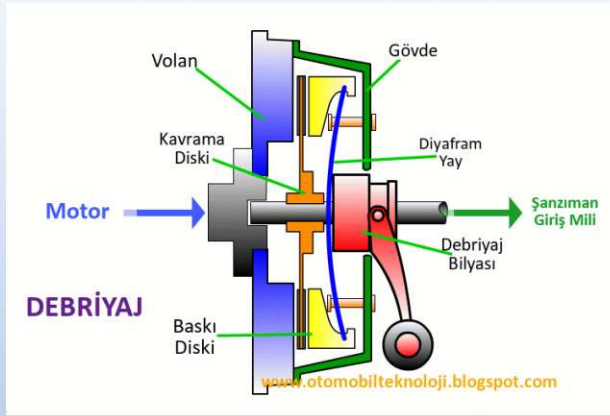




KAVRAMALAR

Prof.Dr. Ali ORAL

1

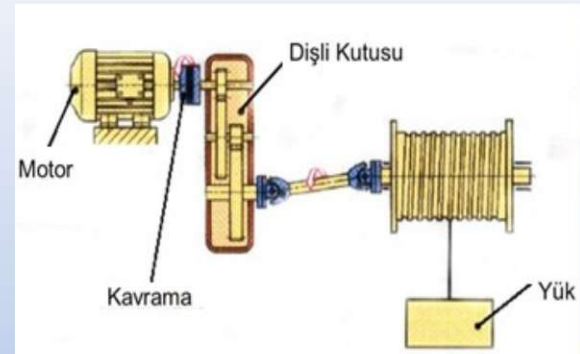
Slaytlarda tüm ders notları yoktur. Ders sırasında ek bilgiler verilmektedir. Lütfen derslerimizi takip edelim...

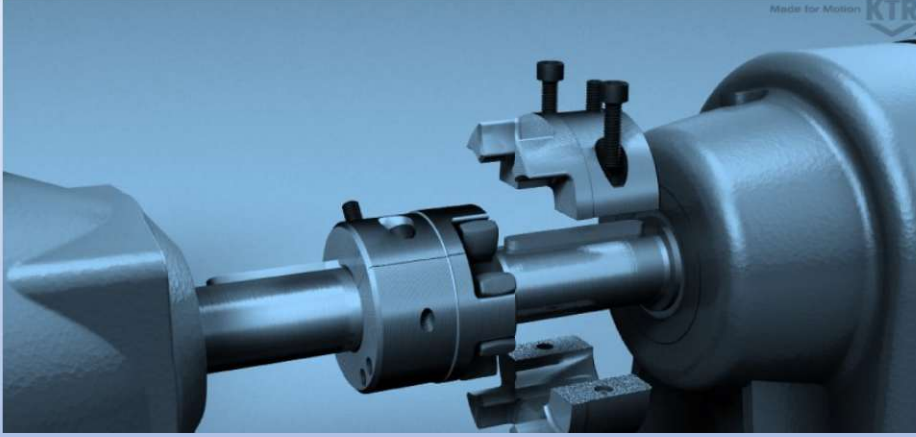
Hareketi sürekli veya aralıklı (kesikli) iletmelerine göre kavramalar:

- 1 – Çözülemeyen kavramalar
- 2 – Çözülebilir kavramalar şeklinde iki gruba ayrılabilir.

• Kavramalar temel olarak:

- İki mili bağlamak,
- Sistemde oluşan istenmeyen kuvvet ve momentleri dengelemek,
- Mil eksenleri arasındaki düzgünsüzlükleri gidermek,
- Titreşim ve darbe söndürmek için kullanılırlar.





Cözülemeyen Kavramalar

Millerin konumlarına göre çözilemeyen kavramalar:

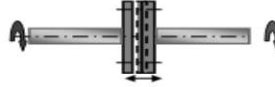
1. Rijit kavramalar (eksenleri çakışık millerde)
 - a) Flaşlı kavramalar
 - b) Zarflı kavramalar



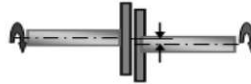
2. Dengeleme kavramaları

Kavramaların bağlandığı miller arasında eksen kaçıklıkları varsa veya miller birbirine yaklaşıp uzaklaşıyorlarsa kullanılması gereken kavramalardır.

- a) Eksenel yönde esneklik sağlayan kavramalar
 - Tırnaklı kavramalar
 - Pernolu kavramalar



- b) Radyal yönde esneklik sağlayan kavramalar
 - Oldham kavraması



- c) Açısal kaçıklıkları dengeleyen kavramalar
 - Kardan kavramaları



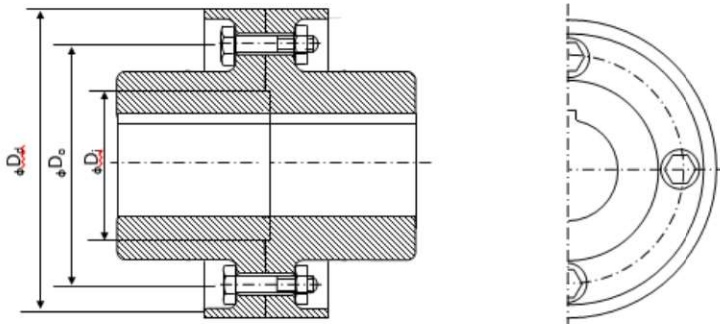
- d) Dönme esnekliği sağlayan kavramalar
 - Elastik kavramalar

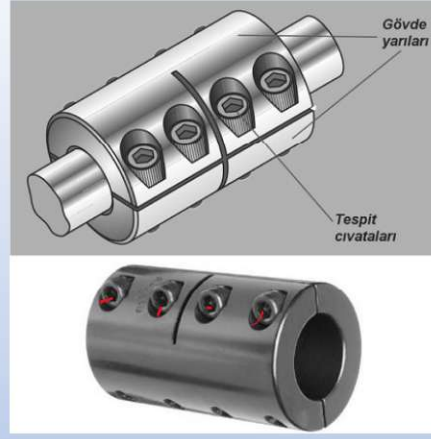
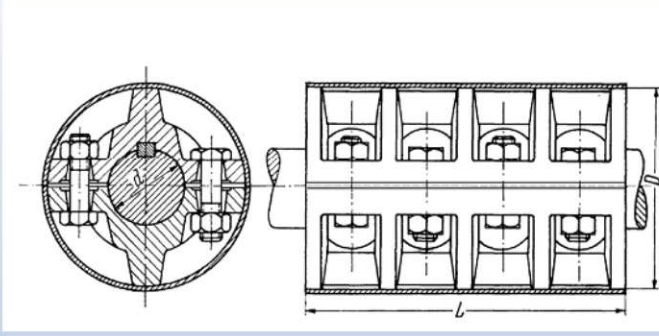




ÇÖZÜLEMİYEN KAVRAMALAR

Flanşlı Kavrama





Cıvata kuvvetlerinin bütün yüzeye düzgün yayıldığı varsayımıyla, bu kavramanın iletebileceği moment : $M_d = \mu \cdot z \cdot F_{\phi} \cdot \frac{d}{2}$

Cıvataların sıkılmasıyla iki parçayı F_{ϕ} kuvvetiyle sıkıştıran sağlı sollu bir cıvata çiftinin iletebileceği moment: $M_{d_1} = \mu \cdot F_{\phi} \cdot d$

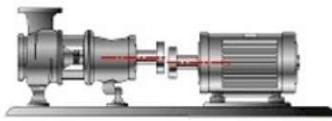
Bağlantıda kullanılan cıvata çifti sayısının iletebileceği moment: $M_d = \mu \cdot \frac{z}{2} \cdot F_{\phi} \cdot d$

Prof.Dr. Ali ORAL

BAUN. Makina Mühendisliği Bölümü, Makina Elemanları II

DENGE KAVRAMALARI

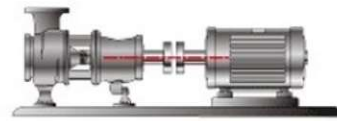
Kavramaların bağlandığı miller arasında eksen kaçıklıkları varsa veya miller birbirine yaklaştırılıp uzaklaştırılıyorsa, rijit kavramayla birbirlerine bağlanamazlar. Bu dengesizliklerin şekline göre çeşitli kavramalar vardır.



Paralellikten Kayma

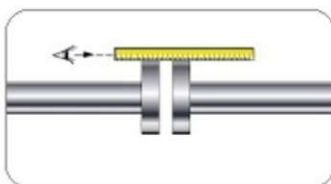


Açısal Kayma

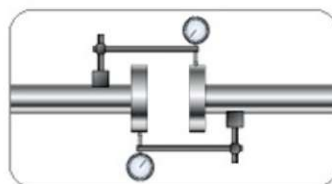


Eksenel Doğru Bağlantı

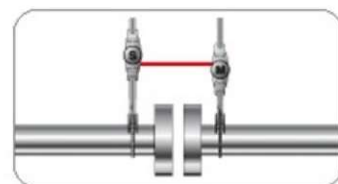
Şaft Hizalama Metodları



Gönye İle Kaplin Ayar



Komparatör İle Kaplin Ayar



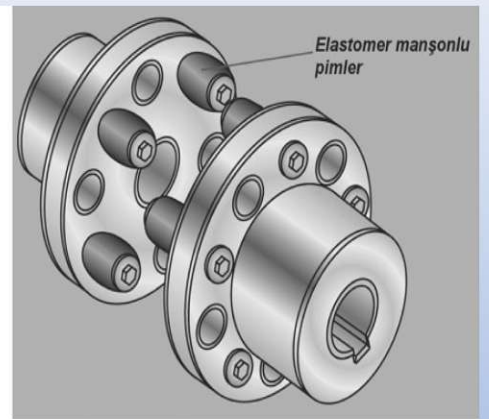
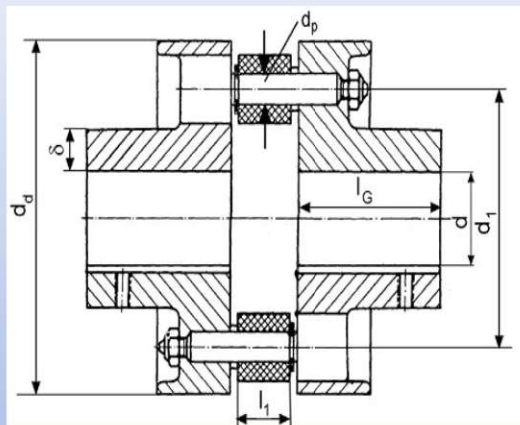
Laserli Kaplin Ayar

Prof.Dr. Ali ORAL

BAUN. Makina Mühendisliği Bölümü, Makina Elemanları II

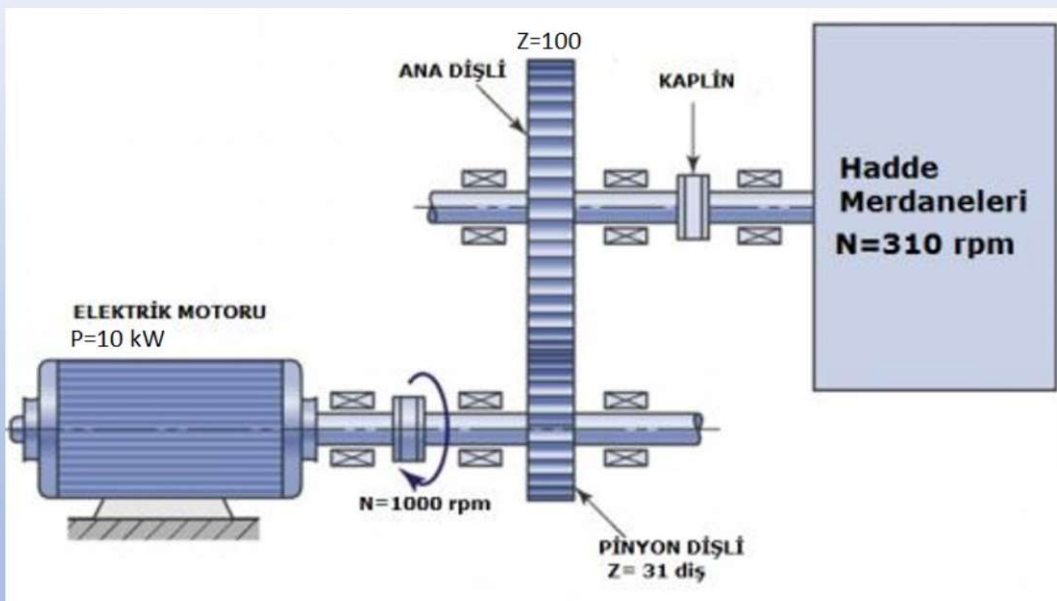


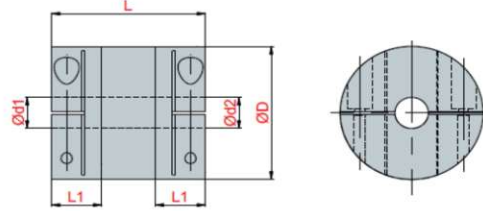
Eksenel Yönde Esneklik Sağlayan Denge Kavramaları:



Pernolu kavramalar



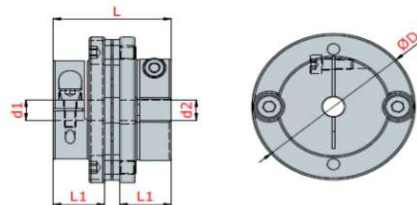




MODEL	Ød min	Ød max	D	L	L1	M	Max Açısal Kaçıklık (°)	Max Eksenel Kaçıklık (mm)	Max Tork (Nm)
SHR-14C	3	6	13,8	22,4	6,7	1,6	1,5	0,15	2,0
SHR-18C	4	8	17,8	25,5	7,95	2	1,5	0,15	3,8
SHR-24C	5	12	23,8	31,2	9,6	2,6	1,5	0,15	7,0
SHR-29C	6	15	28,8	35	11	3	1,5	0,2	11,4
SHR-33C	8	16	32,8	37	12	3	1,5	0,2	14,0
SHR-38C	8	20	37,8	47	15,5	4	1,5	0,2	24,0
SHR-43C	10	20	42,8	48	15,5	4	1,5	0,2	32,0
SHR-55C	12	25	54,8	59	19,5	5	1,5	0,2	63,0

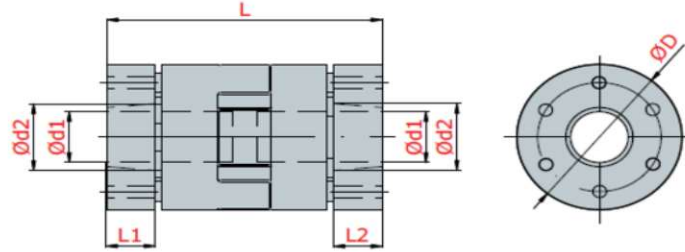
BAUN. Makina Mühendisliği Bölümü, Makina Elemanları II

13



Ürün Adı	MODEL	Ød min	Ød max	D	L	L1	L2	M	Max Açısal Kaçıklık (°)	Max Eksenel Kaçıklık (mm)	Max Tork (Nm)
Flanşlı Disk Kaplin (Tekli)	SDS-42C	6	15	42,5	30,8	13,4	36	1	1	0	14
Flanşlı Disk Kaplin (Tekli)	SDS-47C	8	19	47	37	16,7	4	1	1	0	24
Flanşlı Disk Kaplin (Tekli)	SDS-54C	10	20	54	47,1	21,4	54	1	1	0	44
Flanşlı Disk Kaplin (Tekli)	SDS-64C	12	22	64	58,2	26	62	1	1	0	62
Flanşlı Disk Kaplin (Tekli)	SDS-80C	15	32	80	66,1	29,7	8	1	1	0	150

14



MODEL	Ød min	Ød max	D	L	L1 L2	M	Max Açısal Kaçıklık (°)	Max Eksenel Kaçıklık (mm)	Max Tork (Nm)
JM-30T	6	14	30	50	18,5	3	0,9	+1,0,-1,0	25
JM-40T	10	20	40	66	25	4	0,9	+1,2,-1,0	34
JM-55T	11	28	55	78	30	5	0,9	+1,4,-1,0	120
JM-65T	15	38	65	90	35	5	0,9	+1,5,-1,4	320
JM-80T	20	45	80	114	45	6	0,9	+1,8,-1,4	650

Çakışan miller arasında esnek kaplinler

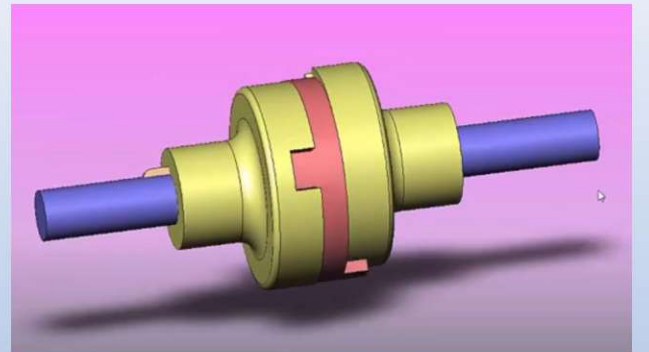


Şekil bağı çözülemez kavramalar



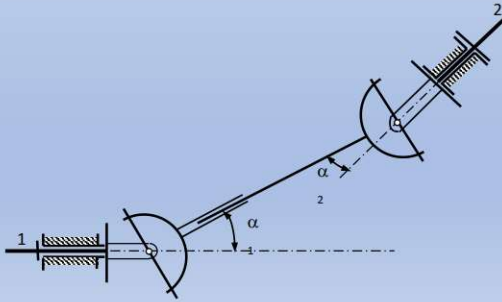
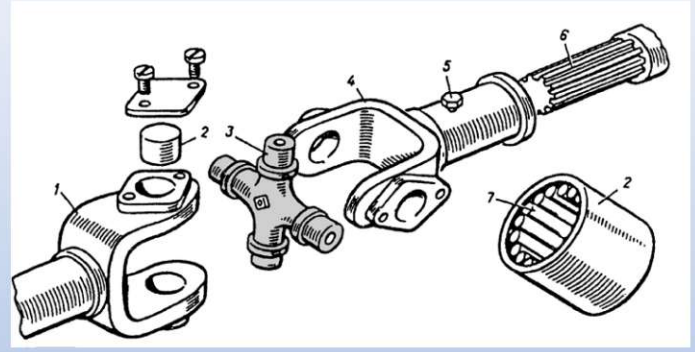
Enine (radyal) Yönde Esneklik Sağlayan Denge Kavramalar

Bu kavramalarında en çok kullanılanı **Oldham** kavramasıdır

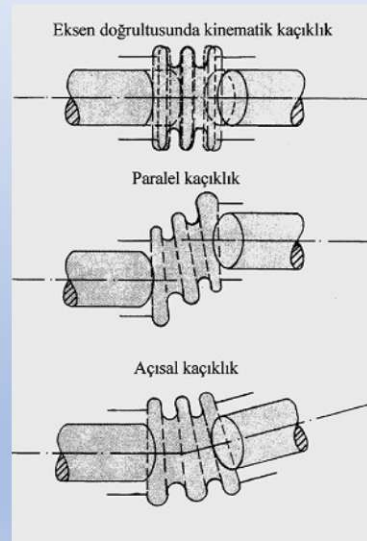
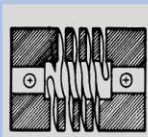
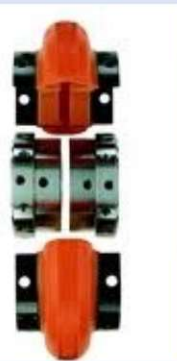
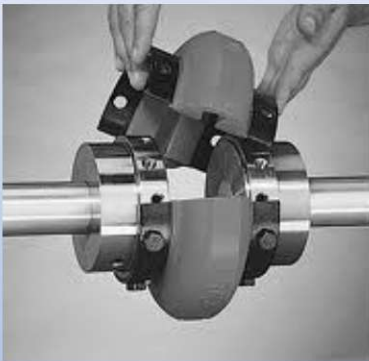


Açısal yönde esneklik sağlayan kavramalar

Miller arasındaki büyük açısal kaçıklıkları dengeleyebilen kavrama **kardan** kavramasıdır.



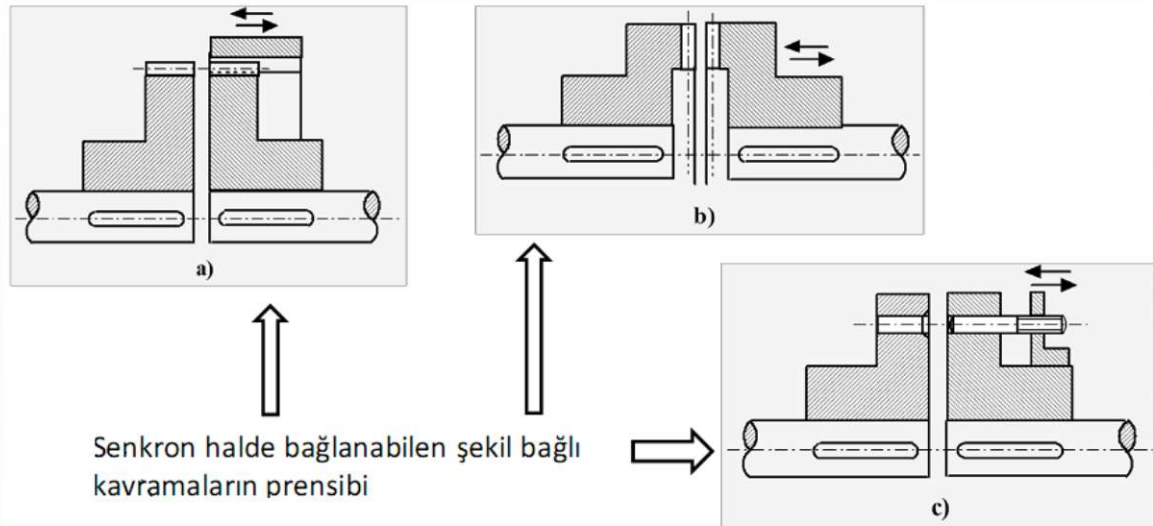
Dönme esnekliği sağlayan kavramalar : Elastik kavramalar

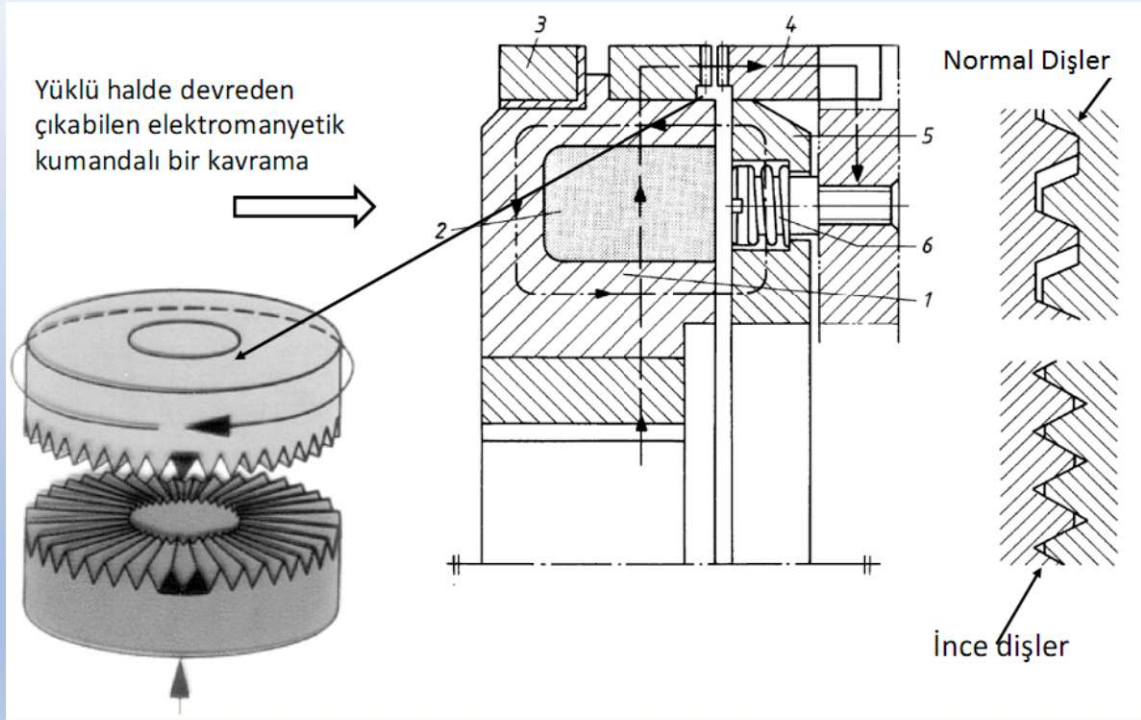


ÇÖZÜLEBİLEN KAVRAMALAR

Döndüren ve döndürülen miller arasındaki moment iletiminin kontrolü amacı ile kullanılır. Elemanların sökülebilmesi veya bağlanabilmesi için sistemin durdurulmasına gerek yoktur.

Çözülebilir-bağlanabilir kavramalarla frenler arasında temel prensip olarak bir fark yoktur. Kavramalar ile iki farklı bölümü aynı hıza getirmek amaçlanırken frenlerde dönen tarafı dönmeyen tarafın hızına getirmek yani durdurmak istenir. Birçok fren ve kavrama arasında büyük benzerlik vardır.





Kumanda şekillerine göre:

- Mekanik
- Hidrolik
- Pnmatik
- Elektromağnetik

Çalışma prensiplerine (moment iletim şekline) göre:

- Şekil bağlı
- Kuvvet bağlı

Kuvvet bağlı (sürtünmeli) kavramalar:

- Düz sürtünme yüzeyli
- Konik sürtünme yüzeyli
- Çok sürtünme yüzeyli (lamelli kavramalar)
- Otomatik kavramalar

Otomatik kavramalar:

- Devreye girmesi devir sayısına bağlı çözülebilir kavram
- Devreye girmesi çıkması momente bağlı kavramalar
- Yöne bağlı devreye giren kavramalar

Devreye Girmesi Devir Sayısına Bağlı Çözülebilir Kavramalar

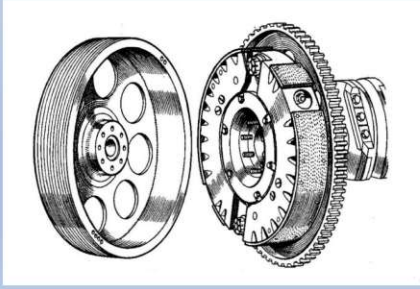
Bu çeşit kavramaların devreye girmesi merkezkaç prensibine dayanır.

Pulvis Kavraması

Metalluk Kavraması

Centri (Rigamat) Kavraması

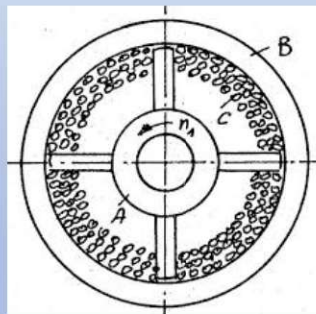
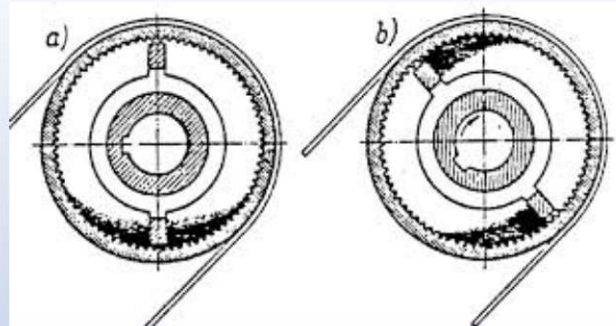
SUCO Kavraması



Şekil.....Santrifüj Kavramalar



Şekil...SUCO Kavraması

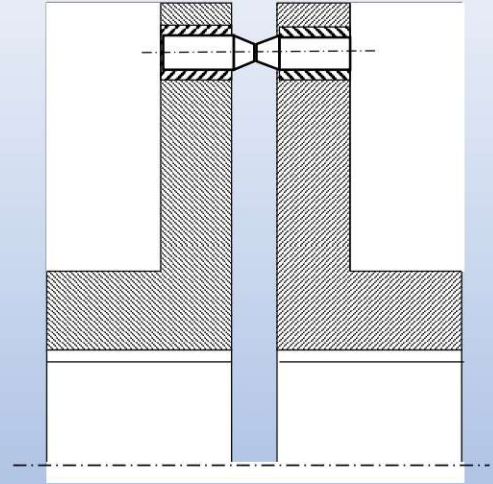


Metalluk kavrama

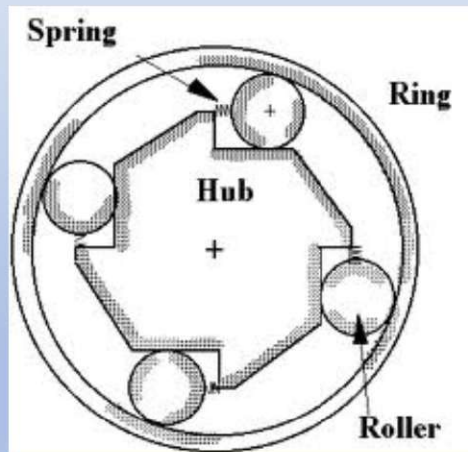
Devreye Girmesi (Çıkması)

Momente Bağlı Kavramalar

İletilen momentin önceden tespit edilen ayarlanmış bir değeri aşması durumunda kendiliğinden devreden çıkan kavramalardır. En çok kullanılan ve oldukça basit yapıya sahip olan emniyet pernolu kavramalardır. Direnç momentinin aşırı artması halinde pernolar kesilerek kavrama yarılarının ilişkisini keser.

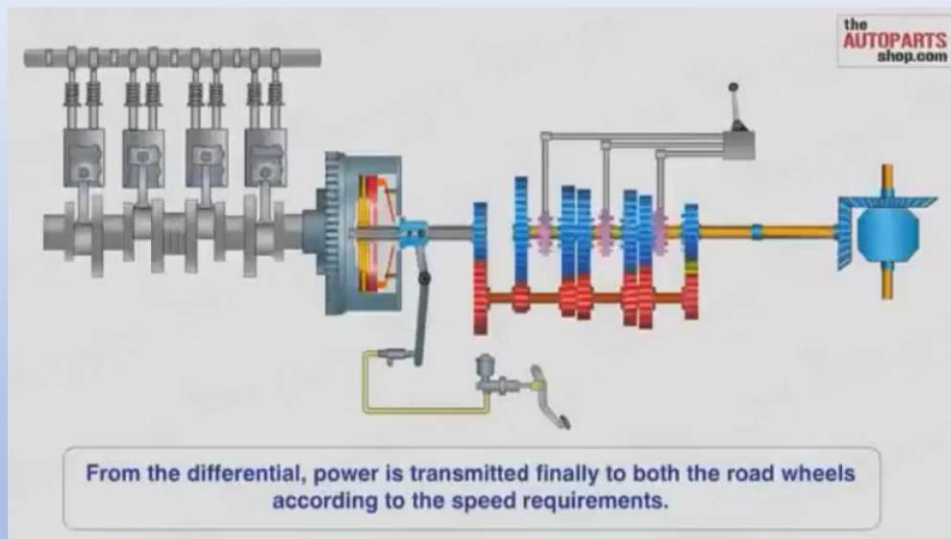
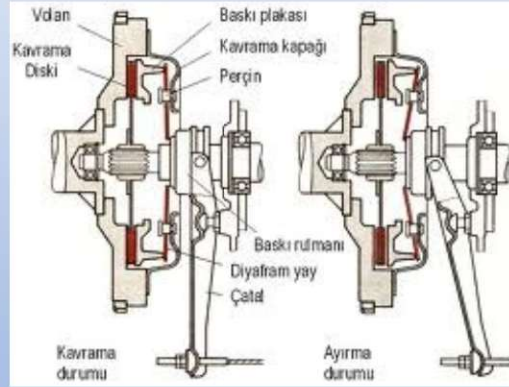
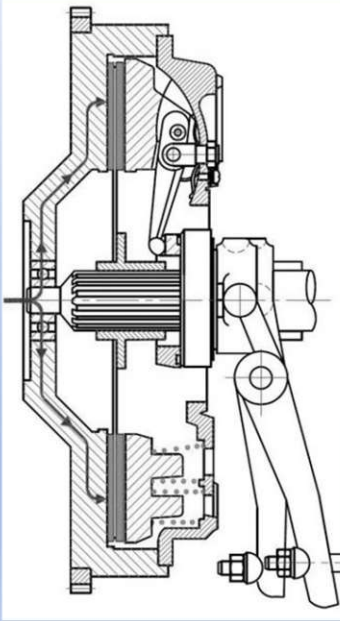


Yöne bağlı devreye giren (tek yönlü) kavrama

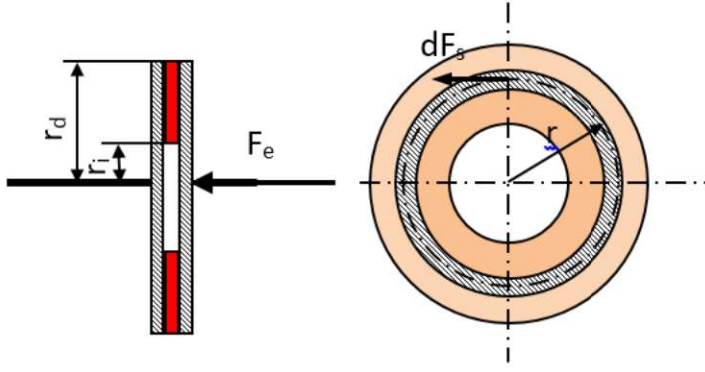


KUVVET BAĞLI ÇÖZÜLEBİLİR KAVRAMALAR

Tek diskli çözülebilir kavrama



Çözülebilir kavramaların hesabı



Kavramaya uygulanan F_e (F_N) eksenel kuvveti ile temas yüzeylerinde bir “**P**” yüzey basıncı oluşur.

$$p = \frac{F_e}{A} \quad \text{olur ancak bu basınç dağılımı düzgün değildir.}$$

halka yüzeyinde iletilebilecek moment:

$$dM_s = dF_s r \quad \text{olur}$$

$$dF_s = p \cdot \mu \cdot dA \quad \text{eşitliğinden}$$

$$dA = 2\pi r dr$$

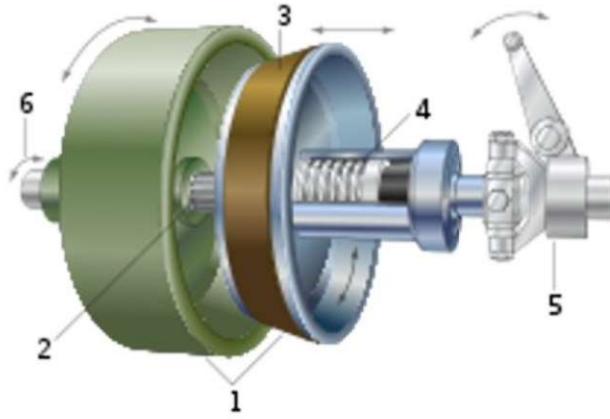
$$M_s = \int_{r_i}^{r_d} \mu p 2\pi r^2 dr$$

$$M_s = \frac{2}{3} \mu p \pi (r_d^3 - r_i^3) = M_k \quad (\text{kavramanın iletilebileceği moment.})$$

$$p = \frac{F_e}{\pi (r_d^2 - r_i^2)} \quad \text{değeri ile, kavrama momenti}$$

$$M_k = \frac{2}{3} \mu F_e \frac{r_d^3 - r_i^3}{r_d^2 - r_i^2}$$

Kavramanın dış çapının çok büyük dolayısıyla radyal yönde fazla yer tutması istenmiyorsa konik diskli kavramalar kullanılır.



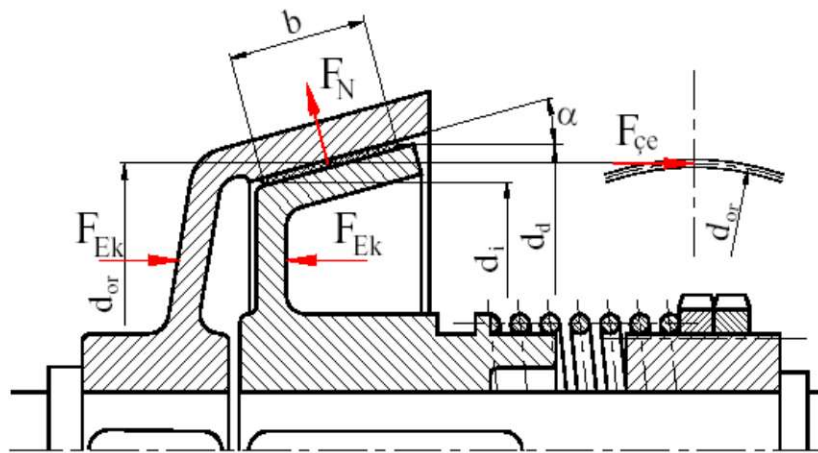
Konik diskli kavrama

BAUN. Makina Mühendisliği Bölümü, Makina Elemanları II

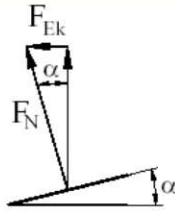
33

4.2. Konik kavramalar

Konik sürtünmeli kavramalar kısa olarak "**Konik kavramalar**" diye adlandırılır ve Şekil 6 ile gösterilmiştir. Konik kavramadaki bağıntılar şu şekildedir.



Şekil 6, Konik kavrama



Kavramadaki hesaplanan sürtünme momenti "M_{sühe}" Şekil 6 ile;

$$M_{sü} = 0,5 \cdot d_{or} \cdot F_{çe}$$

Burada çevre kuvveti "F_{çe}";

$$F_{çe} = \mu \cdot F_N$$

Normal kuvvet "F_N";

$$F_N = F_{Ek} / \sin \alpha$$

Bu değerleri yerleştirirsek;

$$M_{sühe} = 0,5 \cdot d_{or} \cdot \mu \cdot F_N$$

$$M_{sühe} = 0,5 \cdot d_{or} \cdot \mu \cdot F_{Ek} / \sin \alpha$$

Konik kavrama için gerekli veya kavramanın eksenel kuvveti "F_{Ek}";

$$F_{Ek} = \frac{2 \cdot M_{sü} \cdot \sin \alpha}{\mu \cdot d_{or}}$$

F (21)

d_{or} m
μ l

Ortalama sürtünme çapı "d_{or}" = 0,5.(d_d+d_i)
Balatanın sürtünme katsayısı

Kavrama balatasındaki yüzey basıncı "p_{Ka}";

$$p_{Ka} = \frac{F_N}{A} = \frac{F_{Ek}}{A \cdot \sin \alpha}$$

$$A = \pi \cdot d_{or} \cdot b$$

$$p_{Ka} = \frac{F_{Ek}}{\pi \cdot d_{or} \cdot b \cdot \sin \alpha}$$

F (22)

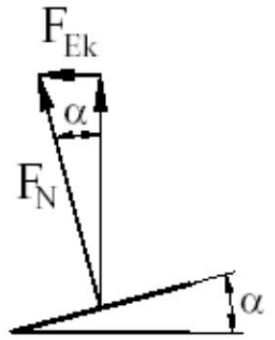
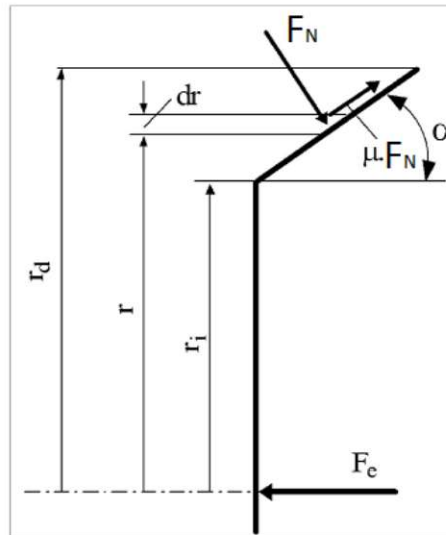
F_{Ek} N
d_{or} m
b m
α l

Eksenel kuvvet
Ortalama sürtünme çapı
Balata genişliği
Koniklik açısı

Konik kavramada sürtünme momenti

$$M_k = M_s = \frac{2}{3 \cdot \sin \alpha} \cdot \pi \cdot F_N \cdot \mu \cdot (r_d^3 - r_i^3)$$

Küçük α açıları daha büyük sürtünme momentleri verir. Ancak, α'nın küçük değerlerinde bir konik geçmede olduğu gibi bir otoblokaj tehlikesi vardır. Bu nedenle, tan α > μ koşulunu her zaman sağlayacak bir α açısı seçilmelidir.



$$F_N = F_{Ek} / \sin \alpha$$

$$M_{sü} = 0,5 \cdot d_{or} \cdot F_{çe}$$

$$F_{çe} = \mu \cdot F_N$$

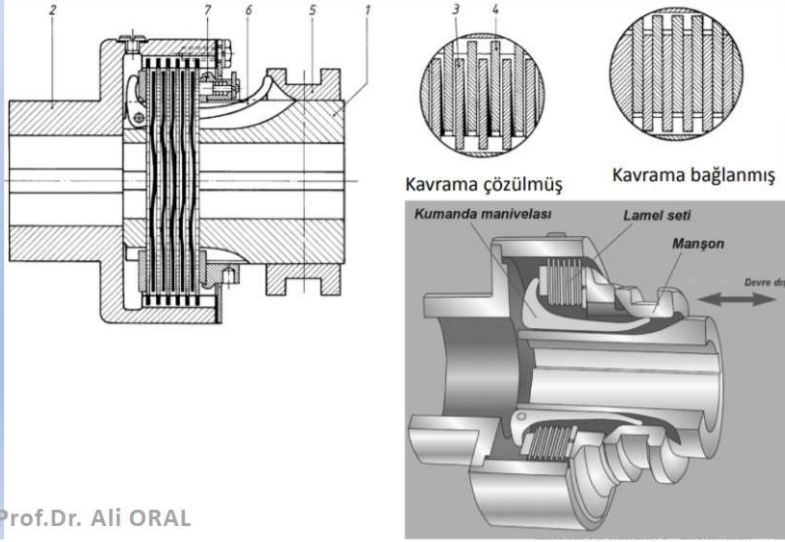
$$F_N = F_{Ek} / \sin \alpha$$

$$M_{sühe} = 0,5 \cdot d_{or} \cdot \mu \cdot F_N$$

$$M_{sühe} = 0,5 \cdot d_{or} \cdot \mu \cdot F_{Ek} / \sin \alpha$$

Çok sürtünme yüzeyli (lamelli) kavramalar

Tek diskle iletilmesi istenen moment kavrama momentinden büyükse diskin dış çapı artırılabilir, ancak bu durumda kavramanın radyal yönde boyutunu artıracak hem de basınç dağılımını dengesiz kılacaktır. Uygun çözüm çok diskli (lamelli) kavrama kullanmaktır.

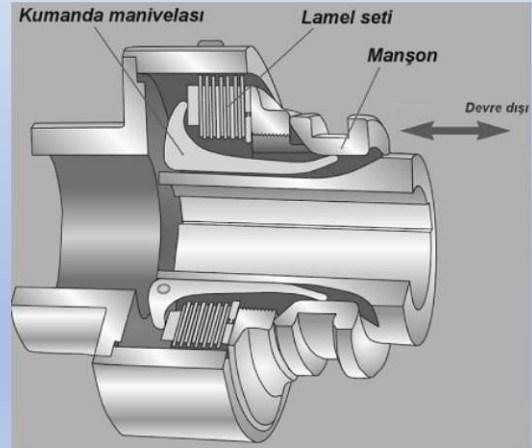
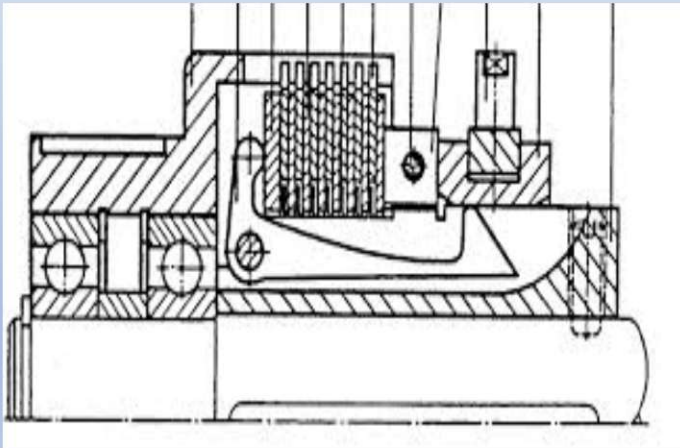


Bu kavrama ile iletilebilecek moment; z sürtünme yüzeyleri sayısı olmak üzere:

$$M_k = \frac{2}{3} \mu F_e \frac{r_d^3 - r_i^3}{r_d^2 - r_i^2} \cdot z$$

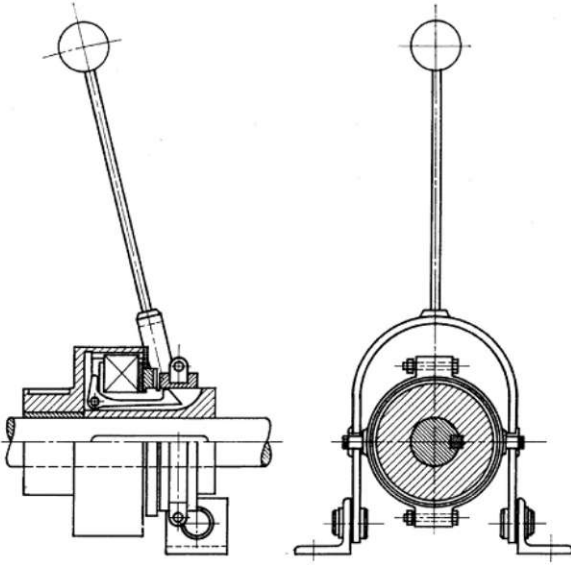


Dış ve iç lameller



Mekanik, hidrolik, pnömatik ve elektromagnetik kumandalı çeşitleri vardır.

Mekanik kumandalı kavramalar



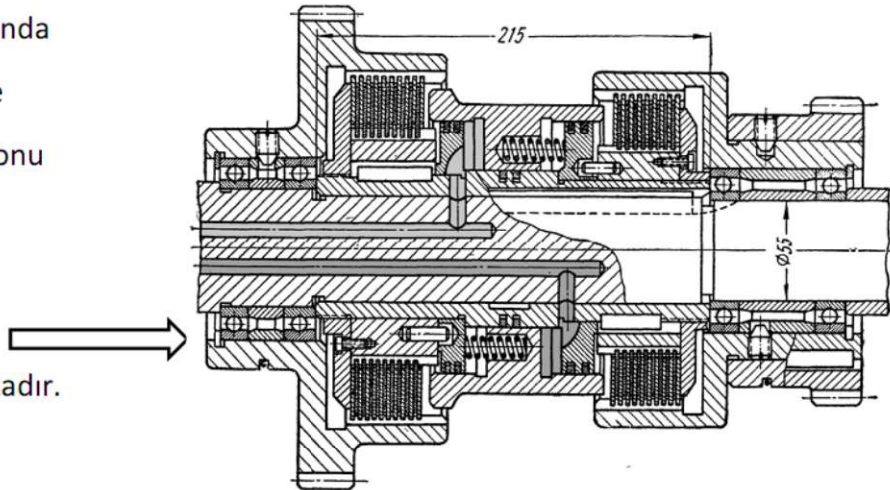
Mekanik kumandalı kavramalara elle kumanda edebilmek için basit bir sistem



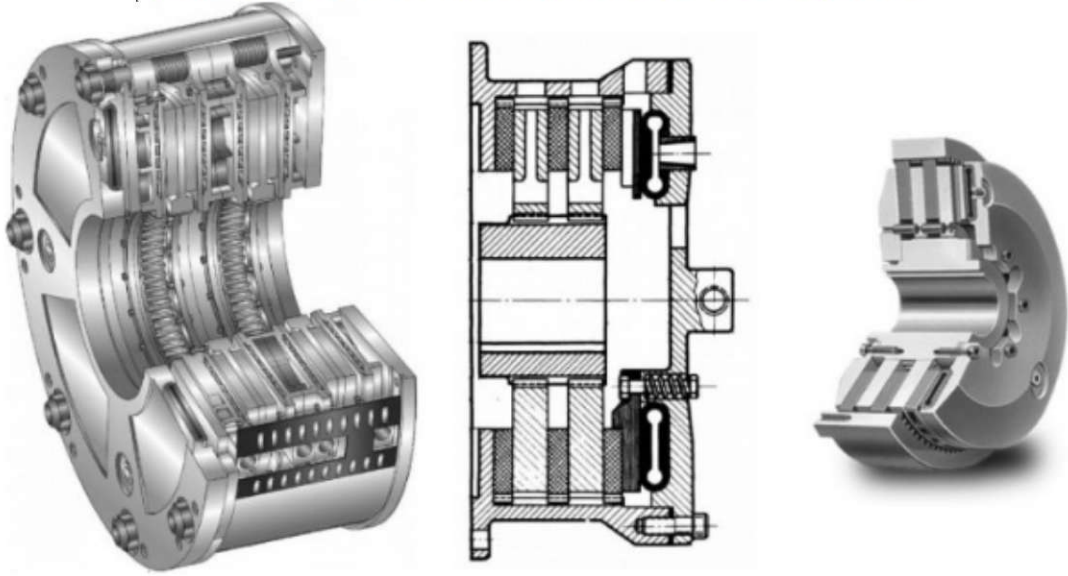
Hidrolik kumandalı kavramalar

Bir özel dişli kutusunda dişli çark ile mil arasında döndürme momenti bağı için kullanılan çiftli pistonu dönen türden bir hidrolik kumandalı kavrama.

Hangi kavrama bağlanırsa, buna irtibatlı dişli çifti moment aktarmaktadır.



Pnömatik kumandalı kavramalar



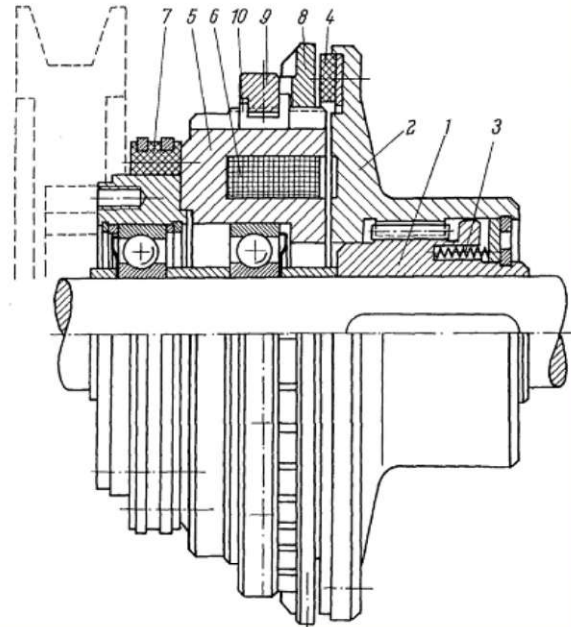
Basıncılı hava ile devreye giren (bağlanan) türden bir kavrama. Büyük momentler için yapılmıştır. Mil ucuna takılır. Pnömatik piston yerine aynı işi yapan takviyeli elastomerden özel şekilli bir balon kullanılmıştır. Çözülme işlevini şekilde bir adedi görülen yaylar gerçekleştirir. Pistonu dönen bir kavramadır. Yanda ise kavramanın kesitinin perspektif görünüşü verilmiştir.

Prof.Dr. Ali ORAL

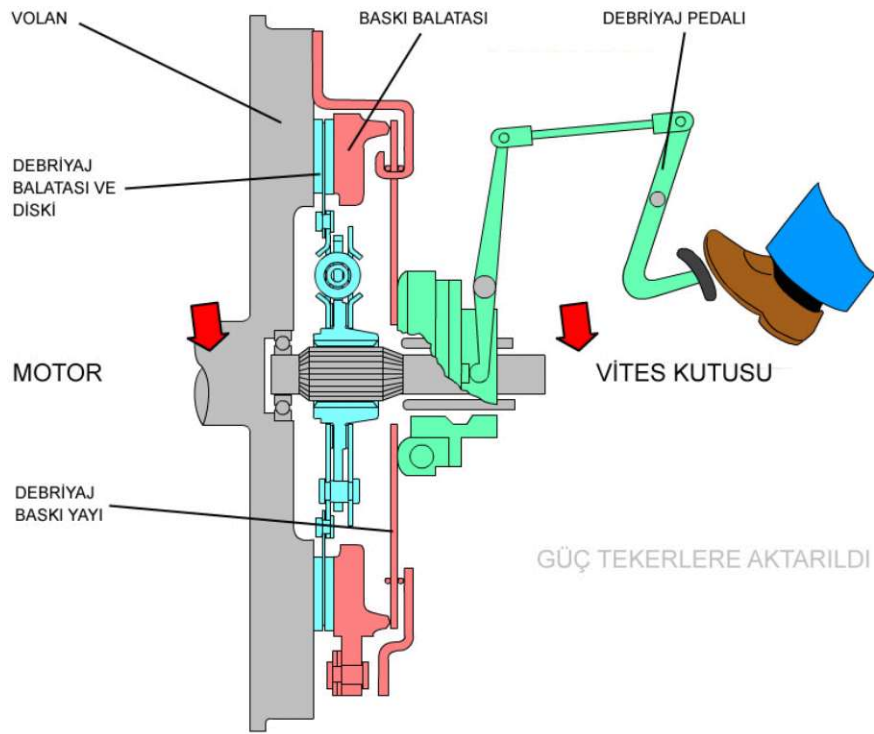
41

Elektromagnetik kumandalı kavramalar

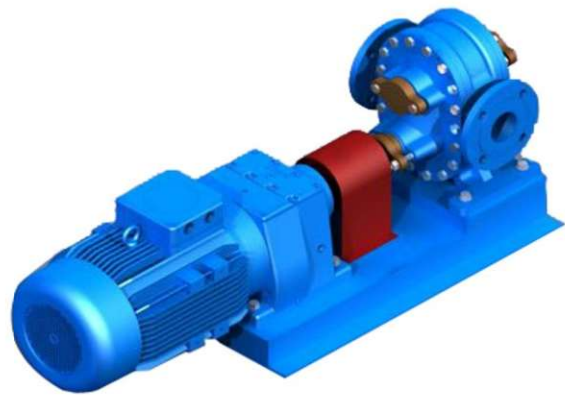
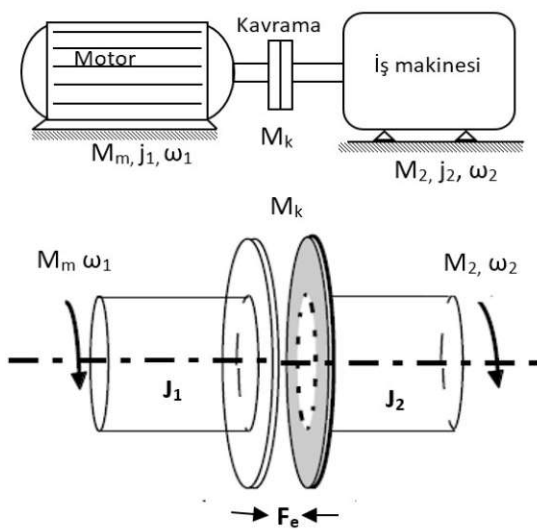
Disk şeklinde tek sürtünme yüzeyli bir elektromanyetik kumandalı sürtünmeli kavrama. 6 numaralı bobine akım verildiğinde 2 numaralı parçayı kendine doğru çeker ve sürtünme yüzeyine temas gerçekleşir. Kavramadaki bobin dönmektedir. 7 numara ile gösterilen bilezikler ve fırçalarla kavramaya akım aktarılır.



DEBRİYAJ NEDİR NASIL ÇALIŞIR



ÇÖZÜLEBİLİR KAVRAMANIN DEVREYE GİRİŞ SÜRESİ



M_m : Motor momenti

M_2 : İş makinesi momenti

J_1 : Motorun kütleli atalet momenti J_2 : İş makinesi kütleli atalet momenti

ω_1 : Motorun açısal hızı

ω_2 : İş makinesi açısal hızı

M_k : Karama moment

$\dot{\omega}_1$ ve $\dot{\omega}_2$: Açısal ivmeler

Devreye girme başlangıcında, momentler arasındaki ilişki

$M_m < M_k > M_2$ olması gerekir

Denge hali için, eşitlik

$$M_m - J_1 \cdot \dot{\omega}_1 = M_k = M_2 + J_2 \cdot \dot{\omega}_2$$

($M_m - J_1 \cdot \dot{\omega}_1$: Kendi kütleini ivmelendirirken motorun diğer tarafa verebileceği moment)

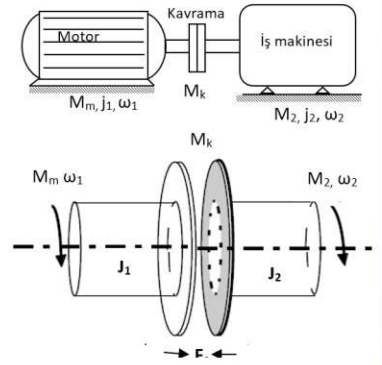
($J_2 \cdot \dot{\omega}_2$: İş makinesi dönen kütlelerini ivmelendirmek için gerekli moment)

Şeklinde yazılır ve bu eşitlikten motor tarafı için açısal ivmenin değeri

$$M_m - J_1 \cdot \dot{\omega}_1 = M_k \rightarrow M_m - J_1 \cdot \dot{\omega}_1 - M_k = 0$$

$$\dot{\omega}_1 = \frac{M_m - M_k}{J_1} < 0$$

Bağıntısı elde edilir. Bu eşitliğe göre motor yavaşlıyor, yani negatif ivmelenme var,

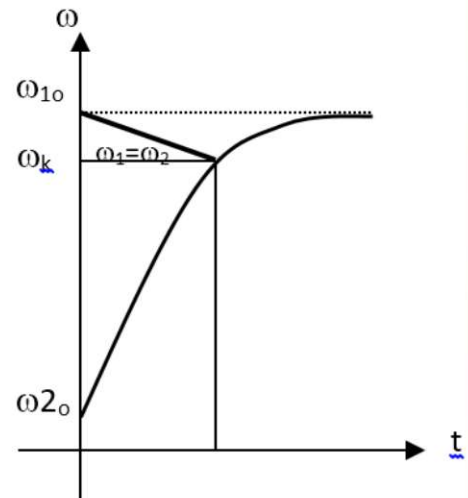


İş makinesi tarafı için

$$M_k = M_2 + J_2 \cdot \dot{\omega}_2$$

$$\dot{\omega}_2 = \frac{M_k - M_2}{J_2} > 0$$

Bağıntısı elde edilir. İş makinesi hızlanıyor



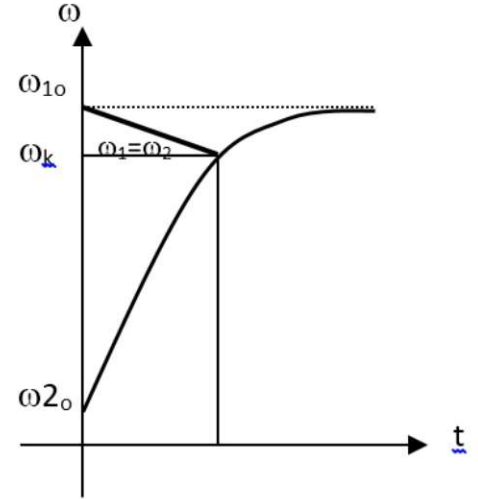
Motor ve iş makinesinin açısal hızları

$$\omega_1 = \omega_{10} + \int_0^t \dot{\omega}_1 dt = \omega_{10} + \frac{1}{J_1} \int_0^t (M_m - M_k) dt$$

$$\omega_2 = \omega_{20} + \int_0^t \dot{\omega}_2 dt = \omega_{20} + \frac{1}{J_2} \int_0^t (M_k - M_2) dt$$

$$\omega_1 = \omega_{10} + \frac{M_m - M_k}{J_1} t$$

$$\omega_2 = \omega_{20} + \frac{M_k - M_2}{J_2} t$$



ω_{10} : Motorun başlangıç hızı

ω_{20} : İş makinesi başlangıç hızı (devreye girmeden önce motor yüksüz çalışıyor, iş makinesi duruyorsa $\omega_{20} = 0$)

Prof.Dr. Ali ORAL

$t = 0$ ile $\omega_1 = \omega_2$ olan zamana kadar geçen süre; devreye giriş süresi veya kavrama süresi t_k 'dır.

$\omega_1 = \omega_2$ olduğunda kavrama devreye girmiş yani senkronize olmuştur. Yukarıdaki eşitliklerden ($\omega_1 = \omega_2$ den)

kavramanın devreye girme süresi t_k ;

$$t = t_k = \frac{\omega_{10} - \omega_{20}}{\frac{M_k - M_2}{J_2} - \frac{M_m - M_k}{J_1}}$$

Kavramanın devreye girebilmesi için t_k nın sonlu bir sayı olması yani;

$$\frac{M_k - M_2}{J_2} > \frac{M_m - M_k}{J_1}$$

Olmalıdır.

Senkron ($\omega_1 = \omega_2$) dönmenin başlamasından nominal devir sayısına ulaşincaya ($t = t_t$ oluncaya) kadar geçen zaman t_e ise

$$\omega_n = \omega_k + \int_{t_k}^{t_t} \dot{\omega} dt$$

Eşitliğinden ve bu arada açısal ivme sabit kabul edilirse yani

$\dot{\omega}_1 = \dot{\omega}_2 = \dot{\omega}_k$ ve buradan $M_m - J_1 \dot{\omega} = M_2 + J_2 \dot{\omega}$ yazılır ve bu eşitlikten açısal ivme,

$$\dot{\omega} = \frac{M_m - M_2}{J_1 + J_2} \text{ olur ve } t_e \text{ süresi}$$

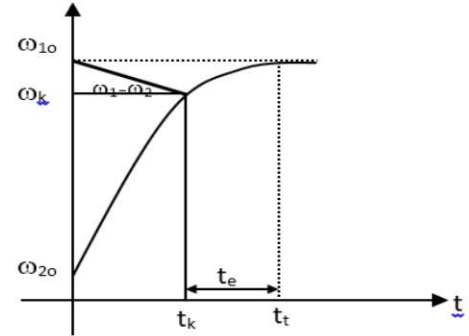
$$t_t - t_k = t_e = \frac{(\omega_n - \omega_k)(J_1 + J_2)}{M_m - M_2}$$

Bağıntısı elde edilir. Senkron dönme başladığında

yukarıdaki eşitlikte kullanılan açısal hız ω_k nın değeri,

$$\omega_1 = \omega_2 = \omega_k = \omega_{10} - \frac{M_m - M_k}{J_1} t_k = \omega_{20} + \frac{M_k - M_2}{J_2} t_k \text{ eşitliklerinden hesaplanabilir.}$$

İş makinesinin hızlanması için $M_m > M_2$ olması gerekir. $M_m = M_2$ olursa nominal devir sayısına ulaşamaz.



49

BAUN. Makina Mühendisliği Bölümü, Makina Elemanları II

KAVRAMALARIN ISIL HESABI

Kavramanın devreye girmesi sırasında lamel yüzeylerinde izafi hareketten doğan sürtünme işi ısıya dönüşür.

Sürtünme kayıpları (ısı gücü)

$$P_s = M_k \cdot (\omega_1 - \omega_2)$$

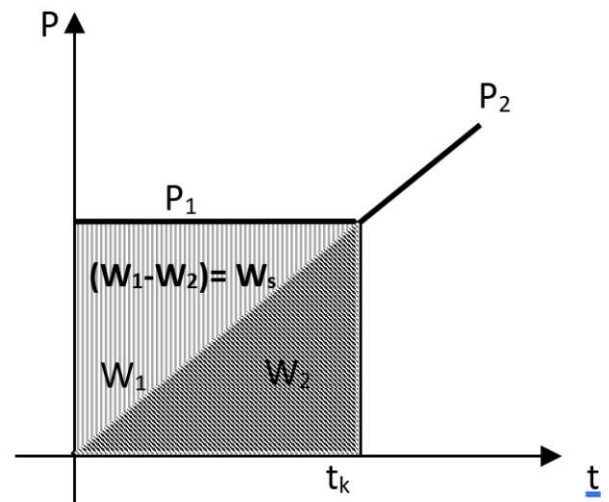
Ve kavramanın her devreye sokuluşundaki iş

$$W_s = \int_0^{t_k} P_s dt = \int_0^{t_k} M_k (\omega_1 - \omega_2) dt$$

$\omega_1 = \text{sabit}$ ve $\omega_{20} = 0$ ise;

Kavramanın tahrik gücü

$$P_1 = M_k \omega_1 = \text{sbt}$$



Olacak ve kavramanın döndürülene ilettiği güç

kavramanın döndürülene iletteğı güç

$$P_2 = M_k \omega_2 = M_k \int_0^{t_k} \dot{\omega} dt = M_k \int_0^{t_k} \frac{M_k}{J_2} dt = \frac{M_k^2}{J_2} t$$

Bağıntısıyla bulunacaktır.

Döndürülene iletilen güç zamana bağılı olarak artmakta $t = t_k$ için maksimum olacaktır.

($P_2 = P_1$)

Tahrik işi P_1 doğrusunun altında kalan alan (W_1), ivmelendirme ise P_2 doğrusunun altında kalan alan (W_2) dır.

(W_2 : iş makinesine kazandırılan kinetik enerji)

İki alan farkı $W_s = W_1 - W_2$ dır.

Ve genel olarak:

$$W_s = \frac{1}{2} M_k \omega_{10}^2 t_k$$

Bağıntısı ile hesaplanır

Kaynaklar

Fatih BABALIK, Kadir Çavdar; Makine Elemanları ve Konstrüksiyon Örnekleri, Dora Yayıncılık
Talat Tevruz, Makine Elemanları ve Kostrüksiyon Örnekleri, Çağlayan Kitapevi
F.Babalık, K.Çavdar, N.Gerger, N. Kırac, Makine Elemanları Çözümlü Problem Kitabı, Dora Yayıncılık
Tezcan ŞEKERCİOĞLU, Makine Elemanları , Birsen Yayınevi
Vedat Temiz, Makine Elemanları Ders Notları, İTÜ Makine Fakültesi