

VIII. Análisis estático de fuerzas

Objetivos:

1. Definir que es una fuerza y que es un momento.
2. Comprender las leyes de movimiento de Newton.
3. Conceptualizar una metodología para la creación de diagramas de cuerpo libre para un componente general de máquina.
4. Identificar a miembros de dos fuerzas.
5. Comprender como calcular la fuerza de fricción.

1. Introducción.

La función general de cualquier máquina es transmitir movimientos y fuerzas desde un actuador a los componentes que desempeñan la tarea deseada.

El presente capítulo trata el análisis de fuerzas en mecanismos sin aceleraciones o donde las aceleraciones pueden ser despreciadas. Es decir existe condición de equilibrio estático.

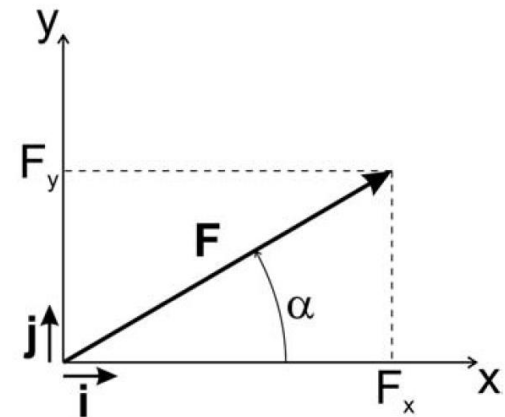
2. Fuerzas.

Una fuerza es una cantidad vectorial que representa una acción de empuje o de remolque sobre una pieza.

Las unidades típicas de fuerza son Newton (N) en el sistema internacional y libra fuerza (lbf) en el inglés.

En el caso planar, similar a la posición, velocidad, o aceleración, siendo un vector la fuerza \mathbf{F} puede ser representada como:

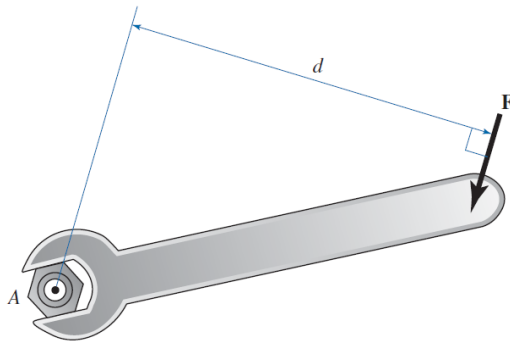
$$\mathbf{F} = [F_x, F_y] = |F|[\cos \alpha, \sin \alpha]^T = |F|(\cos \alpha \mathbf{i} + \sin \alpha \mathbf{j})$$



VIII. Análisis estático de fuerzas

3. Momentos y torques.

Un momento o un torque es una acción de giro producida por una fuerza.



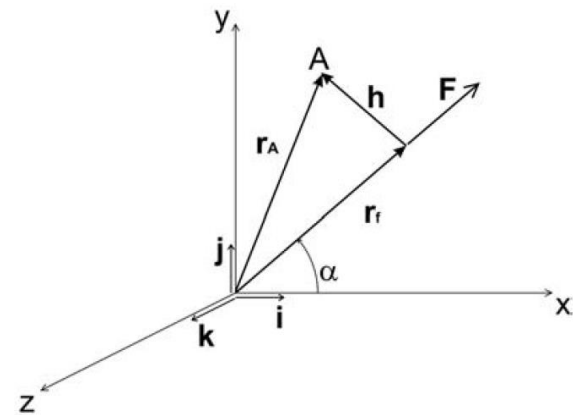
Los momentos o torques tienen unidades de Newtonmetro ($N \cdot m$) en el sistema internacional y de libra fuerza-pie en el inglés ($lbf \cdot ft$).

El momento de una fuerza no solo tiene magnitud sino también dirección. Dicha dirección es consistente con la acción de giro de la fuerza sobre el punto de referencia. Puede ser en sentido horario o anti horario.

La diferencia entre torque y momento es sutil. Un momento es cualquier acción de giro de una fuerza.

Un torque en tanto, es un tipo específico de momento. En aplicaciones de máquinas, es cualquier momento en donde el punto de referencia es el centro de un eje o el centro de una conexión pivotada.

En la siguiente imagen puede ver la representación de un momento \mathbf{M} producto de una fuerza \mathbf{F} con respecto al punto A:



$$\mathbf{M} = \mathbf{r}_A \times \mathbf{F}$$

Donde:

$$\mathbf{r}_A = (r_f \cos \alpha - h \sin \alpha)\mathbf{i} + (r_f \sin \alpha + h \cos \alpha)\mathbf{j}$$

VIII. Análisis estático de fuerzas

4. Leyes de movimiento de Newton.

Primera ley: *Cada objeto permanece en reposo o se mueve a velocidad constante, a menos que una fuerza no balanceada actúe sobre él.*

Segunda ley: Un cuerpo que tienen una fuerza no balanceada presenta

a. *Aceleración que es proporcional a la fuerza,*

b. *Aceleración que está en la dirección de la fuerza,*

c. *Aceleración que es inversamente proporcional a la masa del objeto.*

Tercera ley: *Para cada acción, hay una reacción que es igual y opuesta.*

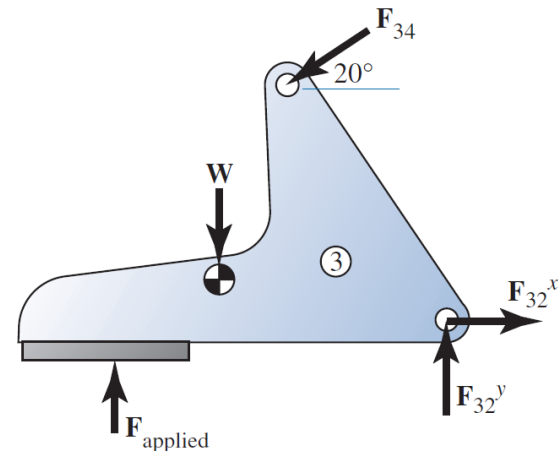
En el análisis estático se usa la primera y la tercera ley.

5. Diagramas de cuerpo libre.

Un diagrama de un eslabón con todas las fuerzas (internas y externas) a las cuales se ve sujeto se conoce como un diagrama de cuerpo libre.

Aquí se supone las fuerzas internas se originan en las juntas en vista de que restringen el movimiento relativo entre los eslabones conectados.

En el caso de juntas de revoluta tanto la dirección como la magnitud de las fuerzas internas es desconocida. En juntas prismáticas solo se desconoce la magnitud de las fuerzas restrictiva.



Se pueden seguir los siguientes pasos generales para efectuar los diagramas de cuerpo libre:

- Aislar el componente mecánico o eslabón que se desea estudiar.

VIII. Análisis estático de fuerzas

5. Diagramas de cuerpo libre.

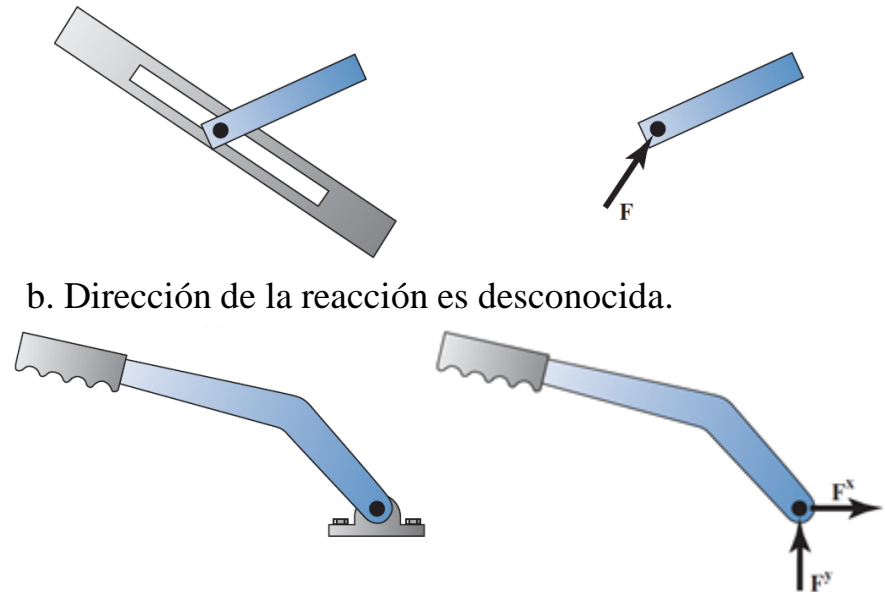
- Dibujar el componente como si flotara libremente en el espacio al remover todos los soportes y contactos físicos que tiene con los otros objetos.
- Reemplazar los soportes o contactos físicos con las fuerzas y/o momentos, que tienen el mismo efecto que los soportes.
- Dibujar cualquier fuerza externa que este siendo aplicada sobre el componente en el diagrama de cuerpo libre.

Caracterizando las fuerzas de contacto

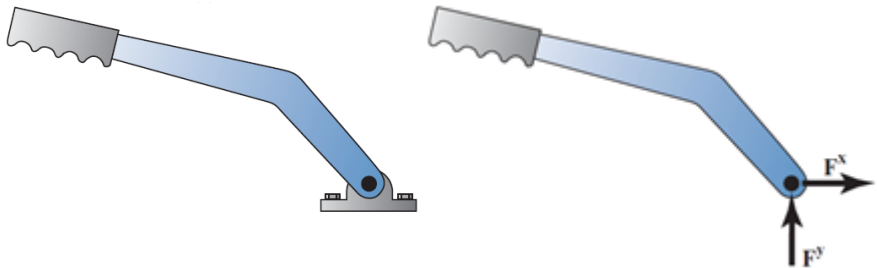
Como regla general, si la naturaleza del contacto previene el movimiento en una determinada dirección, debe haber alguna fuerza restrictiva en esa dirección.

Los tipos de reacciones pueden ser divididos en tres grupos correspondientes a los tipos de contacto físico:

a. Dirección de la reacción es conocida.



b. Dirección de la reacción es desconocida.



c. Reacción previene rotación.



VIII. Análisis estático de fuerzas

6. Equilibrio estático.

La primera ley de Newton es aplicable a todos los eslabones que están en reposo o que se mueven a velocidad constante. Aquí se deben satisfacer dos condiciones:

Condición I

$$\sum_{i=1}^n \mathbf{F}_i = 0$$

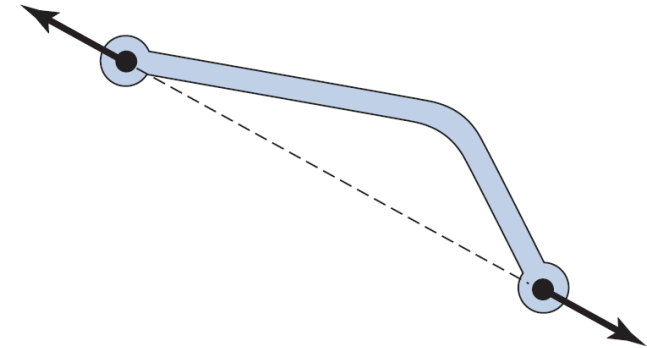
Condición II

$$\sum_{j=1}^m \mathbf{M}_{j,A} = 0$$

En las expresiones anteriores n es igual al número de fuerzas y m al número de momentos en torno a un punto arbitrario A.

7. Análisis de un miembro de dos fuerzas.

Un elemento de máquina sujeto únicamente a dos fuerzas se conoce como un miembro de dos fuerzas.



Aquí se sabe que para que exista equilibrio:

- Ambas fuerzas tienen la misma magnitud.
- Actúan a lo largo de la misma línea de acción.
- Presentan sentidos opuestos.

8. Fuerzas de fricción producto de contacto deslizante.

En el caso de juntas prismáticas, existe una fuerza normal a las superficies de contacto y una fuerza de fricción que se opone al movimiento.

Para un objeto estacionario, la fricción previene el movimiento hasta que se alcanza un valor máximo de fricción. Este valor es una función de un coeficiente de fricción μ .

VIII. Análisis estático de fuerzas

8. Fuerzas de fricción producto de contacto deslizante.

Este coeficiente es una propiedad que es determinada experimentalmente y que depende de los materiales y de las condiciones superficiales entre los eslabones en contacto.

La magnitud de la fuerza de fricción $|F_f|$ esta dada por:

$$|F_f| = \mu|N|$$

Donde $|N|$ es la magnitud de la fuerza normal a la superficie de contacto.

TABLE 13.1 Approximate Coefficients of Sliding Friction

		Dry	Lubricated
Hard steel	On hard steel	0.45	0.08
	On Babbitt	0.35	0.15
Mild steel	On mild steel	0.60	0.12
	On bronze	0.34	0.17
	On brass	0.44	—
	On copper lead	0.36	0.15
	On cast iron	0.23	0.13
Cast iron	On lead	0.95	0.30
	On aluminum	0.50	—
	On laminated plastic	0.35	0.05
	On Teflon	—	0.04
	On cast iron	0.15	0.07
Aluminum	On bronze	0.22	0.07
	On brass	0.30	—
	On copper	0.29	—
	On zinc	0.21	—
Aluminum	On aluminum	1.40	—