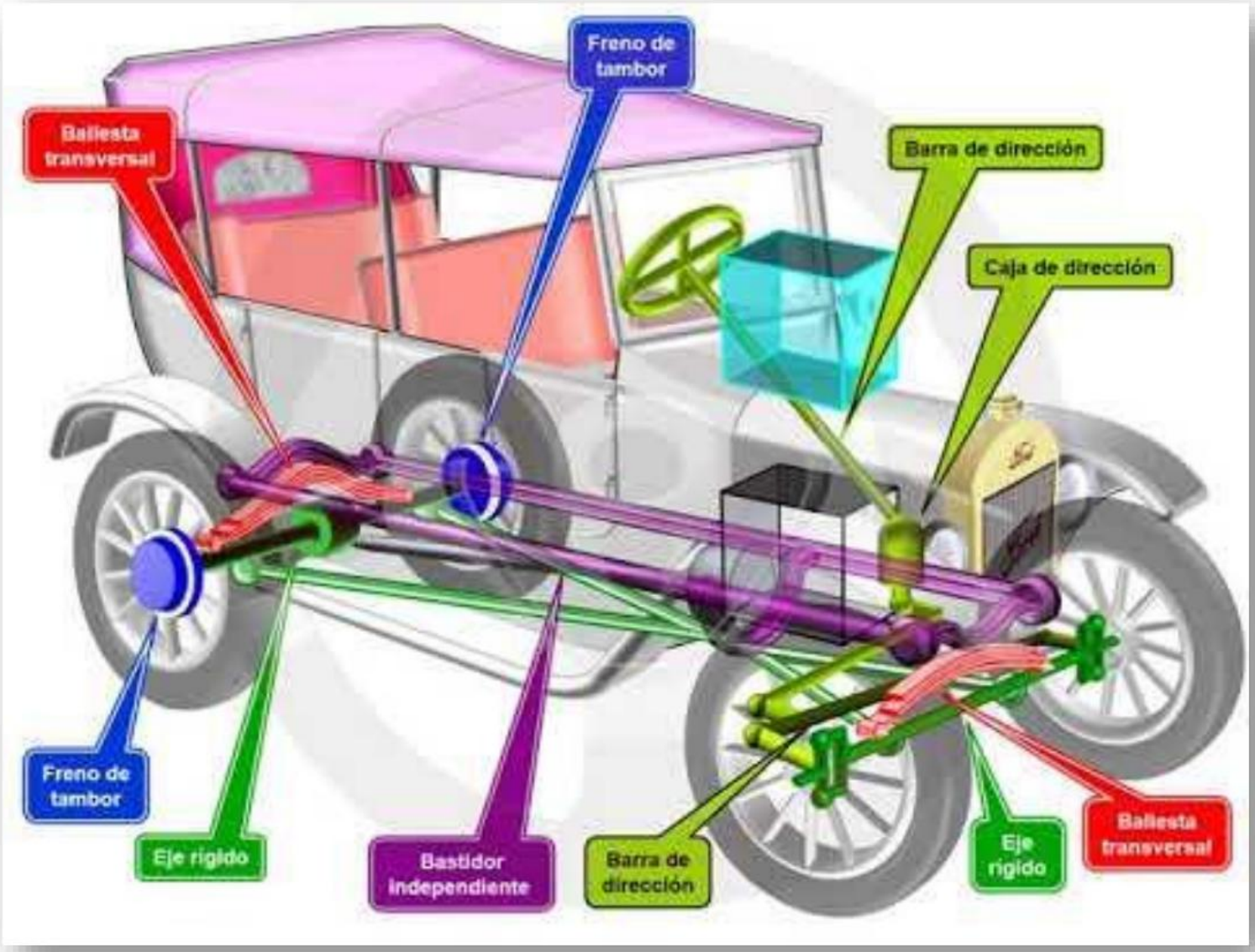
MECANISMOS Y ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Ingeniería Electromecánica

Plan de Estudios 2013

Año 2021


Freno de tambor
Ballesta transversal
Barra de dirección
Caja de dirección
Freno de tambor
Eje rígido
Bastidor independiente
Barra de dirección
Eje rígido
Ballesta transversal

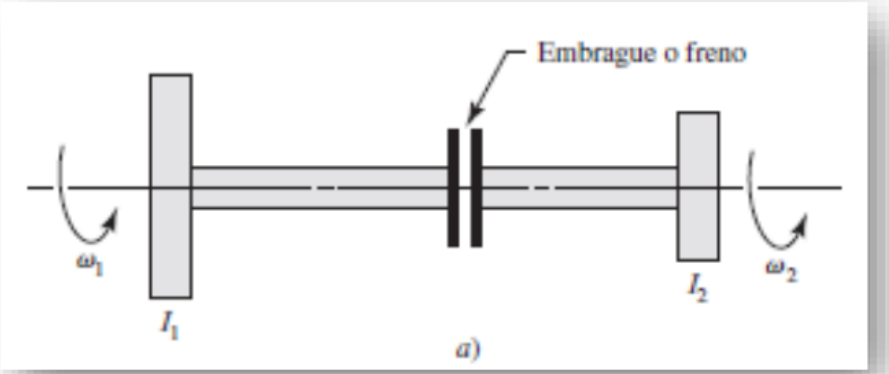
BIBLIOGRAFÍA

- RICHARD G. BUDYNAS y J. KEITH NISBETT.- DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA.- 8° Ed. Mc graw hill.
- SHIGLEY- MISCKE.- “DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA”- Ed. Mc-Graw hill.
- MOTT, Robert L.- “DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS”.- Ed. Prentice-Hall.
- JUVINALL, Robert c.- “FUNDAMENTOS DE DISEÑO PARA INGENIERÍA MECÁNICA”.- Ed. LIMUSA.

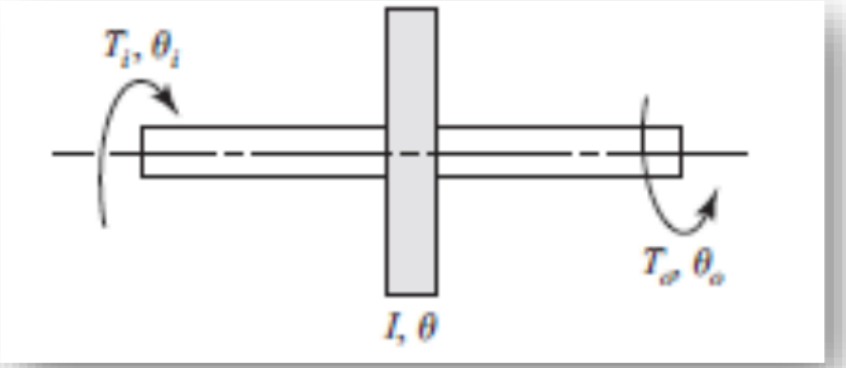
Embragues, frenos y volantes

Son elementos que se asocian con el movimiento rotatorio y tienen en común la función de almacenar y/o transferir energía cinética de rotación.

Las representaciones simplificadas de volantes y frenos y embragues son:



Frenos y Embragues



Volantes

Embragues y Frenos

Estos dispositivos se clasifican en:

- De aro o tambor con zapatas internas.
- De aro o tambor con zapatas externas.
- De cinta o banda circunferencial.
- De disco o acción axial.
- De elementos cónicos.
- De otras clases.

Embragues y Frenos

Para analizar el funcionamiento de estos dispositivos se deberá conocer:

- La fuerza que ejerce.
- El momento de rotación o torsión que transmite.
- La pérdida de energía en forma de calor.
- El incremento de temperatura.

Los dos primeros puntos se los estudia como un problema de estática, y se los trata para cada configuración geométrica particular de los dispositivos.

Análisis Estático de embregues y frenos

El procedimiento general consiste en los siguientes pasos:

- Estimar o determinar la distribución de la presión sobre las superficies de fricción.
- Hallar una relación entre la presión máxima y la presión en un punto cualquiera.
- Aplicar las condiciones de equilibrio estático para determinar la fuerza y el momento de rotación ejercidos y las reacciones en los apoyos.

Fuerzas que actúan sobre una zapata de fricción articulada

Siguiendo los pasos propuestos:

1. Por el tamaño de la zapata se supone que la presión esta distribuida uniformemente en el área de rozamiento.

2. $p = p_a$

3. $N = p_a A$

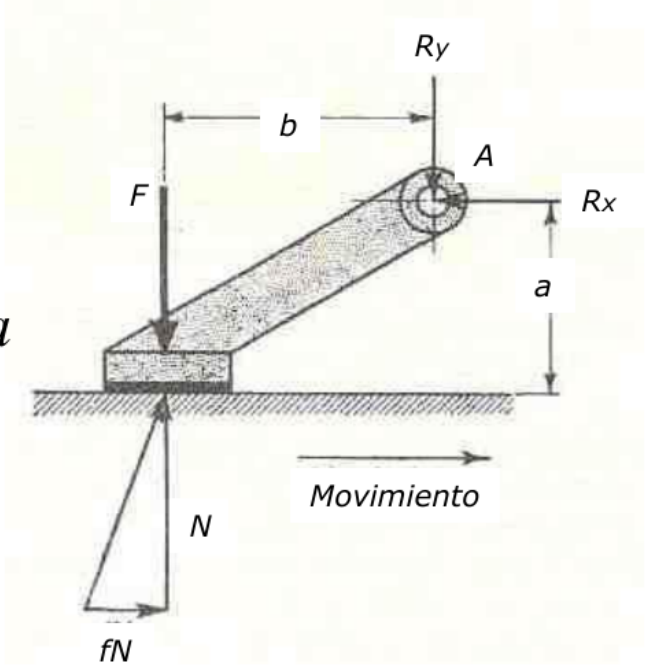
$p = presión \quad en \quad un \quad punto \quad cualquiera$

$p_a = presión \quad máxima$

$N = Fuerza \quad normal$

$F = Fuerza \quad aplicada$

$A = Area \quad Zapata$



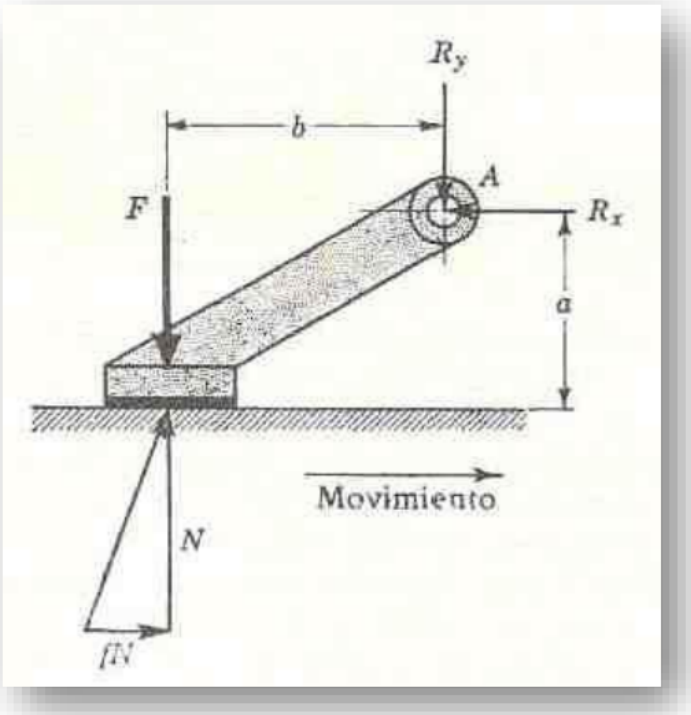
Fuerzas que actúan sobre una zapata de fricción articulada

Siguiendo los pasos propuestos:

3. Si $p = p_a$ y $N = p_a A$

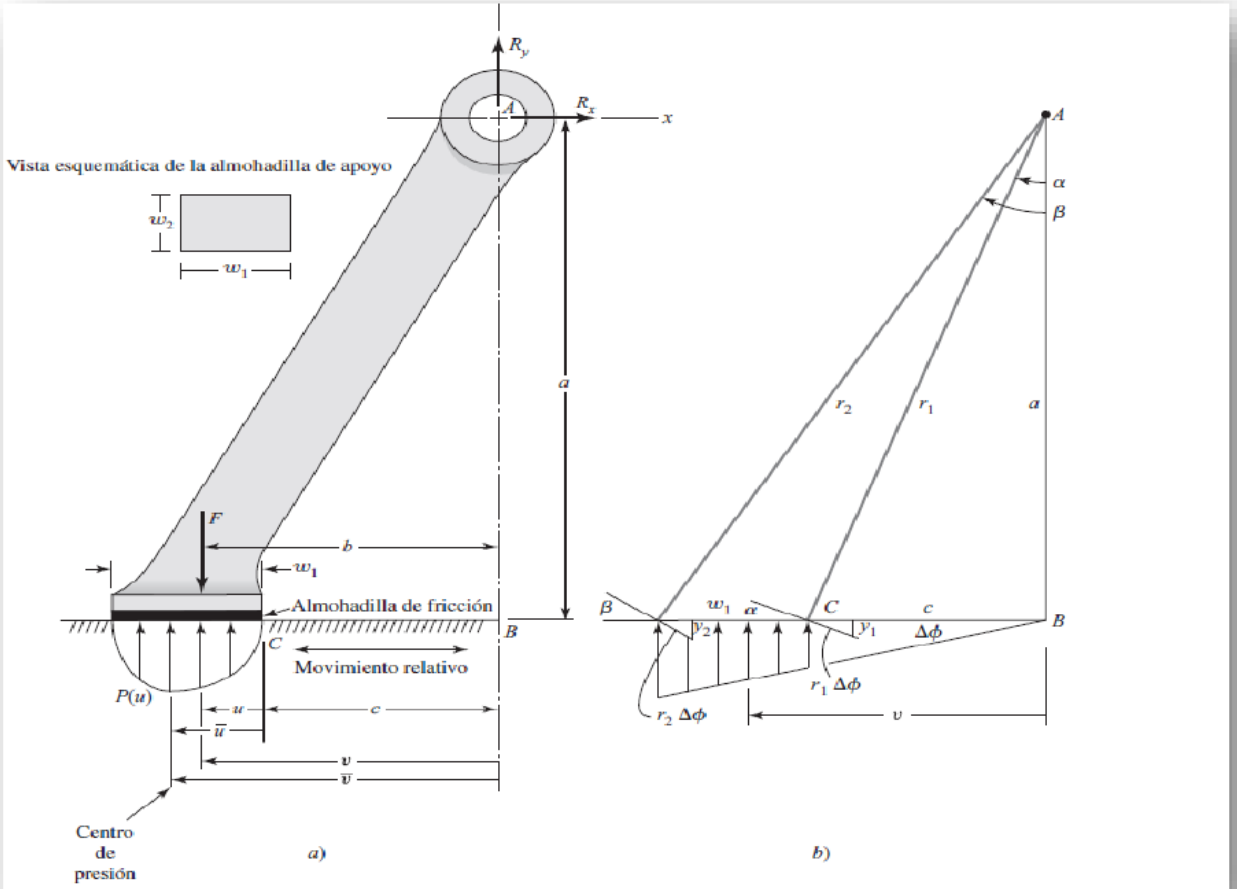
$$\sum M_A = Fb - Nb + fNa = 0$$

$$F = \frac{p_a A(b - fa)}{b}$$



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow R_x = fp_a A$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow R_y = p_a A - F$$



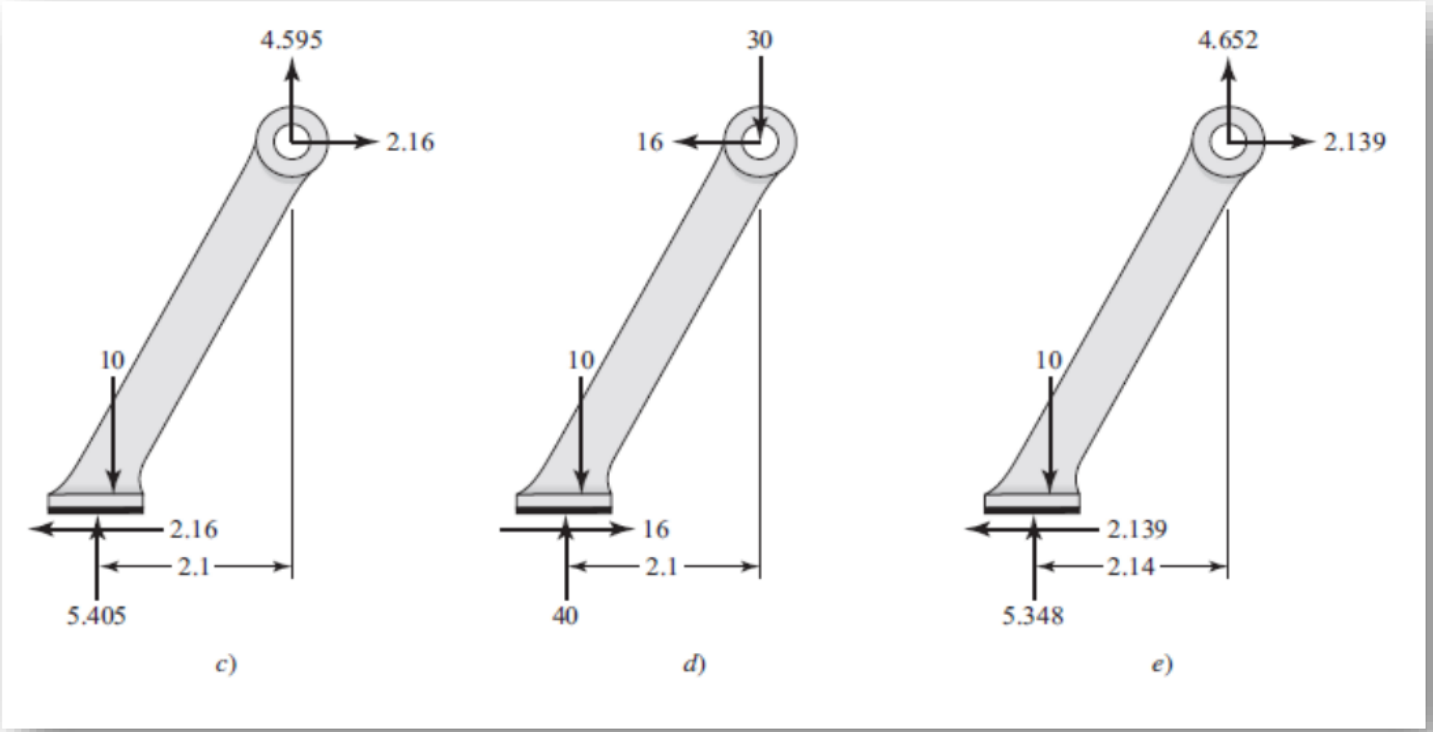
Tope de puerta común.

a) Diagrama de cuerpo libre del tope.

b) Distribución trapezoidal de la presión sobre la almohadilla (zapata) de apoyo.

$$N = w_2 \int_0^{w_1} p(u)du = p_{prom} w_1 w_2$$

$$F = \frac{w_2}{b}\left[\int_0^{w_1} p(u)(c+u)du \pm af \int_0^{w_1} p(u)du\right]$$



c)Diagrama de cuerpo libre del movimiento hacia la izquierda del piso, presión uniforme.

d)Diagrama de cuerpo libre del movimiento hacia la derecha del piso, presión uniforme .

d)Diagrama de cuerpo libre del movimiento hacia la izquierda del piso, presión trapezoidal.

Embragues y frenos de Tambor con zapatas interiores expansibles

Constan de tres elementos: Superficies friccionantes, los medios para transmitir momento de rotación y el mecanismo de operación.

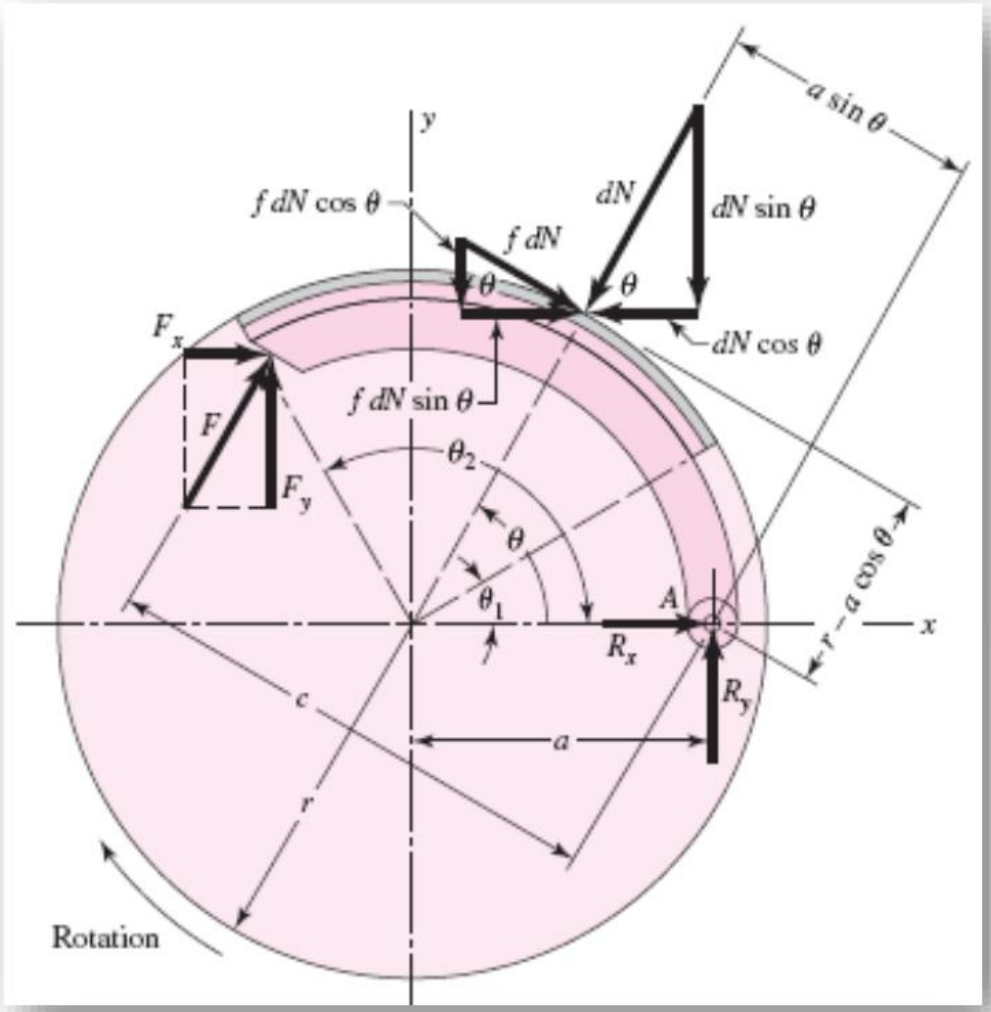
De acuerdo al mecanismo de operación se los clasifican como elementos de expansión directa, de efecto centrífugo, magnéticos, hidráulicos y neumáticos.

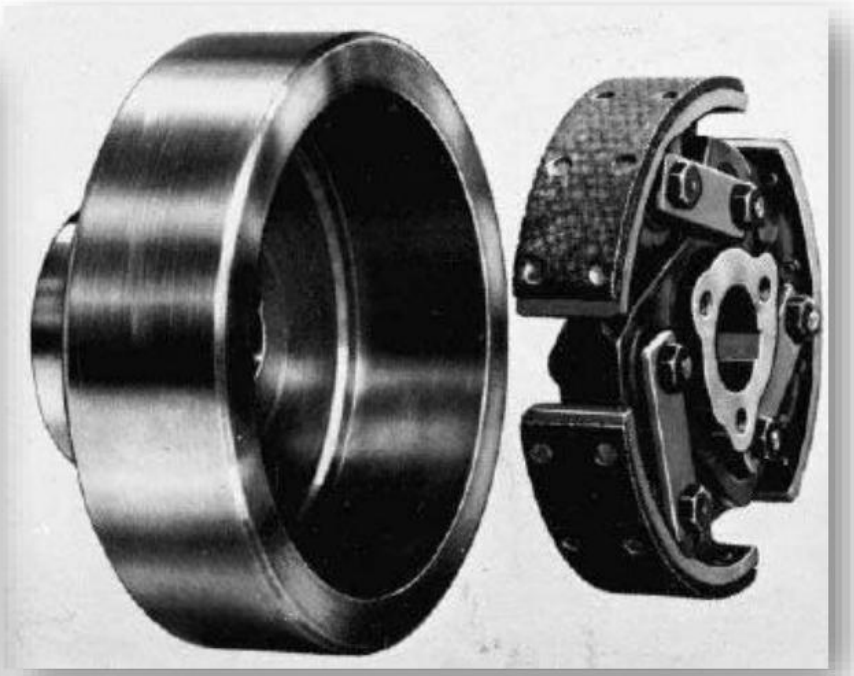
Los embragues de este tipo se utilizan en maquinarias textiles, excavadoras y máquinas herramientas.

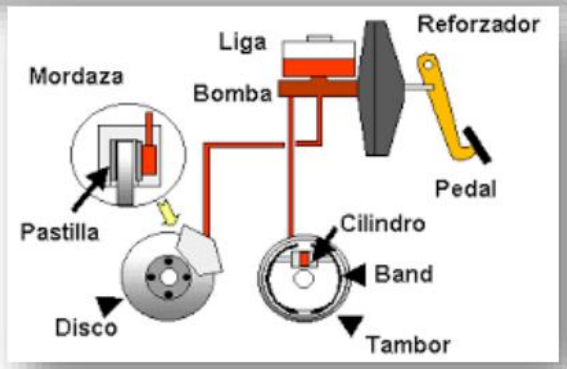
De acuerdo al tipo de accionamiento se darán utilizaciones específicas.

Embragues y frenos de Tambor con zapatas interiores expansibles

En sistemas de frenado, este tipo, se utiliza principalmente en la industria automotriz.





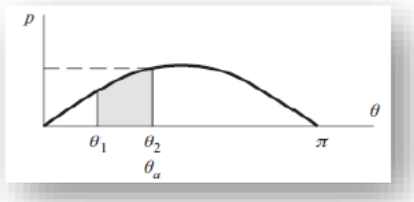


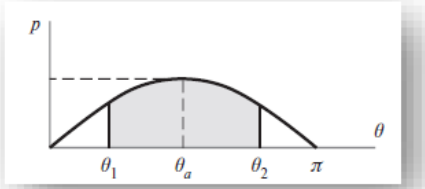
Embragues y frenos de Tambor con zapatas interiores expansibles

Siguiendo los pasos para el análisis estático:

1. La presión en cualquier punto es proporcional a la distancia vertical desde el pasador

2. $$\frac{p}{sen\theta} = \frac{p_a}{sen\theta_a} \qquad p = p_a \frac{sen\theta}{sen_a}$$

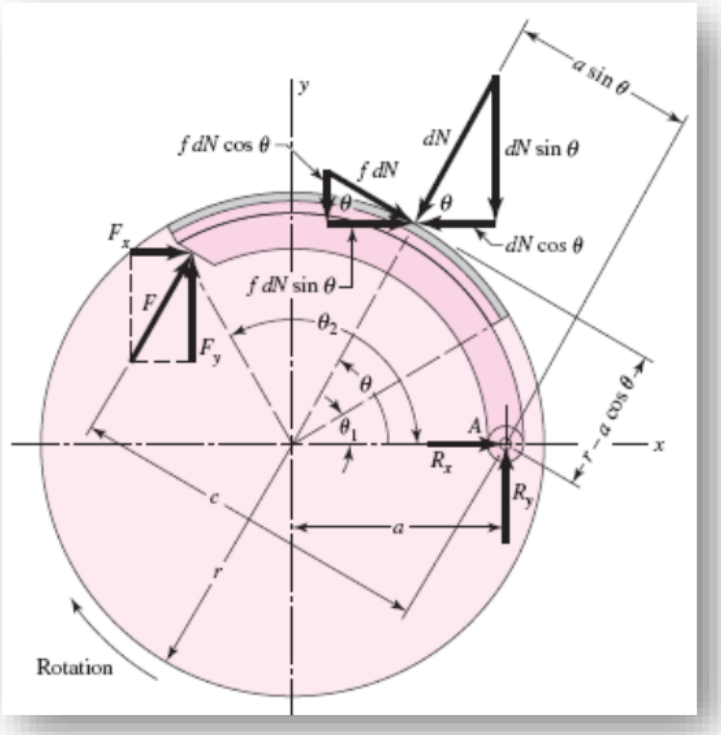




3. $$M_f = \frac{f p_a b r}{sen\theta_a} \int_{\theta_1}^{\theta_2} sen\theta (r - a\cos\theta) d\theta$$

$$M_N = \frac{p_a b r a}{sen\theta_a} \int_{\theta_1}^{\theta_2} sen^2\theta . d\theta$$

$$F = \frac{M_N - M_f}{c}$$



$$R_x = \frac{p_a b r}{sen\theta_a} \left(\int_{\theta_1}^{\theta_2} sen\theta\cos\theta . d\theta - f \int_{\theta_1}^{\theta_2} sen^2\theta . d\theta \right) - F_x$$

$$R_y = \frac{p_a b r}{sen\theta_a} \left(\int_{\theta_1}^{\theta_2} sen^2\theta . d\theta + f \int_{\theta_1}^{\theta_2} sen\theta\cos\theta . d\theta \right) - F_y$$

Embragues y frenos de Tambor con zapatas interiores expansibles

Si el sentido de rotación se invierte.

$$F = \frac{M_N + M_f}{c}$$

$$R_x = \frac{p_a br}{sen\theta_a}\left(\int_{\theta_1}^{\theta_2} sen\theta\cos\theta.d\theta + f\int_{\theta_1}^{\theta_2} sen^2\theta.d\theta\right) - F_x$$

$$R_y = \frac{p_a br}{sen\theta_a}\left(\int_{\theta_1}^{\theta_2} sen^2\theta.d\theta - f\int_{\theta_1}^{\theta_2} sen\theta\cos\theta.d\theta\right) - F_y$$

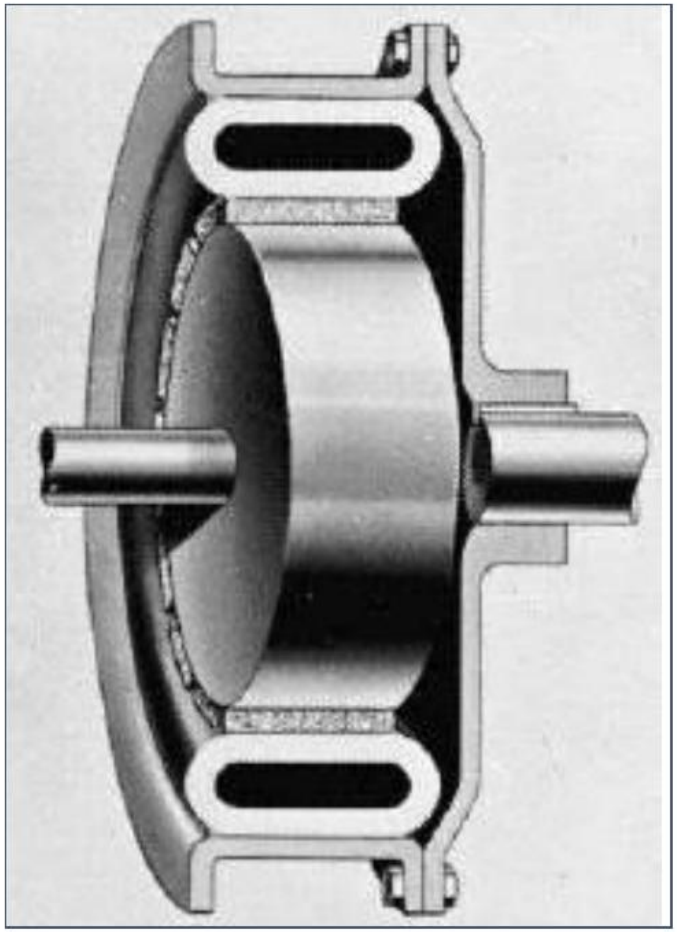
En el análisis anterior se consideró:

- Existe una ley de presión.
- El efecto de la fuerza centrífuga es despreciable.
- La zapata se supone perfectamente rígida.
- El análisis se basa en un coeficiente de fricción que no varía con la presión.

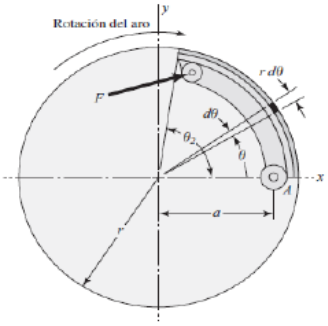
Embragues y frenos de Tambor con zapatas exteriores contráctiles

Los mecanismos de operación pueden ser:

- De solenoide o bobina eléctrica
- De palanca, eslabonamiento o palanquilla de codo.
- De eslabonamiento con carga resorte.
- De accionamiento hidráulico o neumático.



Embragues y frenos de Tambor con zapatas exteriores contráctiles



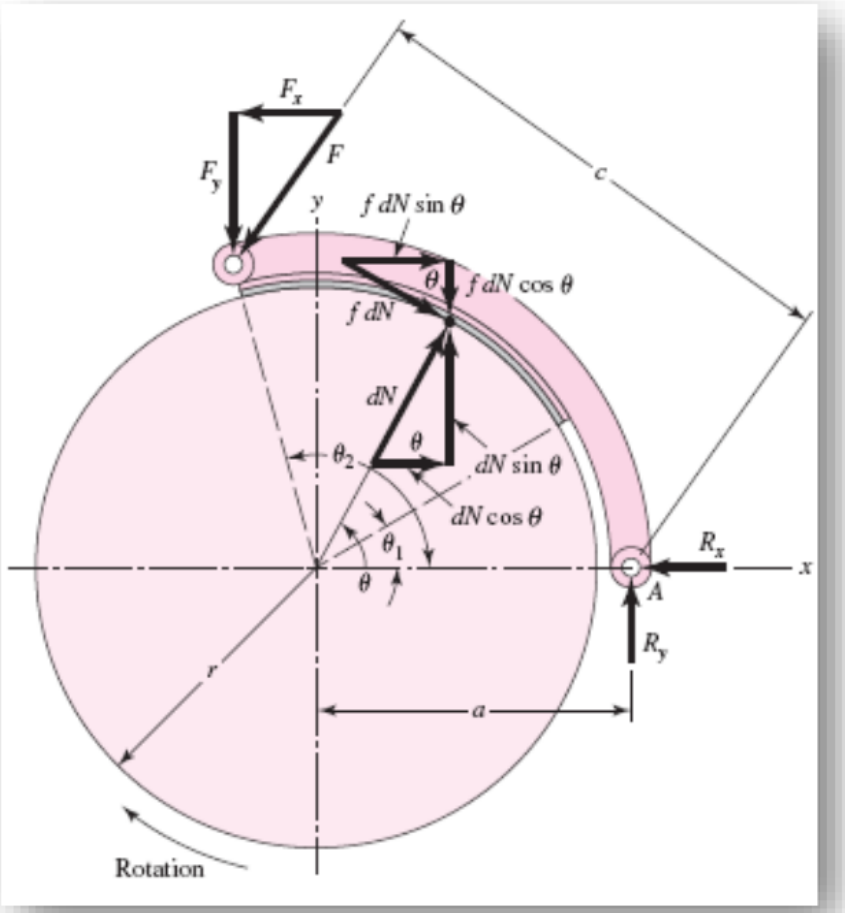
$$M_f = \frac{f p_a b r}{sen\theta_a}\int_{\theta_1}^{\theta_2} sen\theta(r - a\cos\theta)d\theta$$

$$M_N = \frac{p_a b r a}{sen\theta_a}\int_{\theta_1}^{\theta_2} sen^2\theta.d\theta$$

$$F = \frac{M_N + M_f}{c}$$

$$R_x = \frac{p_a b r}{sen\theta_a}\left(\int_{\theta_1}^{\theta_2} sen\theta\cos\theta.d\theta + f\int_{\theta_1}^{\theta_2} sen^2\theta.d\theta\right) - F_x$$

$$R_y = \frac{p_a b r}{sen\theta_a}\left(\int_{\theta_1}^{\theta_2} sen^2\theta.d\theta - f\int_{\theta_1}^{\theta_2} sen\theta\cos\theta.d\theta\right) + F_y$$



Embragues y frenos de Tambor con zapatas exteriores contráctiles

Caso especial: simetría de la zapata con respecto a la articulación

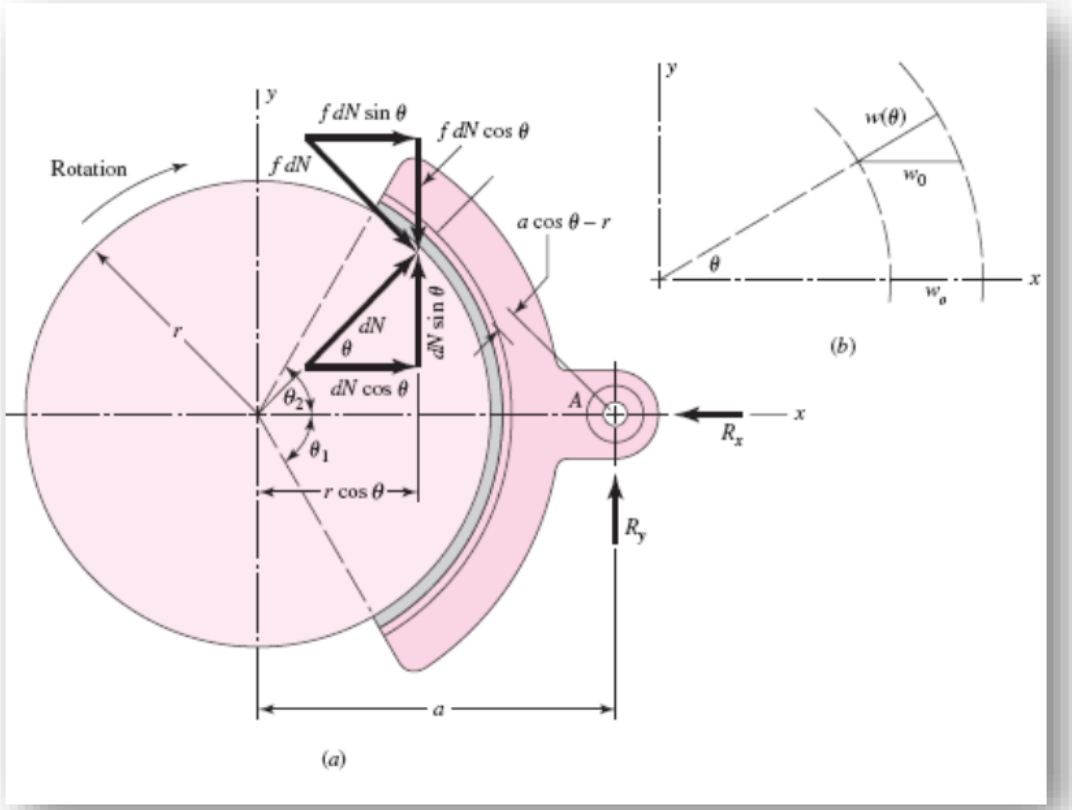
1.El revestimiento se desgasta conservando su forma cilíndrica.

2. $p = p_a.\cos\theta$

3.

$$a = \frac{4r.sen\theta_2}{2\theta_2 + sen2\theta_2}$$

$$T = afN$$



Embragues y Frenos de cinta

Se utilizan en máquinas excavadoras, en montacargas, etc.

La fuerza de reacción:

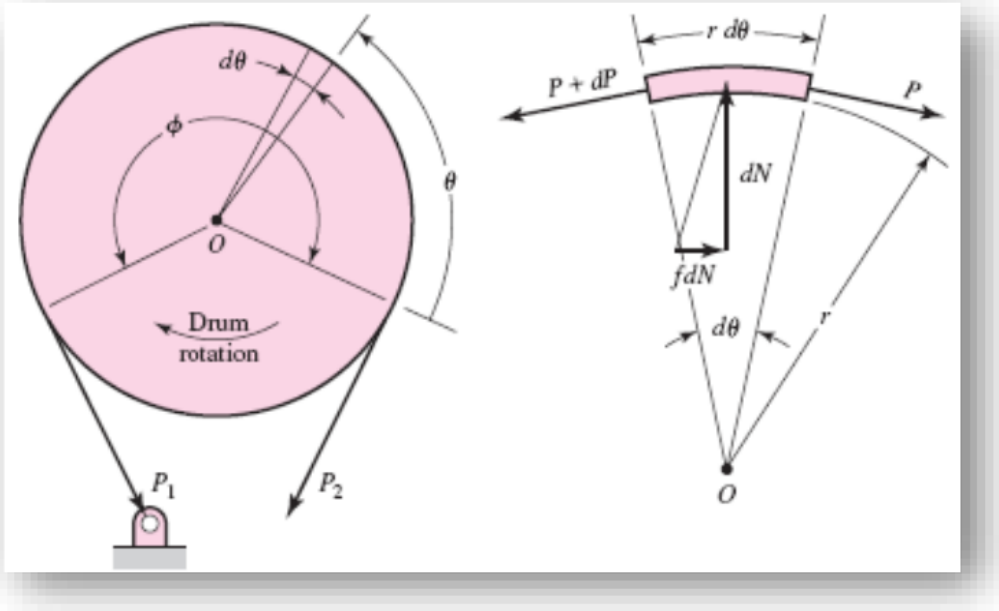
$$P_2 < P_1$$

$$\frac{P_1}{P_2} = e^{f\theta}$$

$$T = (P_1 - P_2)\frac{D}{2}$$

$$p = \frac{P}{br} = \frac{2P}{bD}$$

$$p_a = \frac{2P_1}{bD}$$

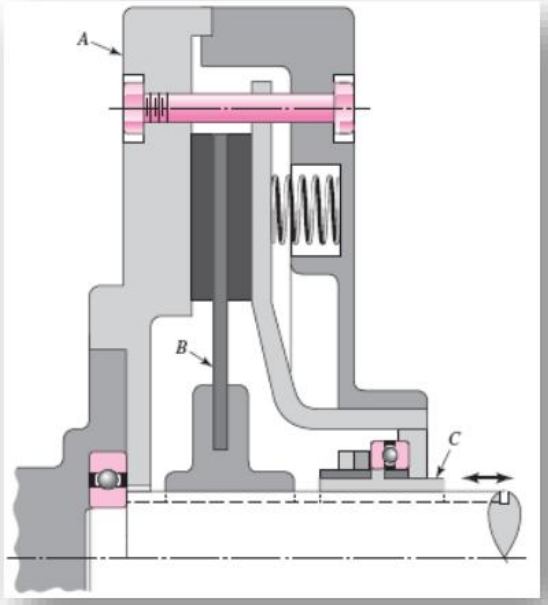


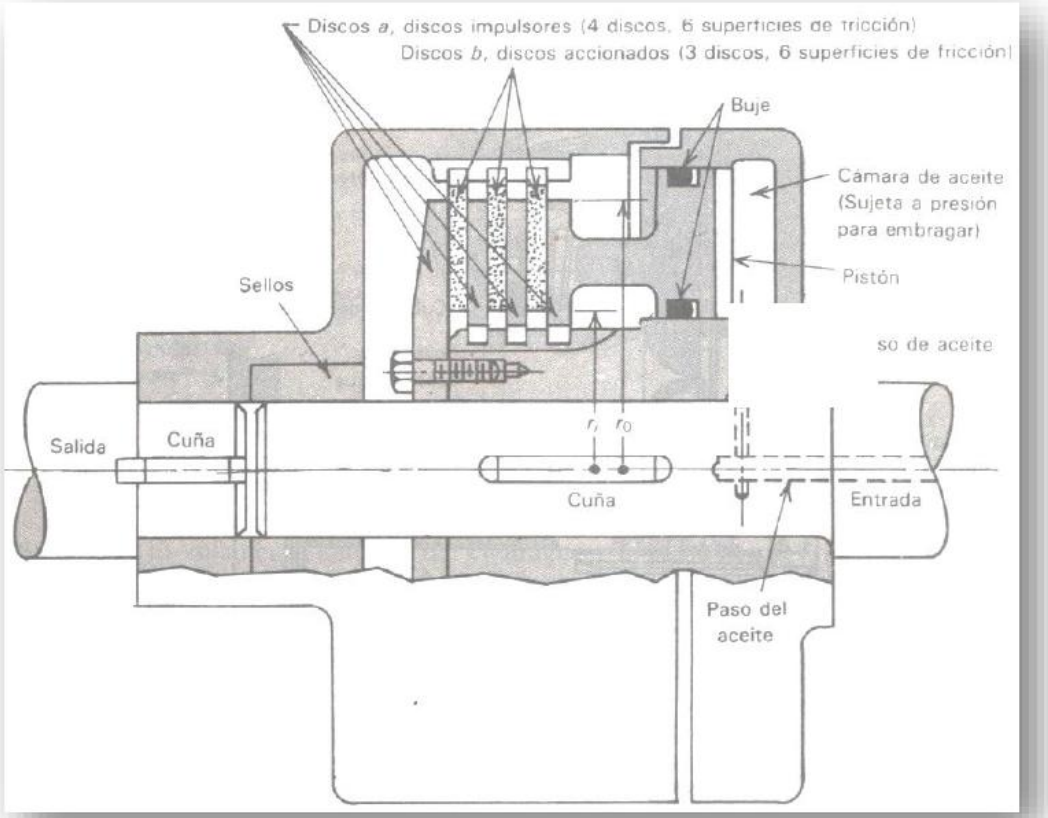
Embragues de fricción o conexión axial

Los elementos friccionantes se mueven en dirección paralela al eje de rotación.

No tienen efectos centrífugos.

Ocupan poco espacio y tienen mayor superficie de fricción.



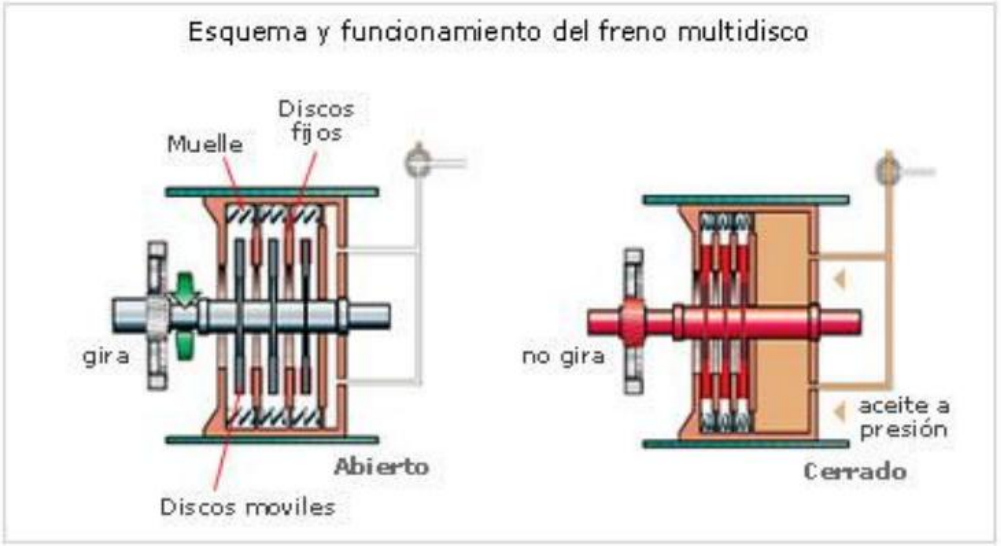


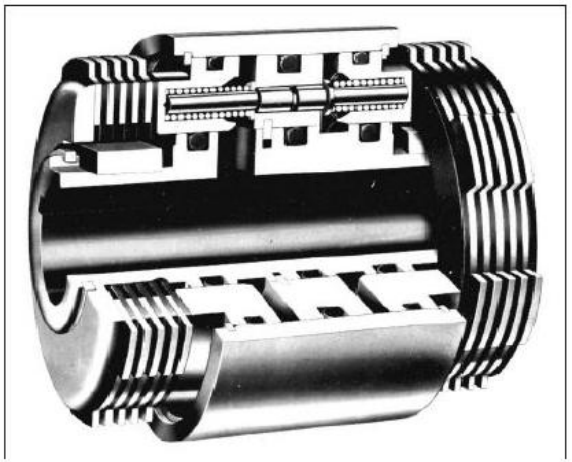
Embragues de fricción o conexión axial

Los elementos friccionantes se mueven en dirección paralela al eje de rotación.

No tienen efectos centrífugos.

Ocupan poco espacio y tienen mayor superficie de fricción.





https://www.youtube.com/watch?v=CADe8EJRa2E

Embragues de fricción o conexión axial

Se utilizan 2 métodos para según el tipo de construcción del embrague

A) Si el disco es rígido (desgaste uniforme):

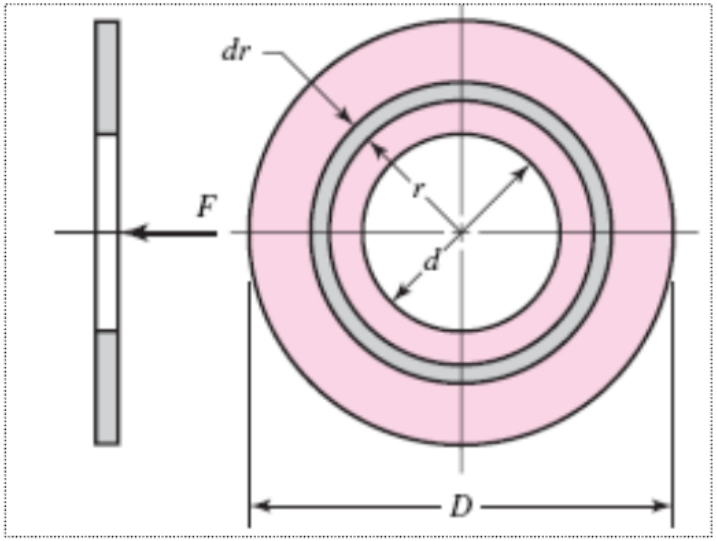
1.La mayor presión debe ocurrir en r=d/2

2. $$pr = p_a \frac{d}{2} \qquad p = p_a \frac{d}{2r}$$

3.

$$F = \frac{\pi p_a d}{2}(D - d)$$

$$T = \frac{\pi f p_a d}{8}(D^2 - d^2)$$

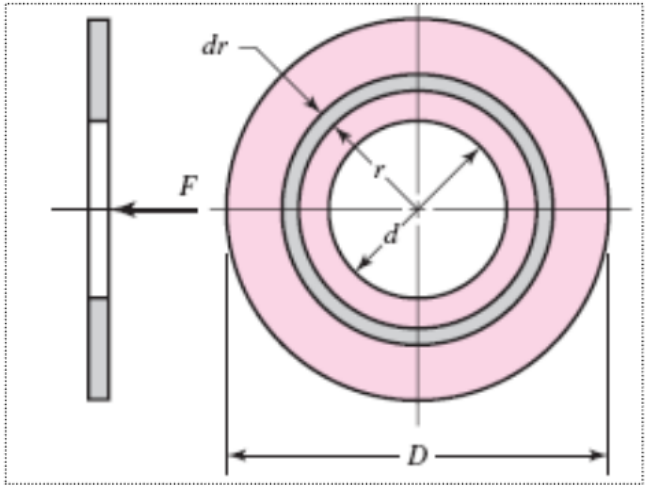


Embragues de fricción o conexión axial

B) Presión uniforme

1.Suponer presión uniforme en toda la superficie de fricción:

$$p = p_a$$



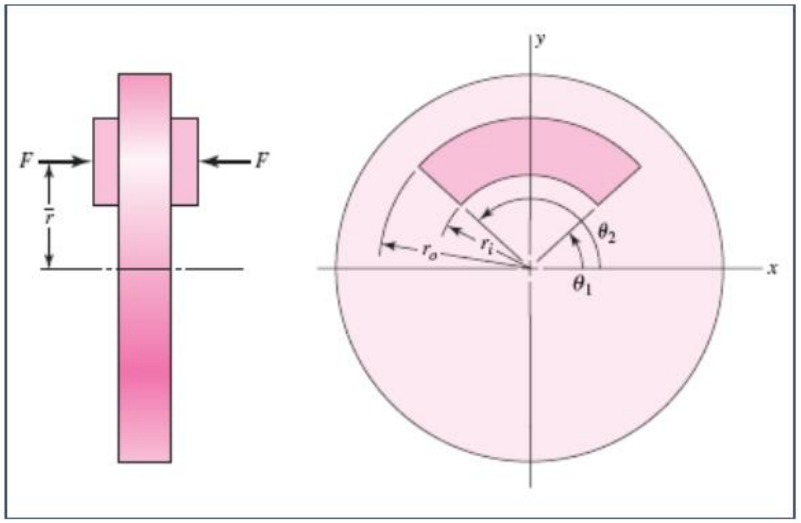
$$F = \frac{\pi p_a}{4}(D^2 - d^{2)}$$

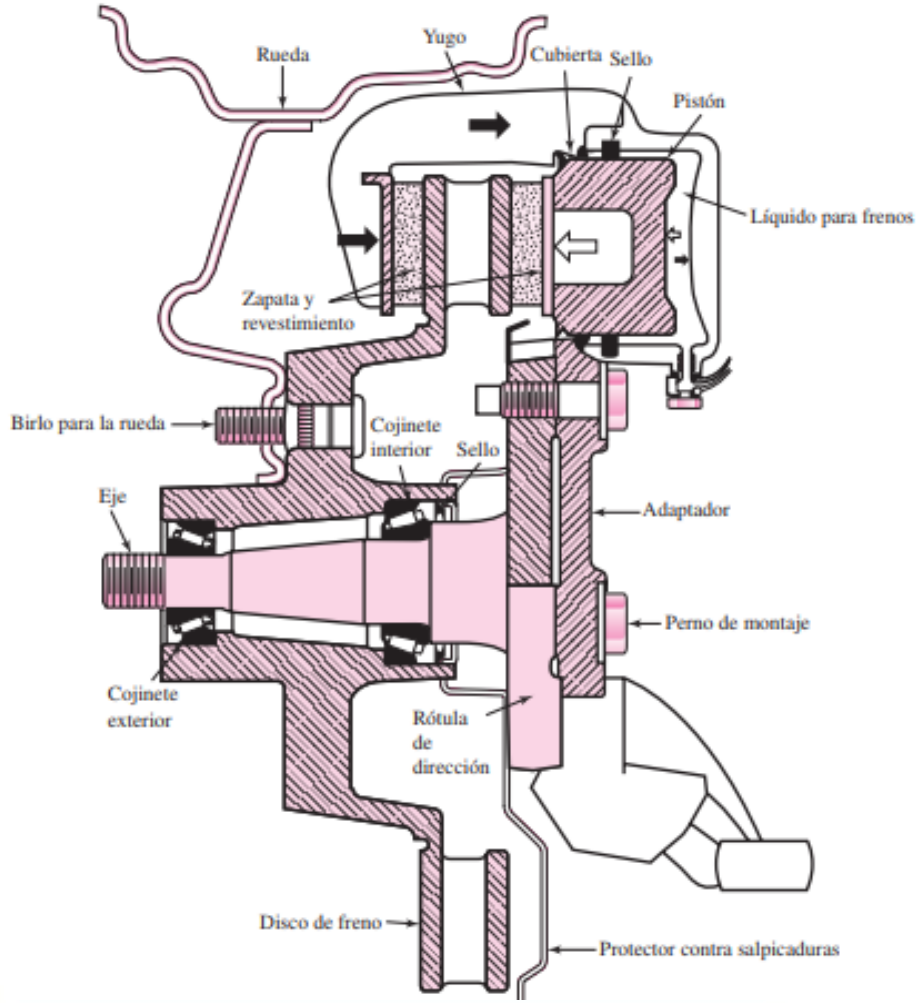
$$T = \frac{2\pi f p}{24}(D^3 - d^3)$$

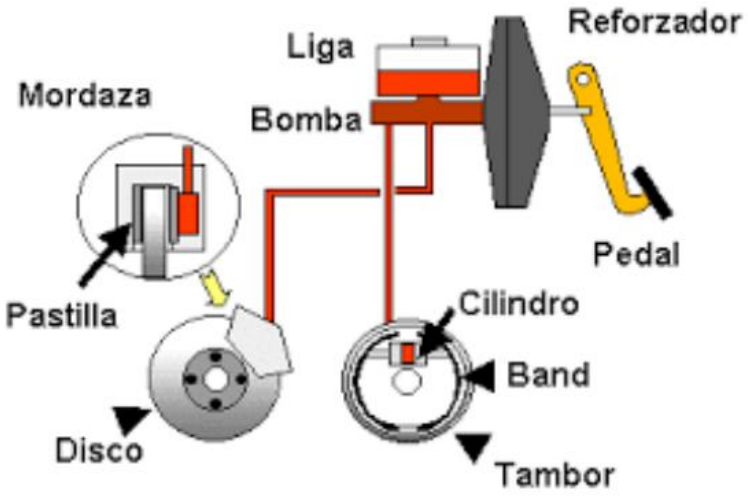
$$T = \frac{Ff}{3}\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}$$

Frenos de discos

Freno de yugo flotante.





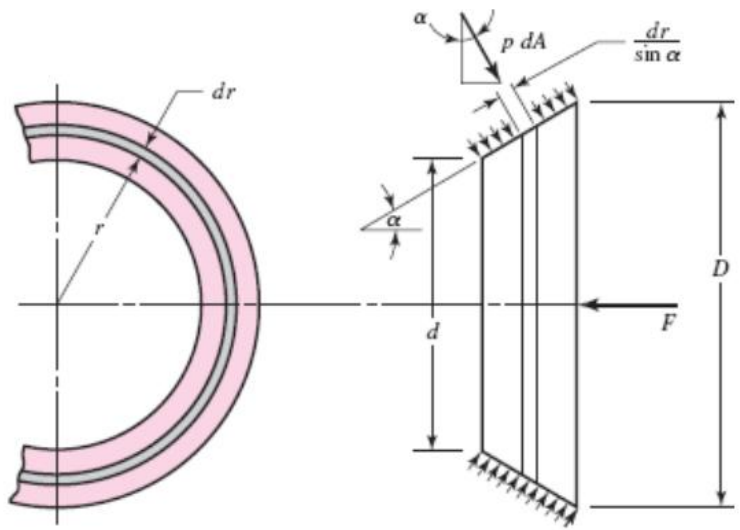


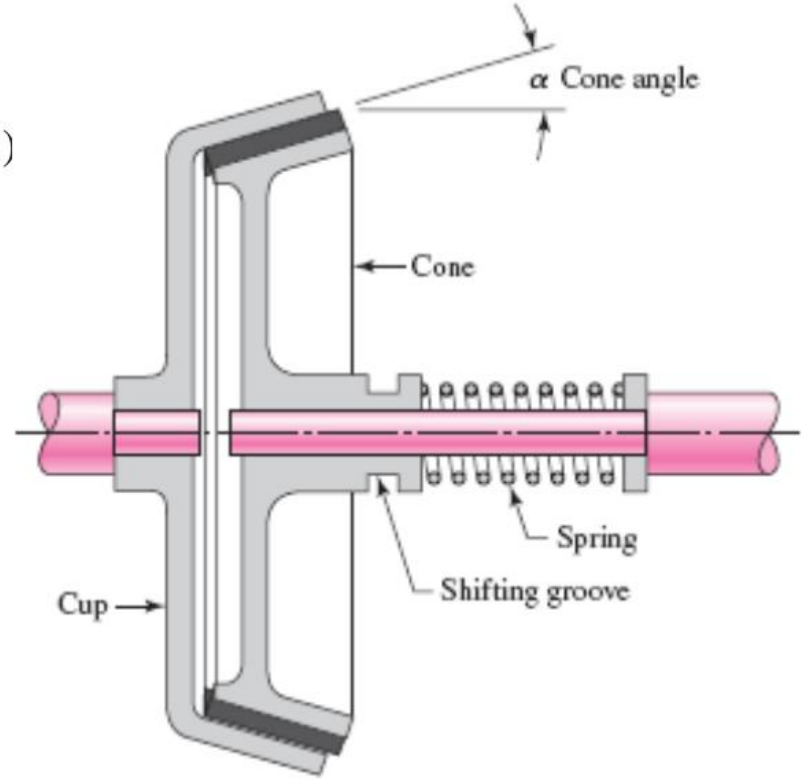
Embragues y frenos cónicos

A)Desgaste uniforme

$$pr = p_a \frac{d}{2} \qquad F = \frac{\pi p_a d}{2}(D-d)$$

$$T = \frac{\pi f p_a d}{8.sen\alpha}(D^2 - d^2)$$





Embragues y frenos cónicos

B) Presión uniforme

$$p = p_a$$

$$F = \frac{\pi p_a}{4}(D^2 - d^{2)}$$

$$T = \frac{\pi f p_a}{12 sen\alpha}(D^3 - d^3)$$

Materiales de fricción

Materiales de fricción para embragues

Material	Coeficiente de Fricción		Temperatura Máxima		Presión Máxima	
	Húmedo	Seco	°F	°C	psi	kPa
Fundición de hierro sobre fundición de hierro	0.05	0.15-0.20	600	320	150-250	1000-1750
Metal en polvo sobre fundición de hierro	0.05-0.1	0.1-0.4	1000	540	150	1000
Metal en polvo sobre acero duro	0.05-0.1	0.1-0.3	1000	540	300	2100
Madera sobre acero o fundición de hierro	0.16	0.2-0.35	300	150	60-90	400-620
Cuero sobre acero o fundición de hierro	0.12	0. 3-0.5	200	100	10-40	70-280
Corcho sobre acero o fundición de hierro	0.15-0.25	0.3-0.5	200	100	8-14	50-100
Fieltro sobre acero o fundición de hierro	0.18	0.22	280	140	5-10	35-70
Asbesto tejido sobre acero o fundición de hierro	0.1-0.2	0.3-0.6	350-500	175-260	50-100	350-700
Asbesto modelado sobre acero o fundición de hierro	0.08-0.12	0.2-0.5	500	260	50-150	350-1000
Asbesto impregnado sobre acero o fundición de hierro	0.12	0.32	500-750	260-240	150	1000
Grafito de carbono sobre acero	0.05-0.1	0.25	700-1000	370-540	300	2100

	Forro Tejido	Forro Moldeado	Bloque Rígido
Resistencia a la compresión, Kpsi	10-15	10-18	10-15
Resistencia a la compresión, MPa	70-100	70-125	70-100
Resistencia a la tensión, Kpsi	2.5-3	4-5	3-4
Resistencia a la tensión, MPa	17-21	27-35	21-27
Temperatura máxima, °F	400-500	500	750
Temperatura máxima, °C	200-260	260	400
Velocidad máxima, ft/min	7500	5000	7500
Velocidad máxima, m/s	38	25	38
Presión máxima, psi	50-100	100	150
Presión máxima, kPa	340-690	690	1000
Coeficiente de fricción, medio	0.45	0.47	0.40-0.45

