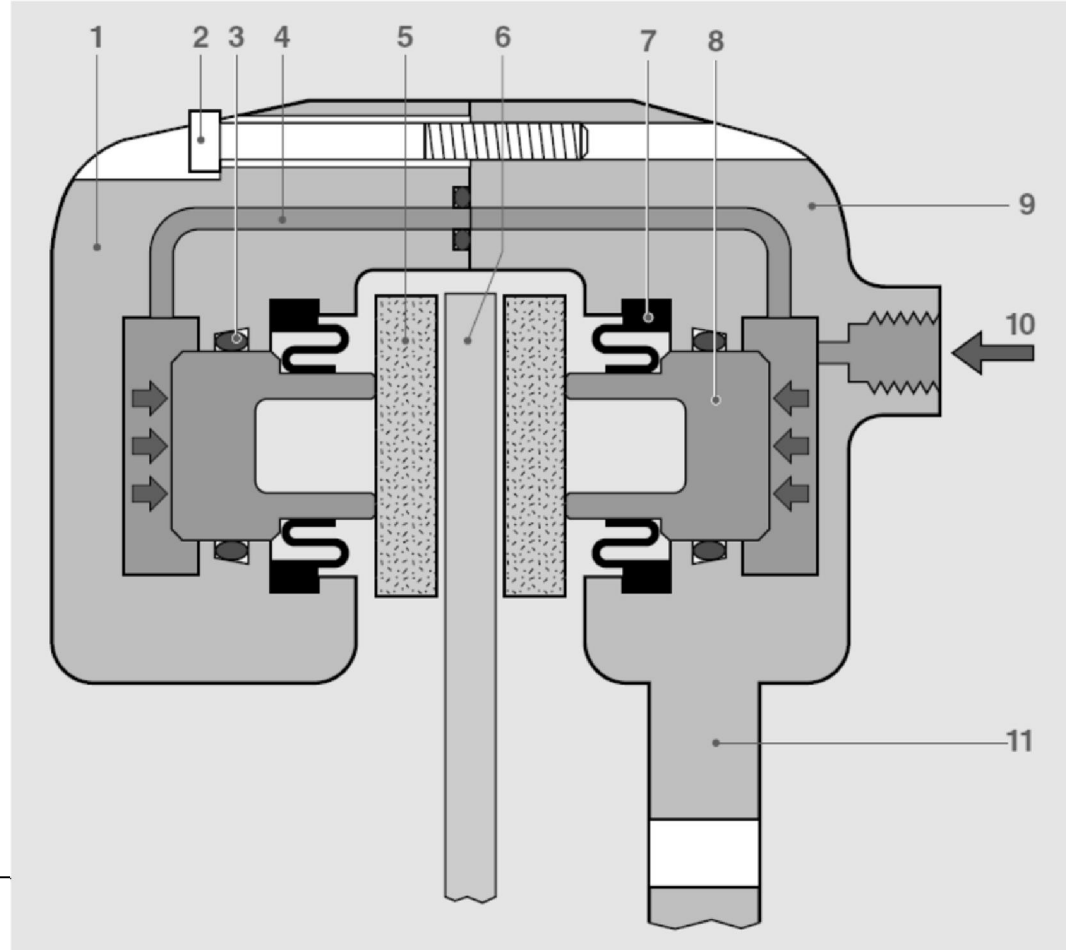
- a. Sabit kaliperli frenler (önden görünüş)
- b. Hareketli gövdeli frenler (üstten görünüş)
- c. Hareketli kaliperli frenler (önden görünüş)



Disk frenler

Sabit kaliperli bir disk frenin detaylı görünüşü:

1. Gövde flanşı
2. Bağlantı civatası
3. Piston keçesi
4. Hidrolik yağ kanalı
5. Sürtünme malzemeleri (balatalar)
6. Fren diski
7. Koruyucu membran kapak
8. Piston
9. Gövde kapağı
10. Hidrolik yağ girişi
11. Montaj flanşı



Disk fren hesabı

Disk fren hesabı, lamelli kavramalara benzer şekilde yapılabilir. Ortalama yarıçap kabulü ile pabuç başına frenleme momenti:

$$M_{fr1} = \mu \cdot F \cdot r_m$$

Sabit basınç kabulü ile, frenleme kuvveti F;

$$F = p_m \cdot \theta \cdot \frac{r_d^2 - r_i^2}{2}$$

Üniform aşınma kabulü ile

$$F = p_{max} \cdot \theta \cdot r_i \cdot (r_d - r_i)$$

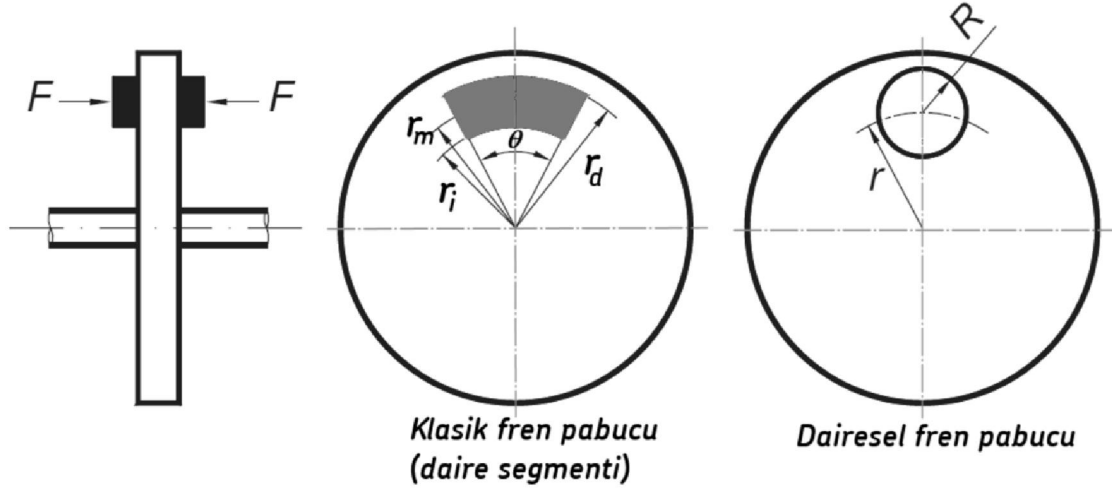
Ortalama yarıçap;

Üniform basınç hali

$$r_m = \frac{2}{3} \cdot \frac{r_d^3 - r_i^3}{r_d^2 - r_i^2}$$

Üniform aşınmada

$$r_m = \frac{r_i + r_d}{2}$$

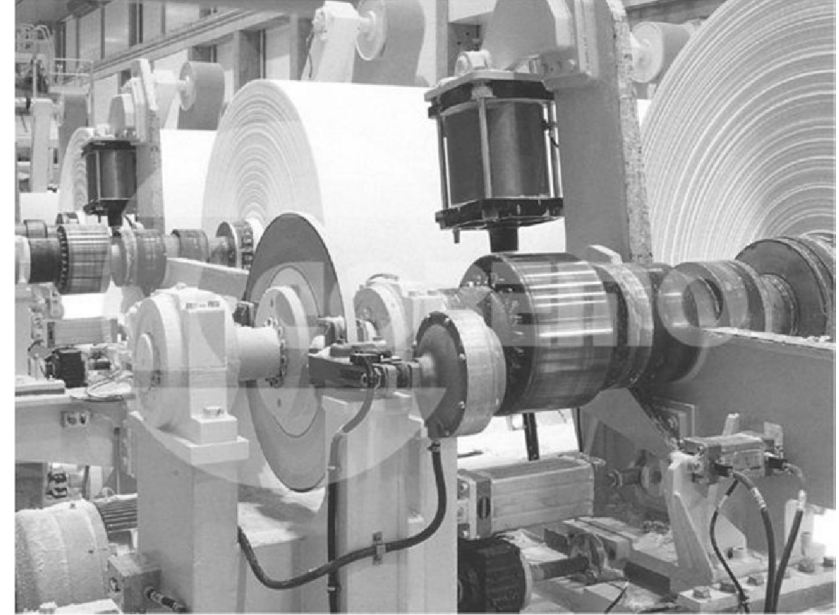
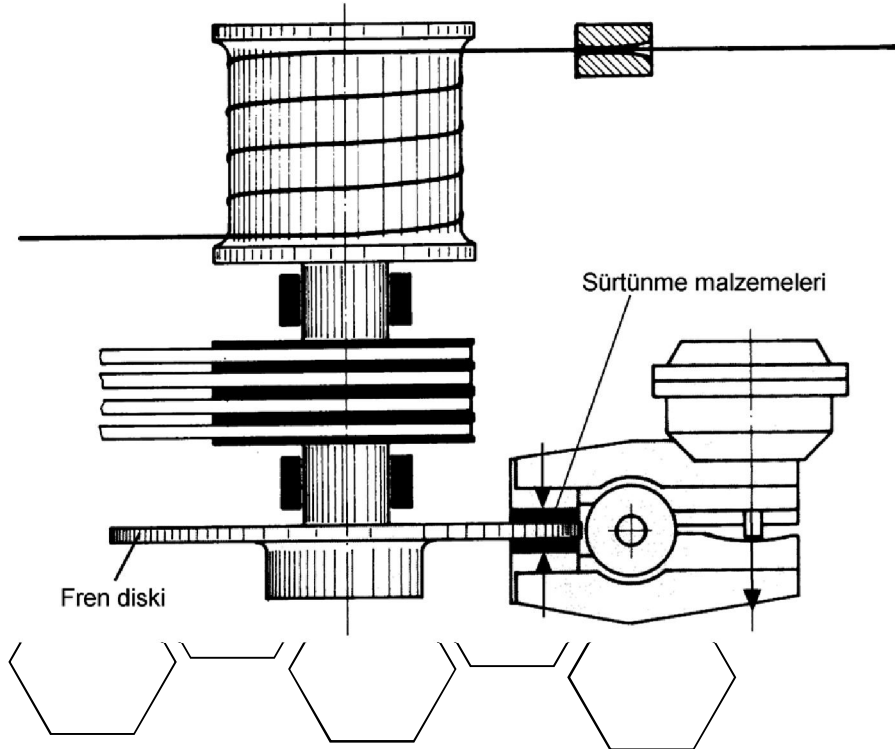


Denklemlerde θ pabucun geometrisine karşılık gelen segment açısını, p_m ortalama basıncı, p_{max} ise üniform olmayan basınç dağılımı halinde en büyük basıncı temsil etmektedir. Maksimum basınç ile ortalama basınç arasındaki ilişki;

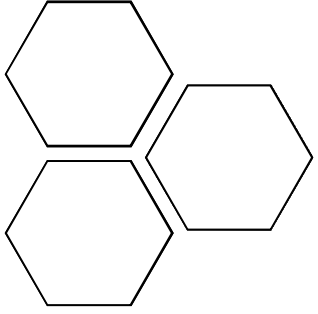
$$\frac{p_m}{p_{max}} = \frac{2 \cdot r_i / r_d}{1 + r_i / r_d}$$

Frenler

Bir endüstriyel disk frenin tel çekme sisteminde kullanılışının şematik gösterilişi. Şekildeki frenin hidrolik ya da pnömatik kumandalı tipleri vardır.

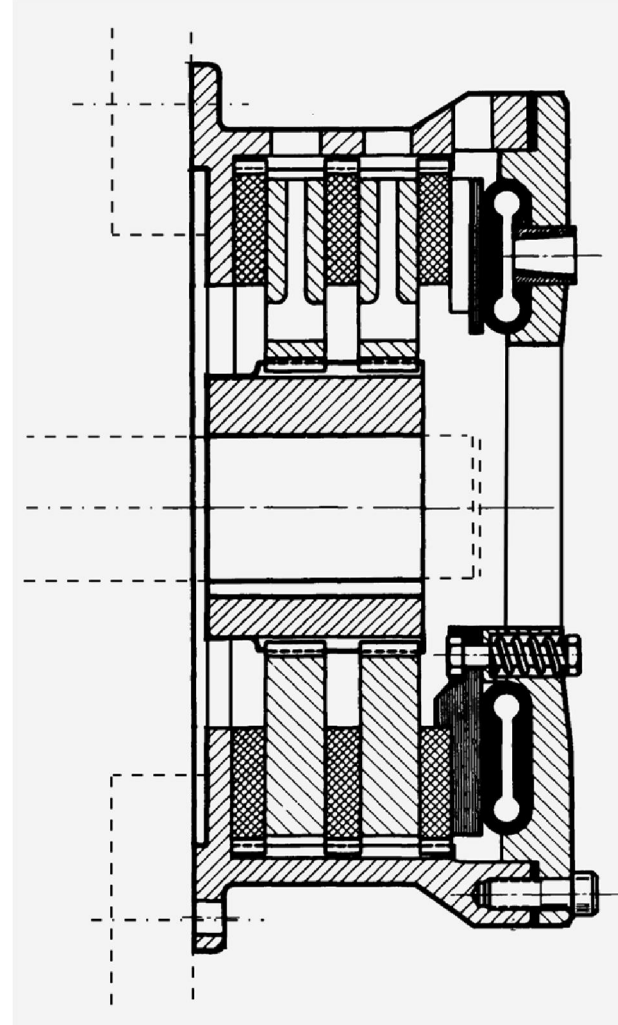
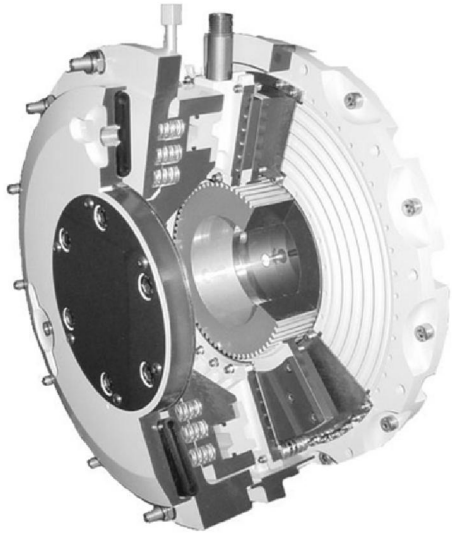
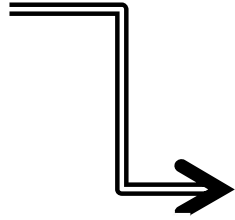


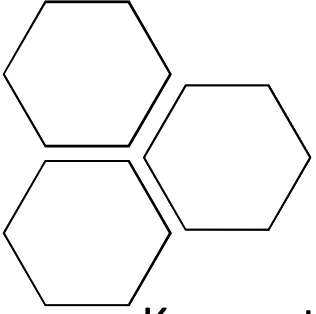
Bir rulo sarma sisteminde disk fren uygulaması



Frenler

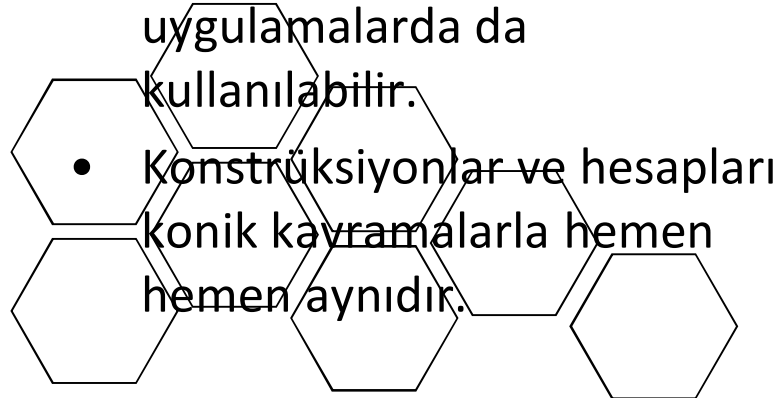
Kavrama benzeri
daha önce verilen
pnömatik kumandalı
lamelli bir fren



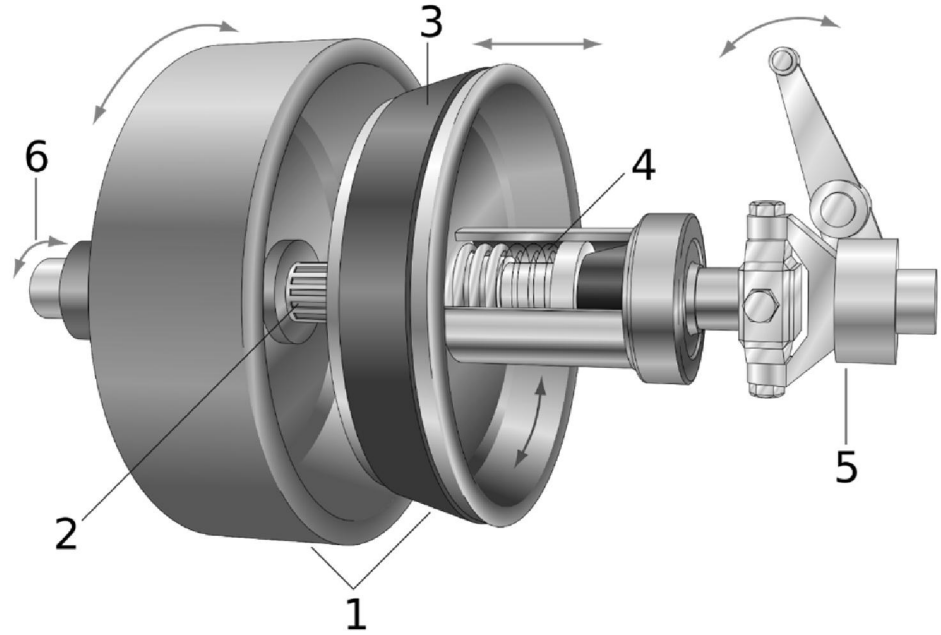


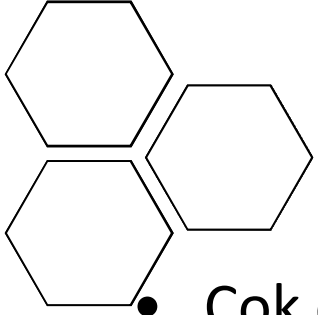
Konik frenler

- Kama etkisi sebebi ile aynı büyüklükteki disk frenlerden daha büyük frenleme momenti kapasitesine sahiptir. Bir miktar kaymaya izin veren düşük hızlı uygulamalarda (yıkama makinaları ve ekstraktörler) yaygın olarak kullanılır. Bunun yanında yarış arabaları gibi yüksek performans gereken uygulamalarda da kullanılabilir.



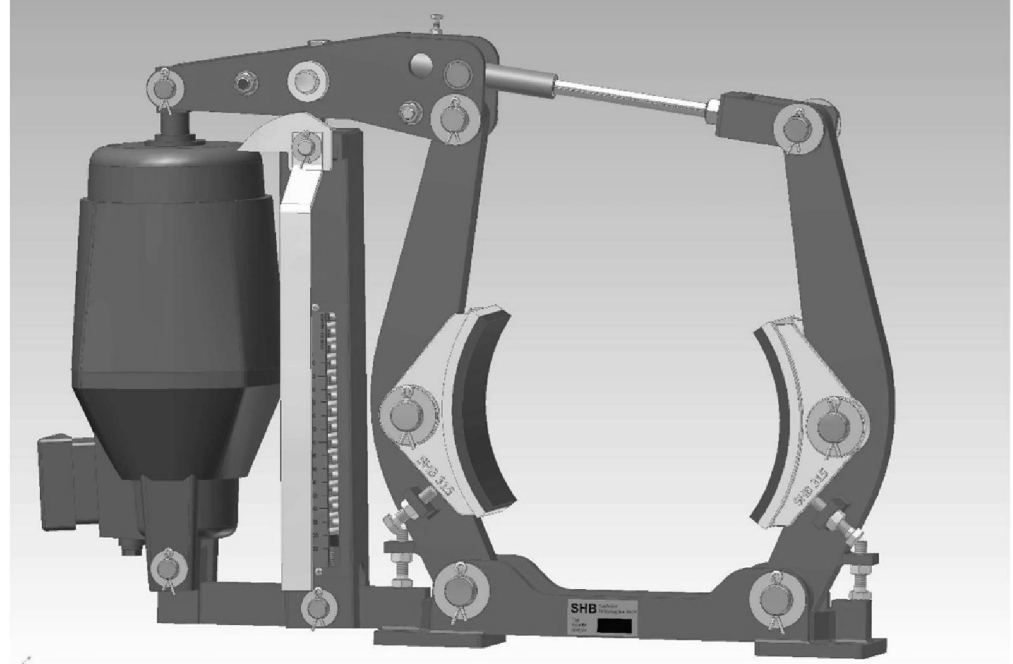
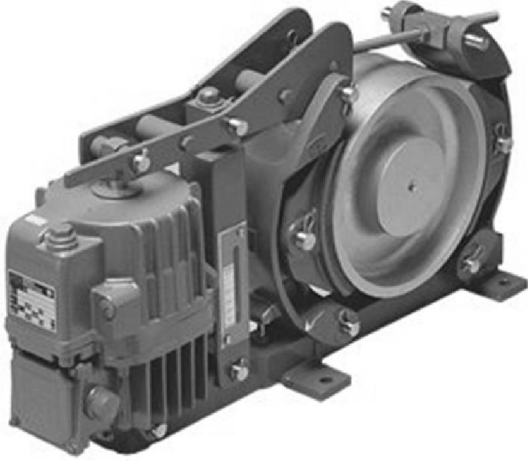
- Konstrüksiyonlar ve hesapları konik kavramalarla hemen hemen aynıdır.





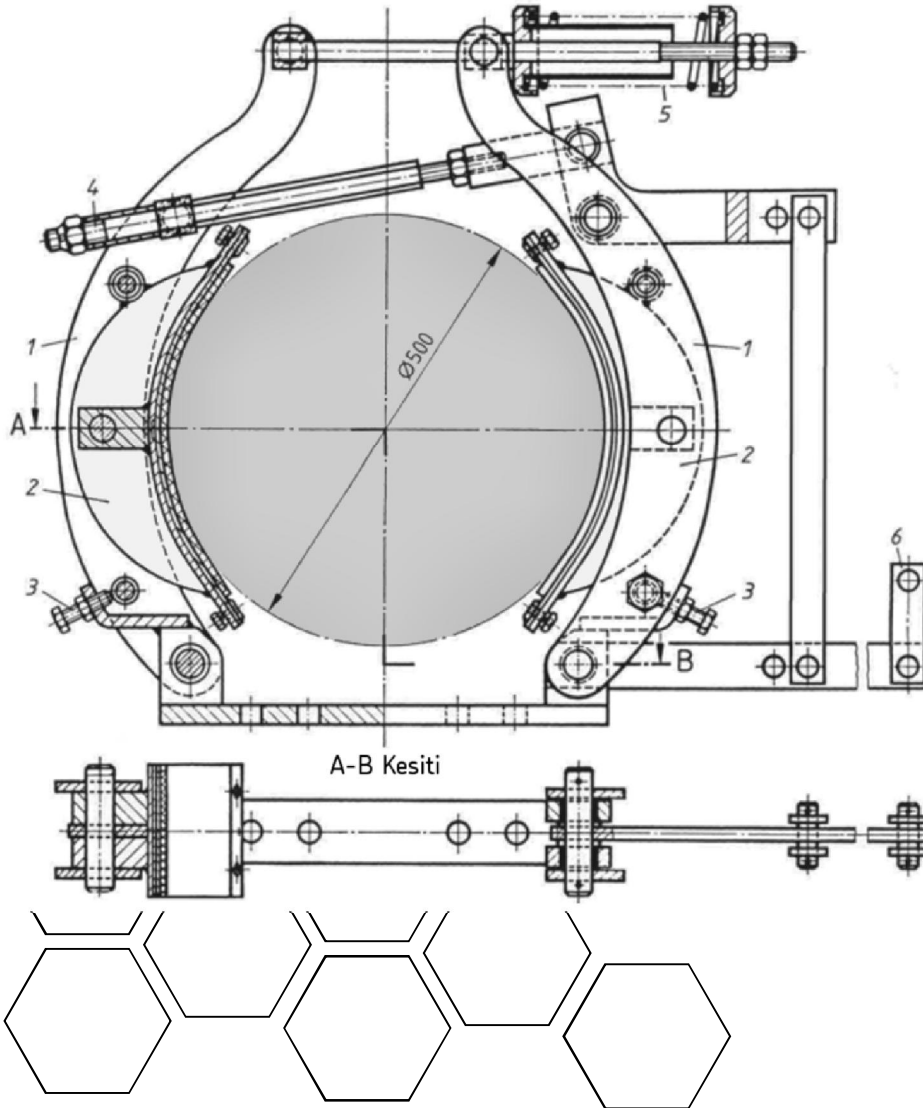
Pabuçlu frenler

- Çok değişik konstrüksiyon ve kapasitelerde mevcuttur. Hız trenleri, genel amaçlı endüstriyel ekipmanlar ve pozisyonlama sistemlerinde yaygın olarak kullanılır.

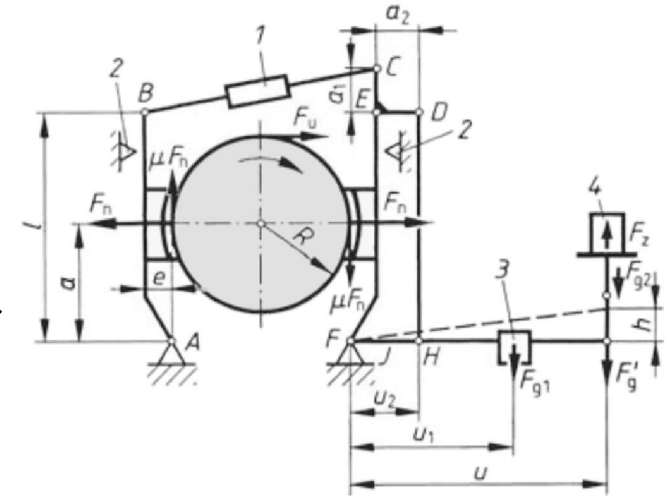


Pabuçlu frenlerin hesabı

Pabuçlu frenlerin hesabı da diğerlerine benzer şekilde yapılır.



Sistemin
modeli

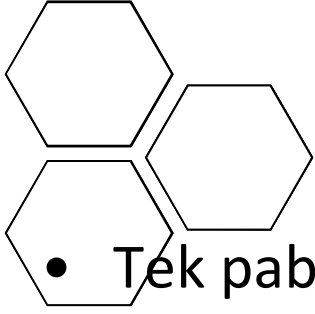


Fren momenti:

$$M_{fr} = 2 \cdot \mu \cdot F_n \cdot R$$
$$= 2 \cdot \mu \cdot i \cdot \eta \cdot F'_g \cdot R$$

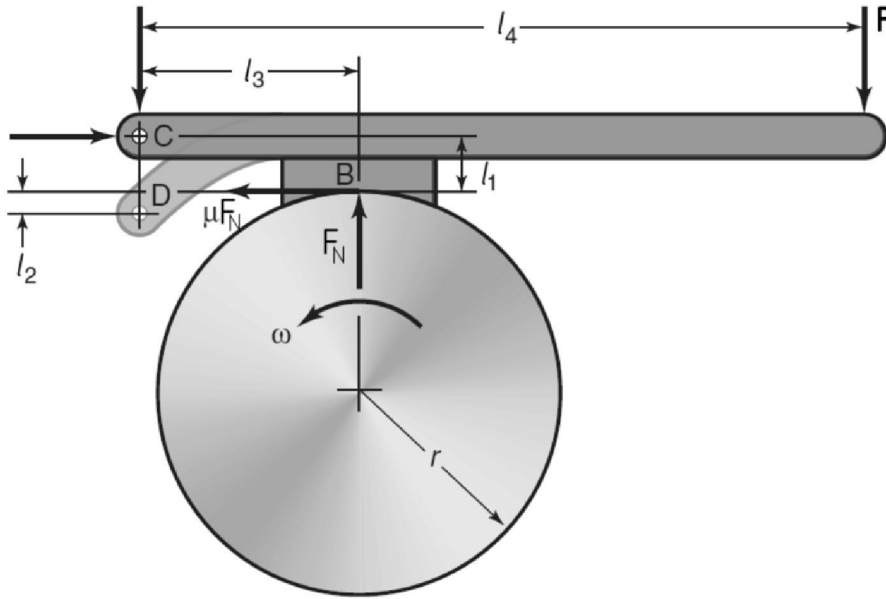
Burada $i = \frac{l}{a} \cdot \frac{a_2}{a_1} \cdot \frac{u}{u_2}$

η : verim



Pabuçlu frenlerin hesabı

- Tek pabuçlu frenlerin hesabı da bir öncekine benzer şekilde yapılır. Aşağıda iki farklı şekilde mafsallanmış (C veya D noktalarından) konstrüksiyon gösterilmiştir. C noktasından mafsallanan tasarım esas alınır;

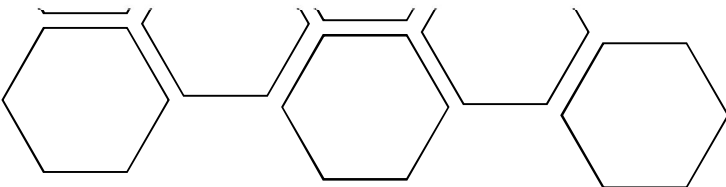


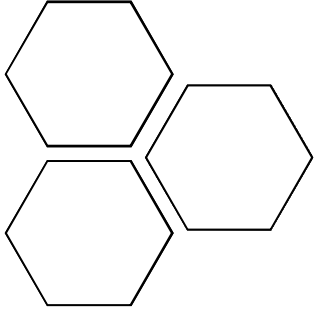
Fren momenti (şekildeki dönme yönü için):

$$M_{fr} = F \cdot l_4 - F_N \cdot l_3 + \mu \cdot F_N \cdot l_1$$

Dönme yönü değiştiği takdirde, moment ifadesindeki sürtünme kuvveti ile ilgili son terim işaret değiştirir. Buna göre uygulanması gereken fren kuvveti:

$$F = F_N \cdot \frac{l_3 \pm \mu \cdot l_1}{l_4}$$





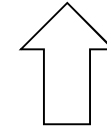
Pabuçlu fren konstrüksiyonları

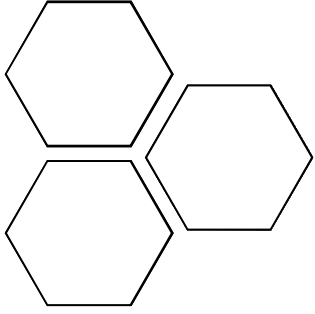


Bir demiryolu aracına ait
sürtünmeli fren sistemi



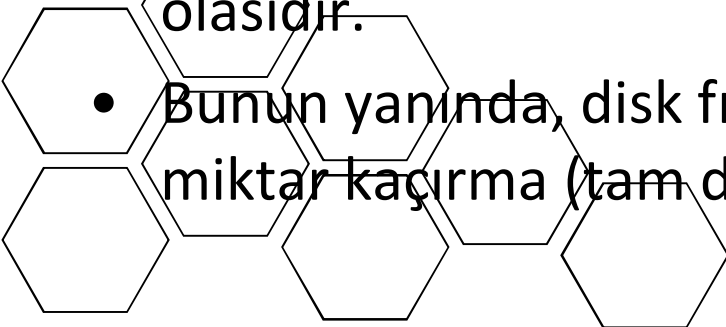
Bir kaldırma makinasına ait
pabuçlu fren

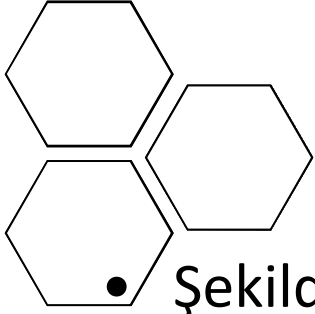




Bantlı frenler

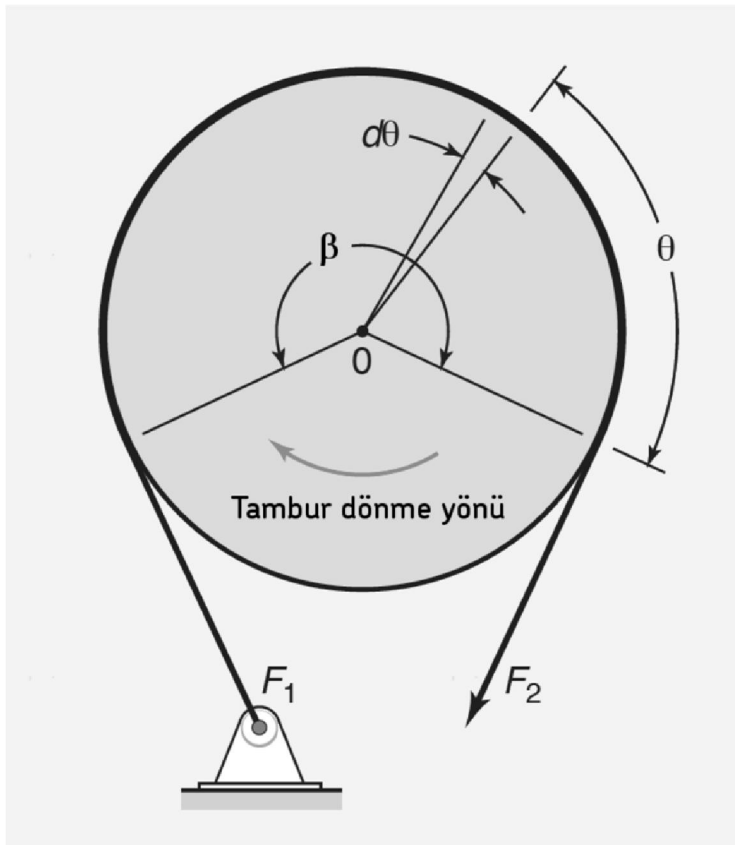
- Konstrüktif olarak, duran sisteme bağlı bant formundaki metal üzerine sürtünme malzemesi kaplanmış bir elemanın, dönen tambura bir ön gerilme ile basması sonucu frenleme işlevinin yerine getirildiği elemanlardır.
- Bu frenlerin tasarımı basit, yapıları kompakt ve sağlamdır.
- Zincirli testereler, go-kart araçları, motosikletler, kaldırma makinaları, gemi inşası ve bazı bisikletlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.
- Bu tip frenlerin gıcırtı formunda gürültü üretmesi her zaman olasıdır.
- Bunun yanında, disk frenler kadar etkin değildirler, yani bir miktar kaçırma (tam durduramama) söz konusu olabilir.





Bantlı frenler

Şekilde gösterilen dönme yönü için 1 numaralı kol gergin, 2 kolu ise gevşek koldur. Bandın tambura sarıldığı ve ayrıldığı noktaları gören merkez açı sarılma açısı olarak adlandırılır ve β ile gösterilir.



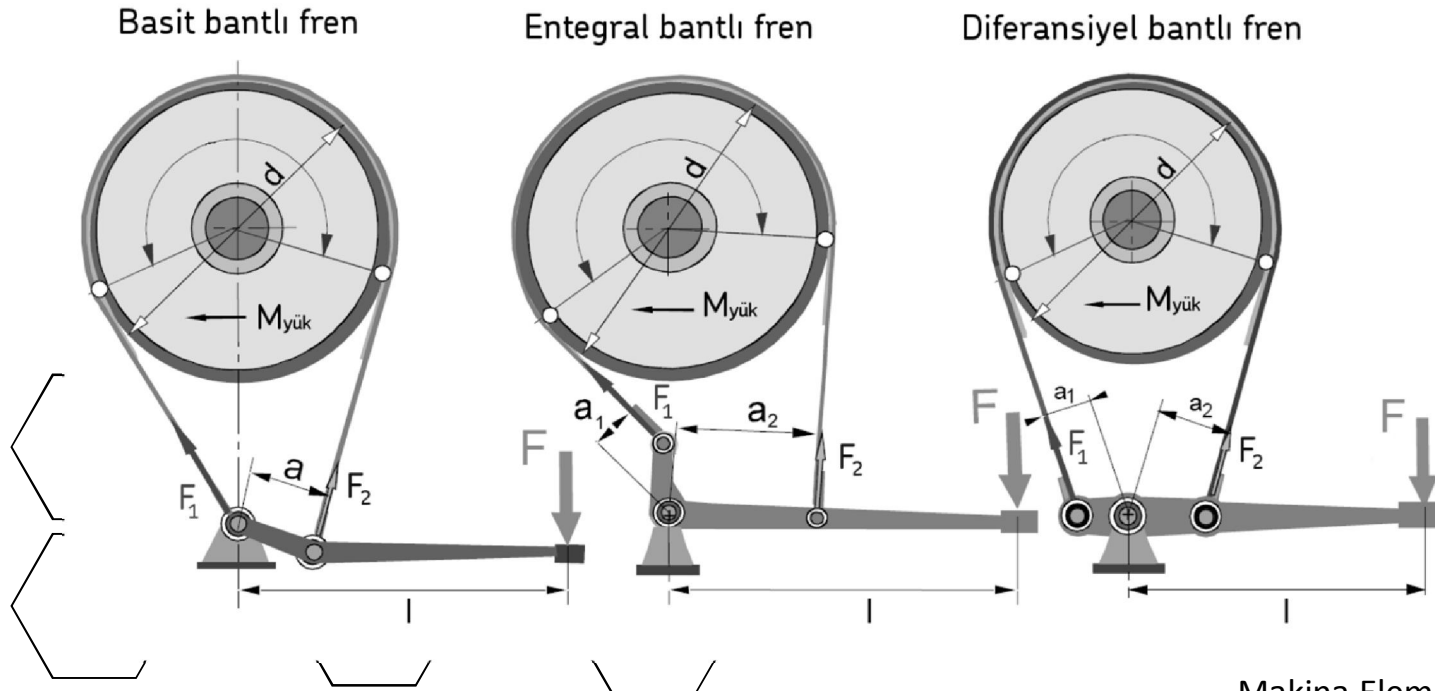
Bant ile tambur arasındaki sürtünme katsayısı μ ise, gergin koldaki kuvvet ile gevşek koldaki kuvvet arasındaki ilişki aşağıdaki şekildedir.

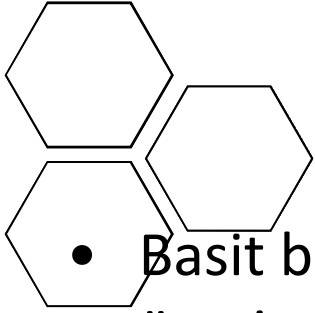
$$\frac{F_1}{F_2} \leq e^{\mu \cdot \beta}$$

Bu bağıntı çok bilinen Euler (Grashof veya Eitelwein) denklemidir ve kayış-kasnak mekanizmaları konusunda ayrıntılı olarak verilecektir.

Bantlı fren hesabı

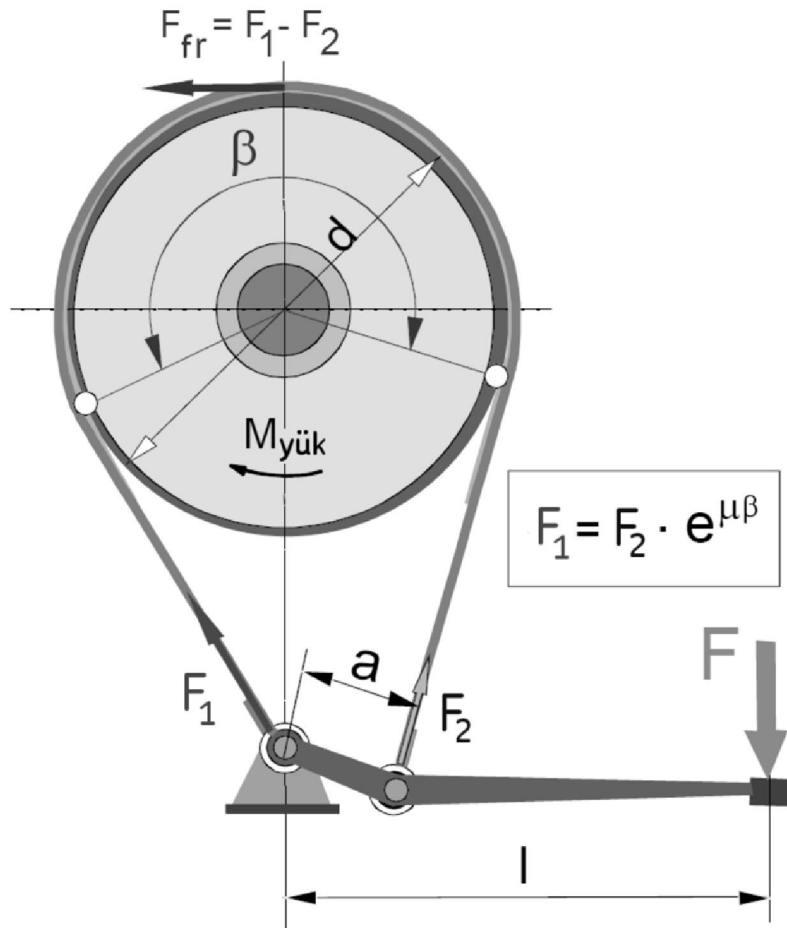
- Bantlı fren konstrüksiyonlarını genelde 3 grupta toplamak mümkündür. Bu tip frenlerin hepsinde bir tambur, sürtünme malzemesi ile kaplanmış bir bant, tahrik manivelası ve kuvvet kaynağı mevcuttur. Tasarımdaki temel farklılıklar, tahrik manivelasının konstrüksiyonu ve mafsal noktalarının konumundan kaynaklanır.





Bantlı fren hesabı

- Basit bantlı frende, kolun bir ucu dönme eksenini ile aynı doğru üzerine mafsallanmıştır. Dolayısı ile frenleme kuvveti F , gevşek kol üzerinden uygulanır.



Fren momenti;

$$M_{fr} = F_{fr} \cdot \frac{d}{2} = (F_1 - F_2) \cdot \frac{d}{2}$$

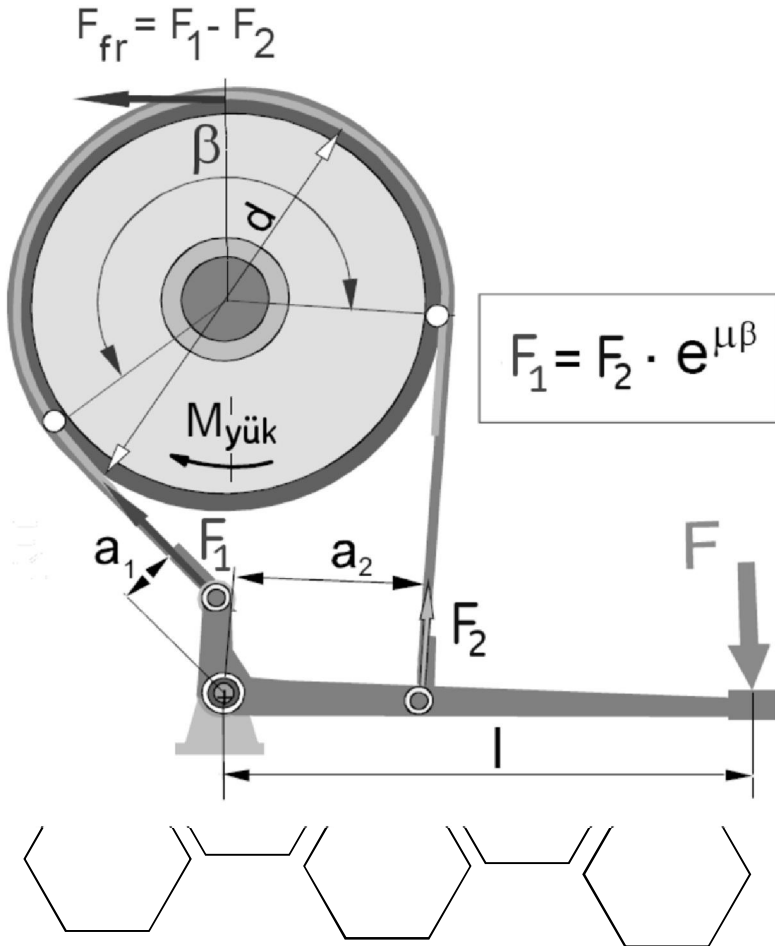
$$M_{fr} = F_2 \cdot (e^{\mu\beta} - 1) \cdot \frac{d}{2}$$

Frenleme kuvveti (mafsala göre moment dengesi);

$$F = \frac{2 \cdot M_{fr} \cdot a}{d \cdot l \cdot (e^{\mu\beta} - 1)}$$

Bantlı fren hesabı

- Entegral bantlı frende, her iki kola da frenleme kuvveti F tarafından ön gerilme uygulanır. Yani, bandın her iki kolu da tambura bastırılır.



Fren momenti;

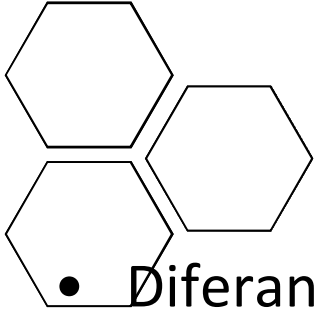
$$M_{fr} = F_{fr} \cdot \frac{d}{2} = (F_1 - F_2) \cdot \frac{d}{2}$$

$$M_{fr} = F_2 \cdot (e^{\mu\beta} - 1) \cdot \frac{d}{2}$$

Frenleme kuvveti (mafsala göre moment dengesi);

$$F = \frac{2 \cdot M_{fr} \cdot (a_1 \cdot e^{\mu\beta} + a_2)}{d \cdot l \cdot (e^{\mu\beta} - 1)}$$

$a_1 = a_2$ hali özel durumdur.



Bantlı fren hesabı

- Diferansiyel bantlı frende, frenleme kuvveti F , bir kolu gerdirirken diğer kolu gevşetme yönünde etkimektedir.

Fren momenti;

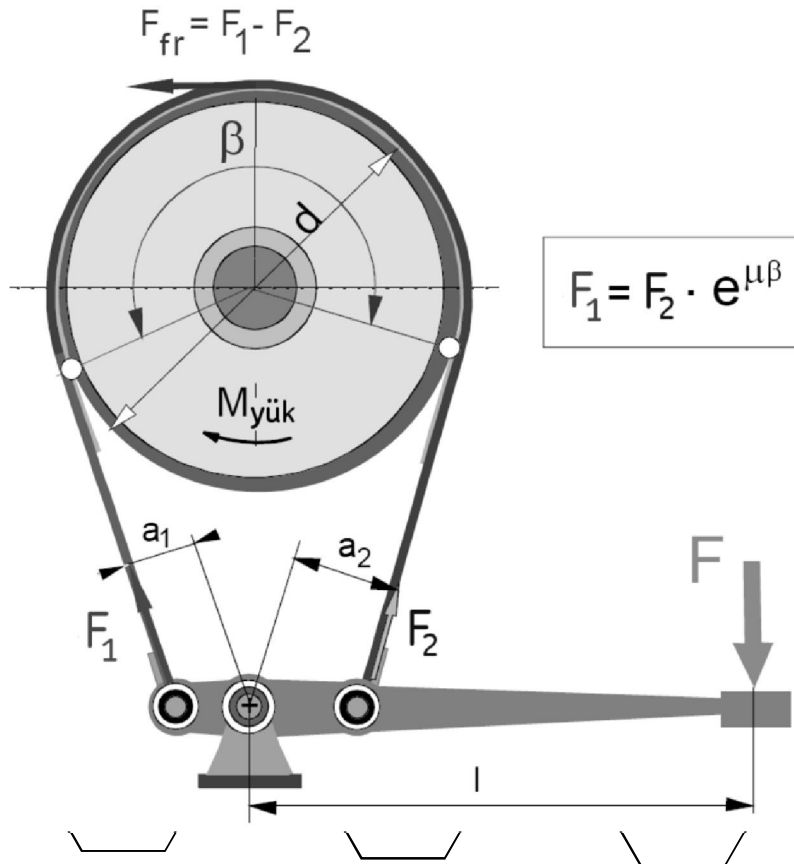
$$M_{fr} = F_{fr} \cdot \frac{d}{2} = (F_1 - F_2) \cdot \frac{d}{2}$$

$$M_{fr} = F_2 \cdot (e^{\mu\beta} - 1) \cdot \frac{d}{2}$$

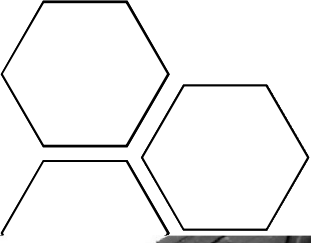
Frenleme kuvveti (mafsala göre moment dengesi);

$$F = \frac{2 \cdot M_{fr} \cdot a_1}{d \cdot l} \cdot \frac{a_2/a_1 - e^{\mu\beta}}{(e^{\mu\beta} - 1)}$$

$\frac{a_2}{a_1} = e^{\mu\beta}$ halinde otoblokajlıdır.



Bantlı fren örnekleri



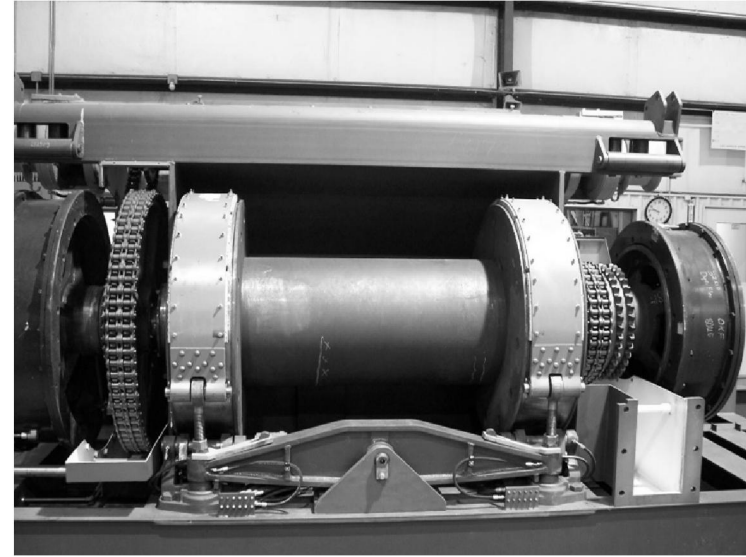
Bantlı frenin bir bisiklette uygulaması



Go kart freni



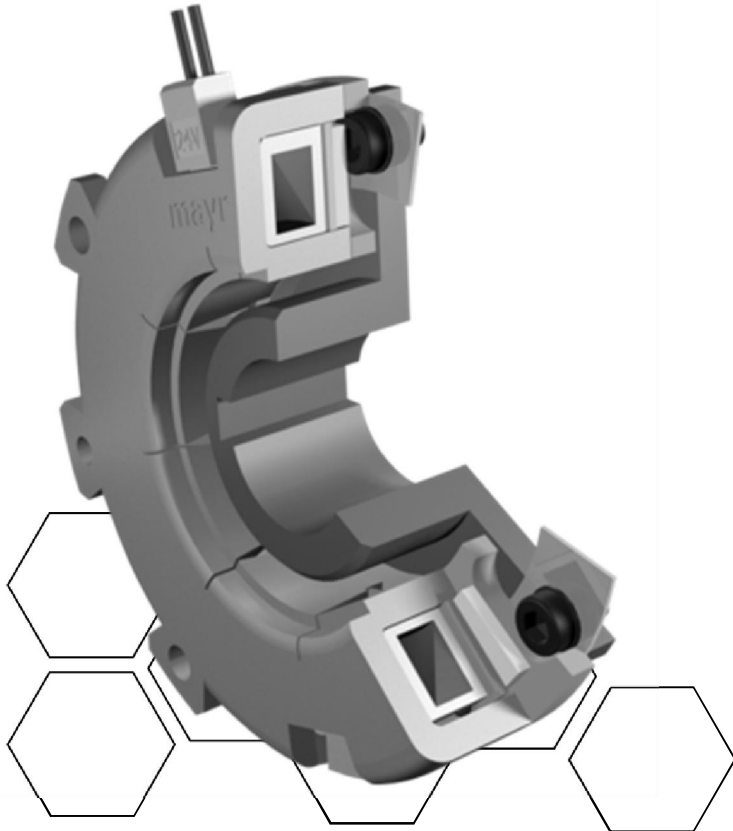
Eski bir yük asansöründe bantlı fren uygulaması



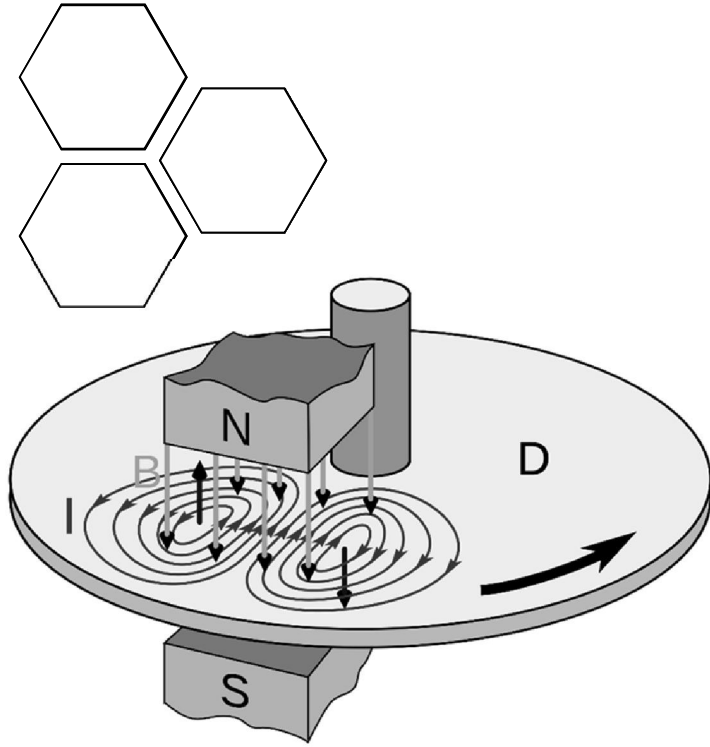
Sondaj makinası kasmağının frenleme sistemi

Elektromanyetik frenler

- Konstrüksiyonları hemen hemen elektromagnetik kumandalı sürtünmeli kavramalarla aynıdır. Sadece bir yarı sabit sisteme bağlıdır.



Elektromanyetik frenler uygun maliyetli bir çözüm oluşturmamasına karşın, tahrik tarafı ile döndürülen tarafın kesinlikle ayrılması gereken yerlerde tercih edilirler. Frenleme momenti dönme hızının bir fonksiyonudur. Moment kontrolünün gerektiği pek çok uygulamada (sarma sistemleri gibi) bu tip frenler tercih edilir. Metal elemanlar arasındaki boşluk oldukça önemli bir faktördür.



Manyetik frenler

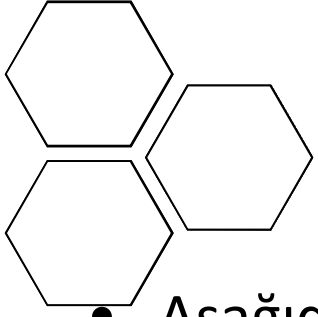
Frenleme için sabit magnetler veya elektromagnetler kullanılabilir. Bu tip frenlerde disk bir manyetik alan içinde döner. Diskin dönmesi sırasında, sabit magnetler bölgesinde Eddy akımları nedeni ile oluşan manyetik alandan dolayı harekete ters yönde bir kuvvete maruz kalır.

Şekildeki durumda manyetik akı N den S ye doğrudur (yeşil). D diski döndüğü için diskten geçen manyetik akı da değişir .

Bu dönme yönüne göre diskin sol taraftaki (magnete giriş noktasındaki) kısmında oluşmaya başlayan manyetik alan, magnete yaklaştıkça artar. Faraday kanunu gereği bu alan metal levhada saatin ters yönünde bir akım (Eddy) oluşturur (I, kırmızı).

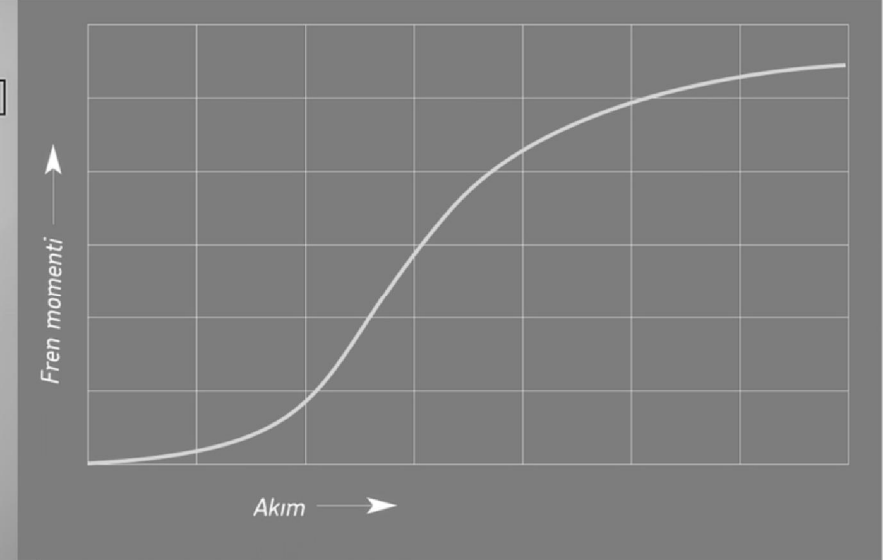
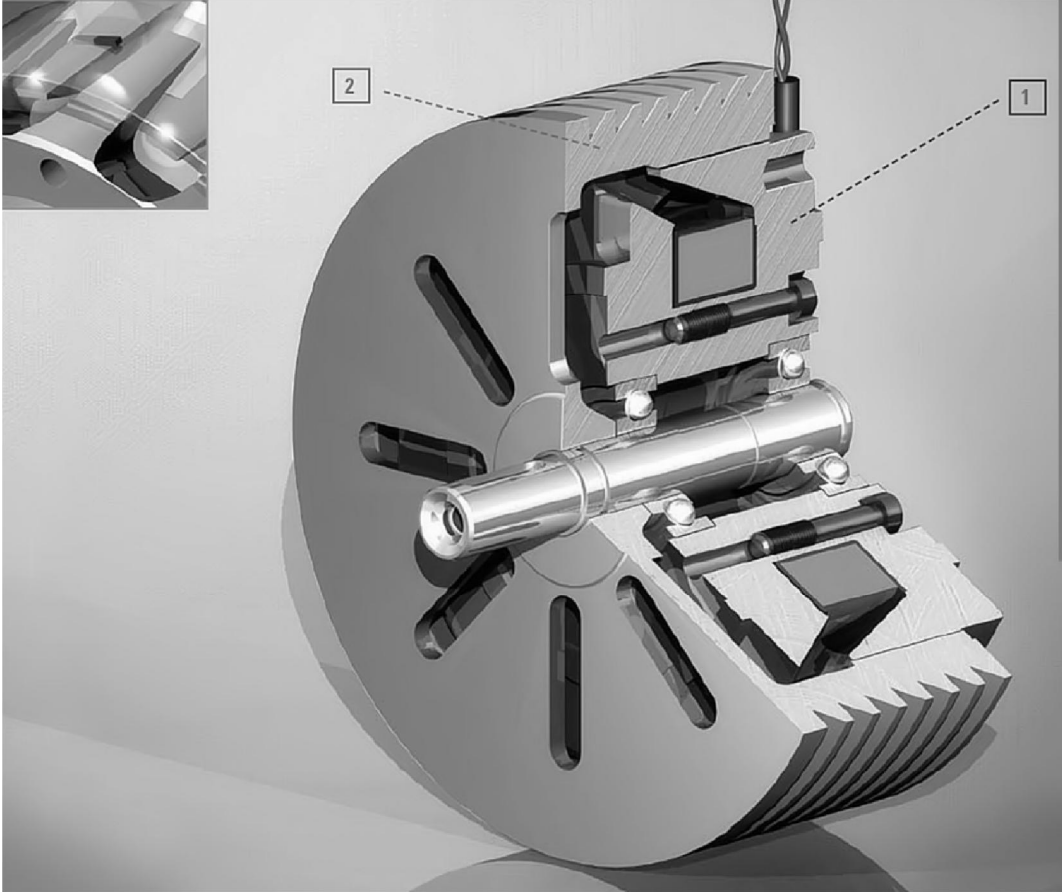
Bunun tersine magnetten ayrılan taraftaki (sağ) ise manyetik alan azalmaktadır. Bu da diskte saat ibreleri yönünde bir akım oluşmasına neden olur.

Her bir dairesel manyetik alan, Lenz kanununa göre alandaki değişime karşı bir direnç oluştuğu için ters bir manyetik alan yaratır (mavi oklar). Şekilden de görüldüğü gibi diskin giriş istikametinde bu alan magnetin kendi alanı ile ters yönde ayrılma kısmında ise aynı yöndedir.



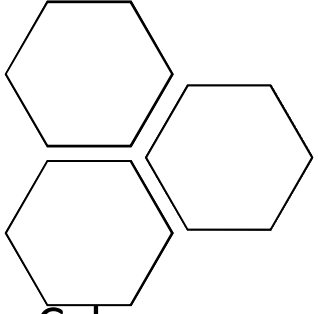
Elektromanyetik frenler

- Aşağıda ZF nin tasarımı olan bir elektromanyetik fren görülmektedir. Burada 1 ile gösterilen solenoidli fren magneti, 2 numara ile gösterilense içinde histerezis bileziği olan rotordur.



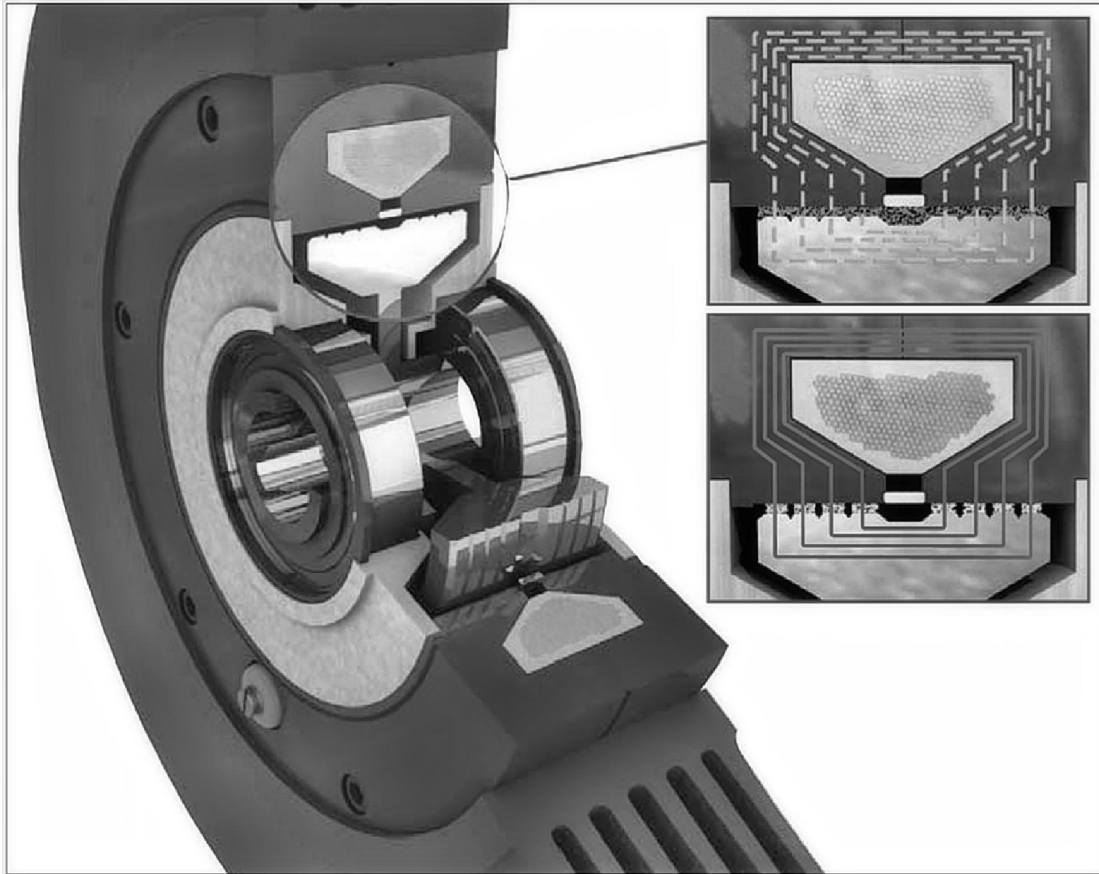
Fren momentinin akım ile değişimi



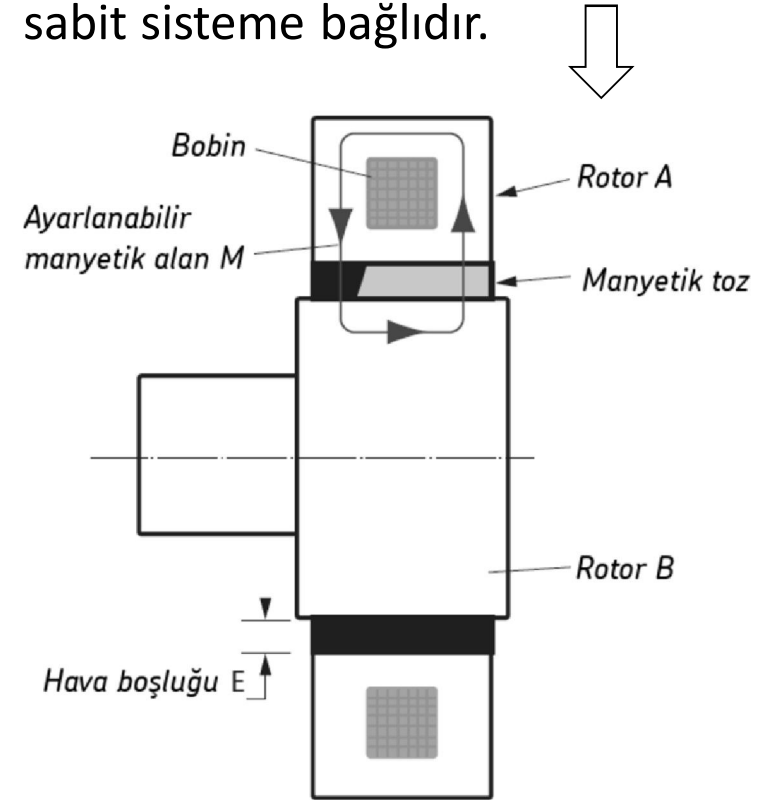


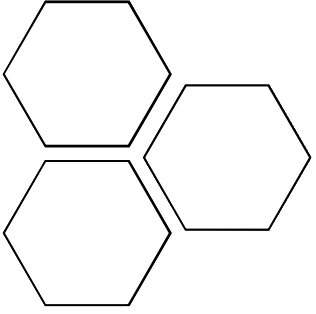
Manyetik tozlu fren

Çalışma prensibi manyetik tozlu kavrama ile aynıdır. Sadece göbeklerden biri sabit sisteme bağlanmıştır.

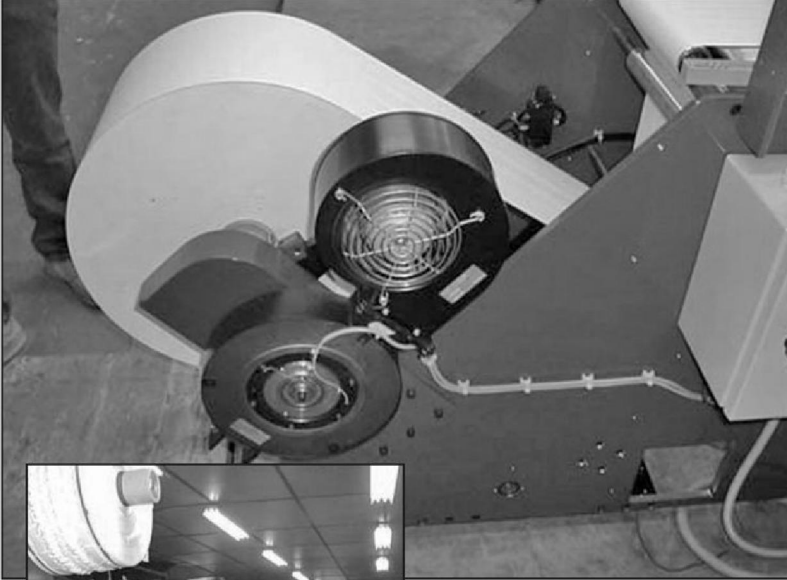


Manyetik tozlu kavramanın prensip şeması. Burada Rotor A sabit sisteme bağlıdır.

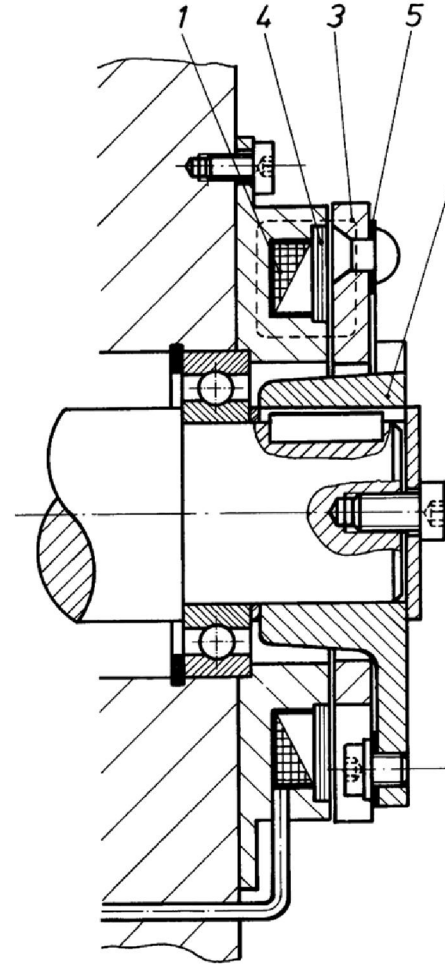




Frenler



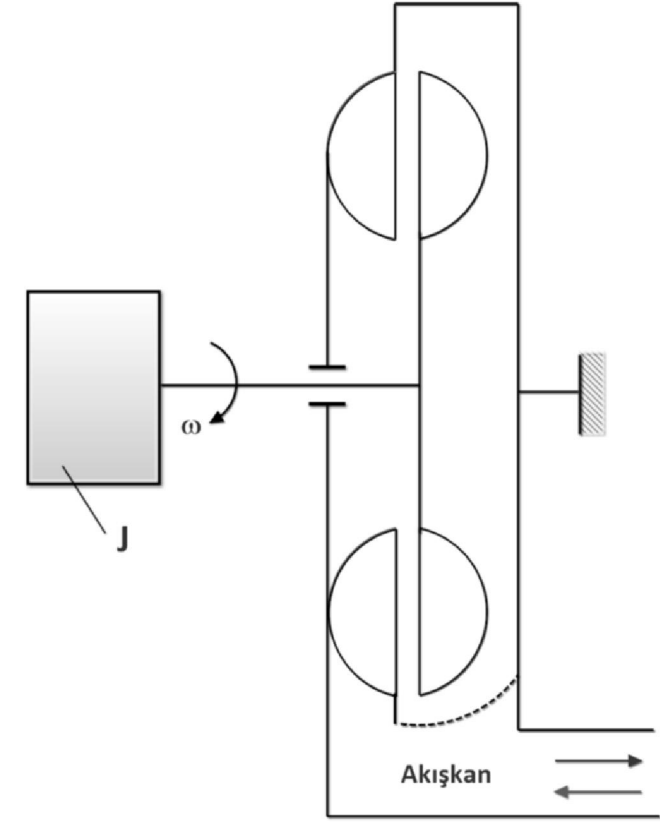
*Bir matbaa makinasında,
gerginlik kontrolü için
kullanılan manyetik tozlu fren.*



Bir mil ucuna
yerleştirilmiş
elektromanyet
ik kumandalı
disk şeklinde
tek sürtünme
yüzeyli bir fren

Hidrodinamik frenler

- Bu tip frenler daha ziyade yavaşlatma amaçlıdır. Yavaşlatıcılar, yüksek hızda dönmekte olan bir sistemin hızını gerektiğinde düşürmek için kullanılan elemanlardır. Bir çeşit, yavaşlatma amaçlı, aşınmanın olmadığı bir fren işlevi yapar.
- Bir tarafı sabit bir yere bağlanmış olan, yani dönmeyen bir kavrama gibidir.
- Gerektiğinde içine bir kontrol sistemi tarafından yağ verilir ve bir yavaşlatma momenti ortaya çıkar.
- Yavaşlatıcı büyük boyutlu taşıtlarda kullanıldığı gibi çeşitli endüstriyel uygulamalarda da kullanılır.

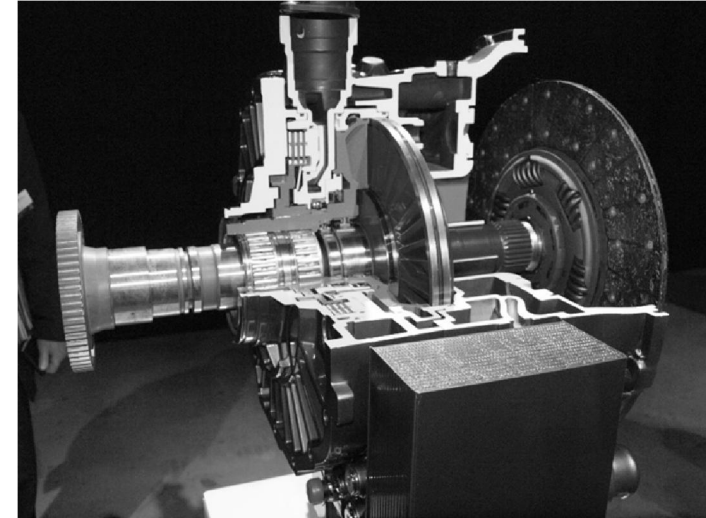
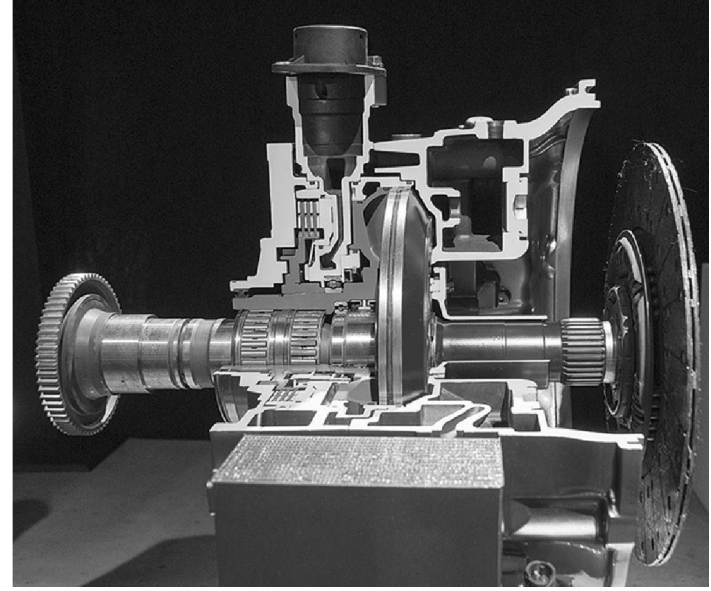
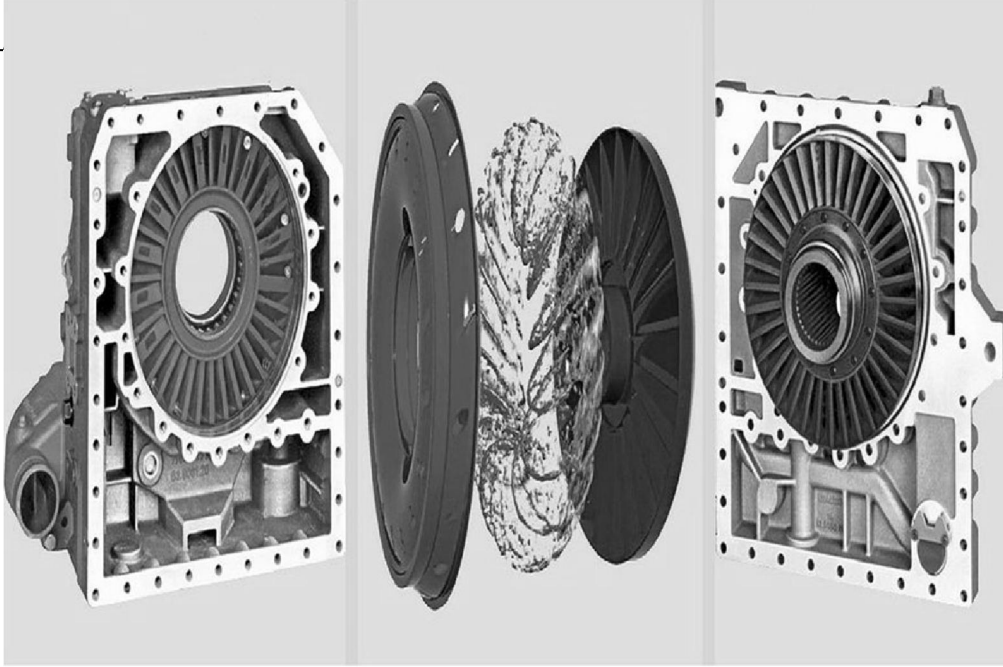


Hidrodinamik
yavaşlatıcının
(retarderin) prensibi

Retarder



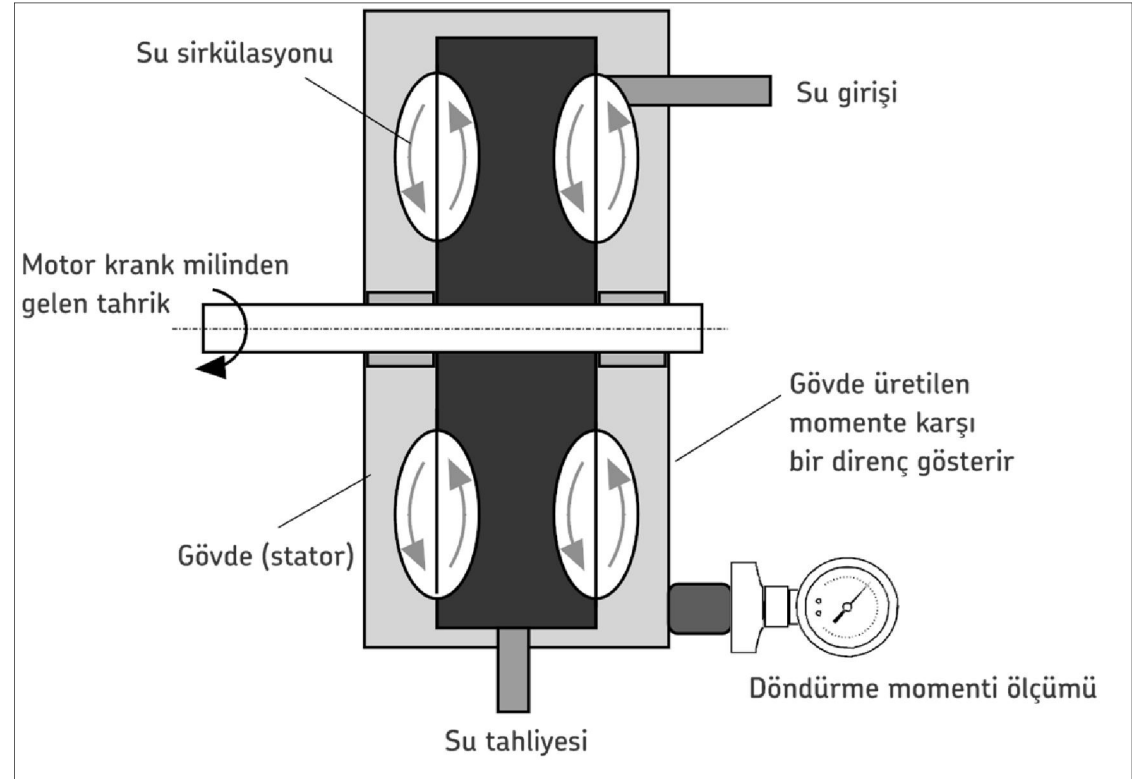
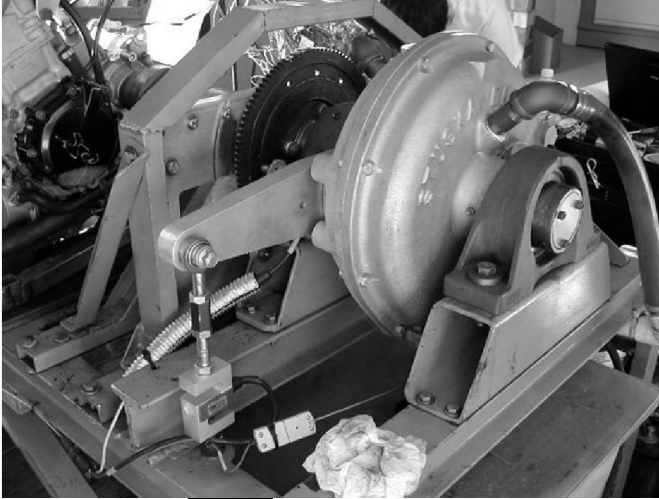
Retarder konstrüksiyonları



Retarderde fren momenti, sistem içine sevk edilen yağın miktarı ile artar. Araçlarda kullanılan retarderlerde bu nedenle bir kademelendirme yapılır.

Su frenleri

Genellikle güç ölçümü için kurulan test sistemlerinde yük momenti oluşturma amacı ile kullanılır. Prensibi hidrodinamik yavaşlatıcı ile aynıdır.

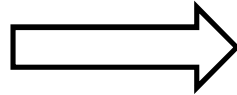
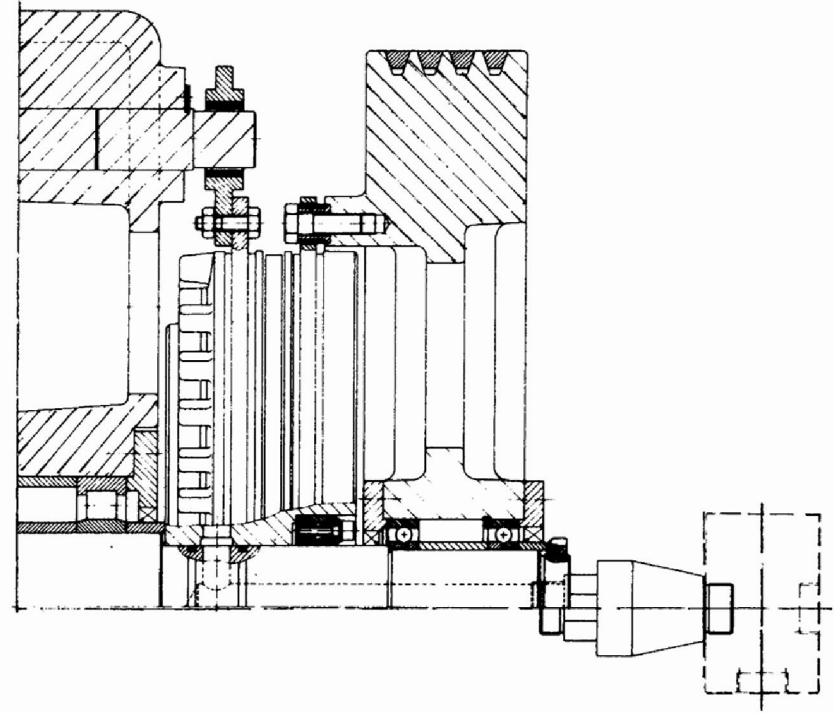


Su frenli bir dinamometrenin
çalışma prensibi

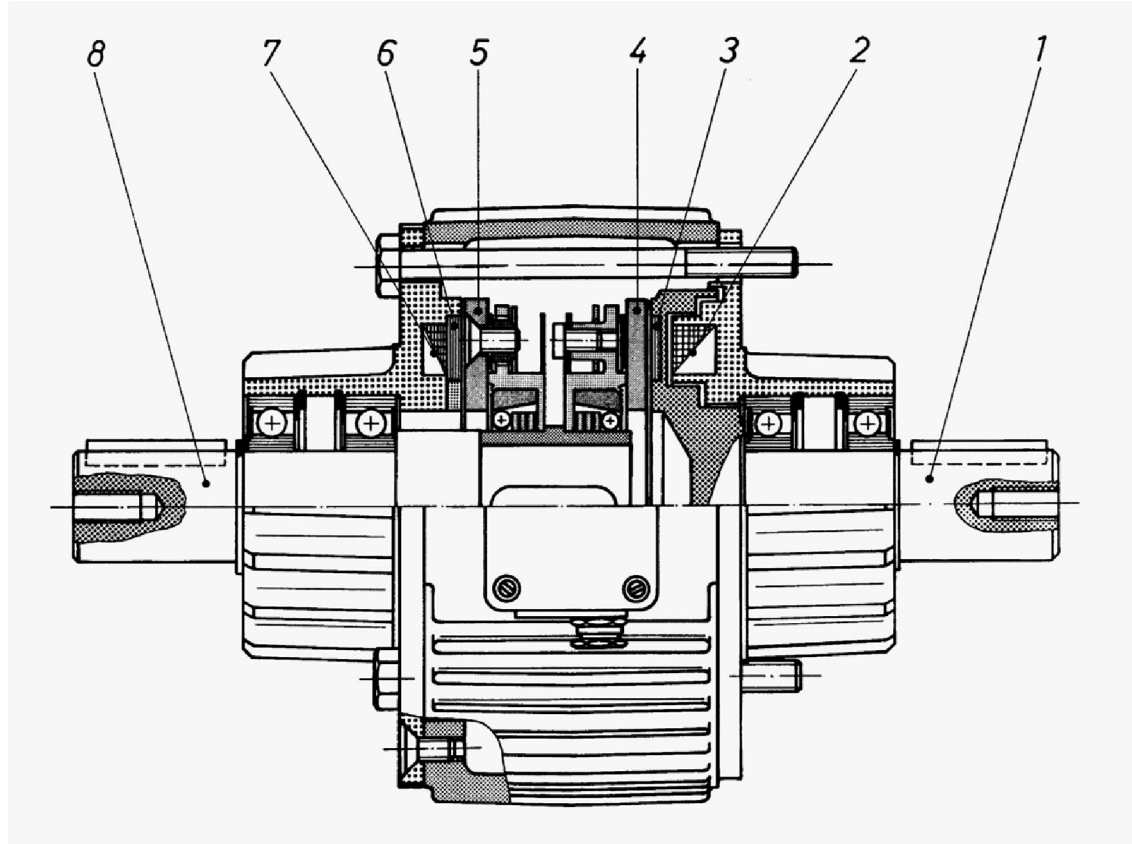


Kavrama-Fren Kombinasyonları

Bir kavrama-fren kombinasyonunun bir eksantrik preste kullanılışına örnek. Presi tahrik eden elektrik motoru kayış-kasnak mekanizması üzerinden şekilde görülen aynı zamanda volan işlevi de yapan kasnağı sürekli olarak döndürür. Bu kasnak mil üzerine yataklanmıştır. Operatör basınçlı hava valfine kumanda ederek frenin çözülmesini kavramanın bağlanmasını sağlar ve böylece volanla mil arasında moment bağı sağlanır ve mil dönmeye başlar. Basınçlı hava kesildiğinde kavrama çözülür, yaylar freni devreye sokar.



Kavrama-Fren Kombinasyonları



Bağımsız, kapalı bir ünite halinde yapılmış ve makina gövdesine bağlanabilen türden bir kavrama-fren kombinasyonu. 1 numara ile gösterilen mil motora bağlanan mildir. 8 numara ile gösterilen mil ise döndürülen tarafa bağlanmıştır. Motor sürekli dönyerken döndürülen taraf bu sisteme kumanda edilerek hareket ettirilebilir ya da durdurulur.