

I. Mecanismos básicos

Pedro Jorge De Los Santos

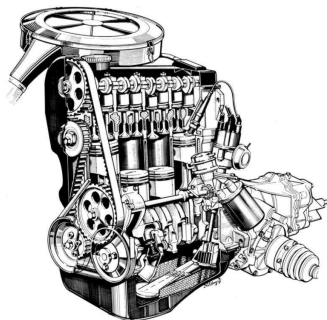
Universidad Politécnica de Guanajuato

17 de mayo de 2017

Introducción

Se puede definir el estudio de los mecanismos como la parte del diseño de máquinas que se interesa del diseño cinemático de los mecanismos de eslabones articulados, levas, engranes y trenes de engranes.

El **diseño cinemático** se ocupa de los requerimientos de movimiento, sin abordar los requerimientos de fuerza.



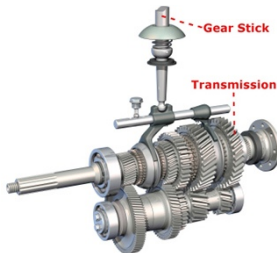
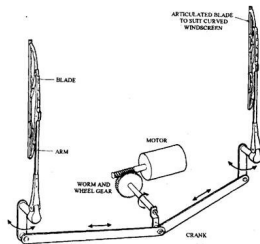
Mecanismos y máquinas: conceptos elementales

Mecanismo: es una combinación de cuerpos rígidos formados de tal manera y conectados de tal forma que se mueven uno sobre el otro con un movimiento relativo definido.

Máquina: es un mecanismo o conjunto de mecanismos que transmiten fuerza desde la fuente de energía hasta la resistencia que se debe vencer.



Algunos mecanismos representativos



Cinemática y cinética

Cinemática: Estudio del movimiento sin considerar las fuerzas.

Cinética: Estudio de las fuerzas sobre sistemas en movimiento.



De la cinemática

El objetivo fundamental de la cinemática es diseñar los movimientos deseados de las partes mecánicas y luego calcular matemáticamente las posiciones, velocidades y aceleraciones que los movimientos crearán en las partes.

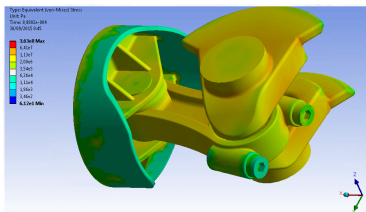
Es necesario que en primera instancia un diseño cumpla con los requerimientos cinemáticos, y entonces si es requerido (si las velocidades de trabajo o aceleraciones son relativamente altas) se debe proceder con el análisis dinámico.



Fuerzas dinámicas y esfuerzos

Dado que en la mayoría de las situaciones la masa será una magnitud invariable, las fuerzas dinámicas en función del tiempo pueden obtenerse directamente de la función de aceleración (una variación proporcional).

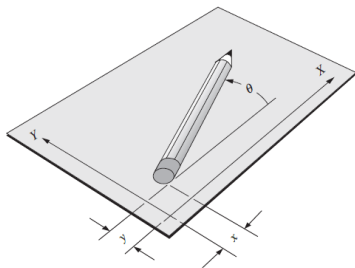
Los esfuerzos desarrollados en los componentes mecánicos serán una función tanto de las fuerzas aplicadas como inerciales (ma). De manera general, estos esfuerzos deben mantenerse dentro de un límite aceptable.



Grados de libertad (GDL) o movilidad

La **movilidad** de un sistema mecánico se puede clasificar de acuerdo con el número de **grados de libertad** (GDL) que posee. El GDL del sistema es igual al *número de parámetros independientes (o mediciones) que se requieren para definir de manera única su posición en el espacio en cualquier instante de tiempo.*

El GDL se define respecto a un marco de referencia seleccionado. ¿Cuántos parámetros definen completamente la posición del lápiz mostrado en el esquema?. ¿Y si el lápiz estuviera en el espacio tridimensional?



Tipos de movimiento

Un cuerpo rígido no restringido en el espacio tridimensional, en el caso general, tendrá **movimiento complejo**, el cual es una combinación simultánea de rotación y traslación. En el caso de sistemas cinemáticos planos se tienen los siguientes casos:

Tipos de movimiento

Un cuerpo rígido no restringido en el espacio tridimensional, en el caso general, tendrá **movimiento complejo**, el cual es una combinación simultánea de rotación y traslación. En el caso de sistemas cinemáticos planos se tienen los siguientes casos:

- ▶ **Rotación pura:** el cuerpo posee un punto (centro de rotación) que no tiene movimiento con respecto al marco de referencia *estacionario*. Todos los demás puntos del cuerpo describen arcos alrededor del centro.

Tipos de movimiento

Un cuerpo rígido no restringido en el espacio tridimensional, en el caso general, tendrá **movimiento complejo**, el cual es una combinación simultánea de rotación y traslación. En el caso de sistemas cinemáticos planos se tienen los siguientes casos:

- ▶ **Rotación pura:** el cuerpo posee un punto (centro de rotación) que no tiene movimiento con respecto al marco de referencia *estacionario*. Todos los demás puntos del cuerpo describen arcos alrededor del centro.
- ▶ **Traslación pura:** todos los puntos del cuerpo describen trayectorias paralelas (curvilíneas o rectilíneas).

Tipos de movimiento

Un cuerpo rígido no restringido en el espacio tridimensional, en el caso general, tendrá **movimiento complejo**, el cual es una combinación simultánea de rotación y traslación. En el caso de sistemas cinemáticos planos se tienen los siguientes casos:

- ▶ **Rotación pura:** el cuerpo posee un punto (centro de rotación) que no tiene movimiento con respecto al marco de referencia *estacionario*. Todos los demás puntos del cuerpo describen arcos alrededor del centro.
- ▶ **Traslación pura:** todos los puntos del cuerpo describen trayectorias paralelas (curvilíneas o rectilíneas).
- ▶ **Movimiento complejo:** una combinación simultánea de rotación y traslación. Los puntos en el cuerpo recorrerán trayectorias no paralelas, y habrá, en todo instante, un centro de rotación, el cual cambiará continuamente de ubicación.

Un **eslabón**, es un cuerpo rígido (supuesto) que posee por lo menos dos **nodos** que son puntos de unión con otros eslabones.

- ▶ Eslabón binario: el que tiene dos nodos.

Eslabones

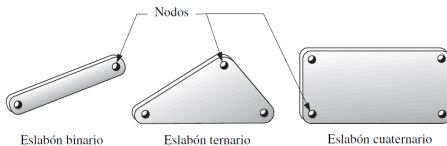
Un **eslabón**, es un cuerpo rígido (supuesto) que posee por lo menos dos **nodos** que son puntos de unión con otros eslabones.

- ▶ Eslabón binario: el que tiene dos nodos.
- ▶ Eslabón ternario: el que tiene tres nodos.

Eslabones

Un **eslabón**, es un cuerpo rígido (supuesto) que posee por lo menos dos **nodos** que son puntos de unión con otros eslabones.

- ▶ Eslabón binario: el que tiene dos nodos.
- ▶ Eslabón ternario: el que tiene tres nodos.
- ▶ Eslabón cuaternario: el que tiene cuatro nodos.



Juntas o pares cinemáticos

Una junta es una conexión entre dos o más eslabones (en sus nodos), la cual permite algún movimiento, o movimiento potencial, entre los eslabones conectados.

Las juntas se pueden clasificar de varias formas:

- ▶ Por el tipo de contacto entre los elementos, de línea, punto o superficie.

Juntas o pares cinemáticos

Una junta es una conexión entre dos o más eslabones (en sus nodos), la cual permite algún movimiento, o movimiento potencial, entre los eslabones conectados.

Las juntas se pueden clasificar de varias formas:

- ▶ Por el tipo de contacto entre los elementos, de línea, punto o superficie.
- ▶ Por el número de grados de libertad permitidos en la junta.

Juntas o pares cinemáticos

Una junta es una conexión entre dos o más eslabones (en sus nodos), la cual permite algún movimiento, o movimiento potencial, entre los eslabones conectados.

Las juntas se pueden clasificar de varias formas:

- ▶ Por el tipo de contacto entre los elementos, de línea, punto o superficie.
- ▶ Por el número de grados de libertad permitidos en la junta.
- ▶ Por el tipo de cierre físico: cerrado a la fuerza o por forma.

Juntas o pares cinemáticos

Una junta es una conexión entre dos o más eslabones (en sus nodos), la cual permite algún movimiento, o movimiento potencial, entre los eslabones conectados.

Las juntas se pueden clasificar de varias formas:

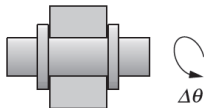
- ▶ Por el tipo de contacto entre los elementos, de línea, punto o superficie.
- ▶ Por el número de grados de libertad permitidos en la junta.
- ▶ Por el tipo de cierre físico: cerrado a la fuerza o por forma.
- ▶ Por el número de eslabones unidos (orden de la junta)

Juntas o pares cinemáticos

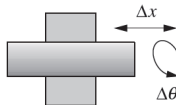
- ▶ **Par inferior:** Juntas con contacto superficial.
- ▶ **Par superior:** Juntas con contacto de punto o de línea.

| Nombre (Símbolo) | GDL | Formado por... |
|------------------|-----|----------------|
| Revoluta (R) | 1 | R |
| Prismático (P) | 1 | P |
| Helicoidal (H) | 1 | RP |
| Cilíndrica (C) | 2 | RP |
| Esférica (S) | 3 | RRR |
| Plana (F) | 3 | RPP |

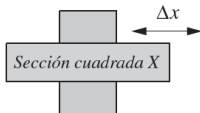
Juntas o pares cinemáticos



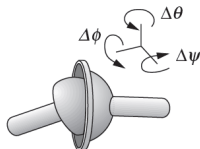
Junta revoluta (R) – 1 GDL



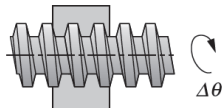
Junta cilíndrica (C) – 2 GDL



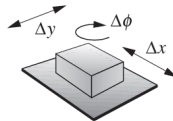
Junta prismática (P) – 1 GDL



Junta esférica (S) – 3 GDL



Junta helicoidal (H) – 1 GDL

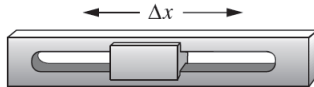


Junta plana (F) – 3 GDL

Juntas y semijuntas

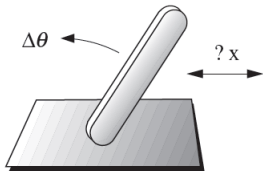


Junta de pasador completa rotatoria (R)
(con cierre de forma)

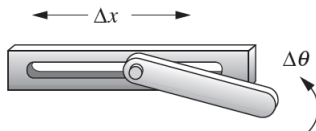


Junta de corredera completa en traslación (P)
(con cierre de forma)

b) Juntas completas – 1 GDL (pares inferiores)



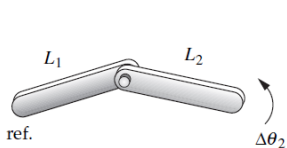
Eslabón apoyado contra un plano
(con cierre de fuerza)



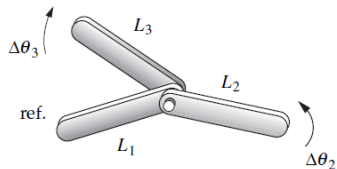
Pasador en una ranura
(con cierre de forma)

c) Juntas deslizantes y rodantes (semijuntas o RP) – 2 GDL (pares superiores)

Juntas

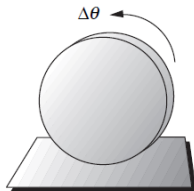


Junta de pasador de primer orden – un *GDL*
(dos eslabones unidos)



Junta de pasador de segundo orden – dos *GDL*
(tres eslabones unidos)

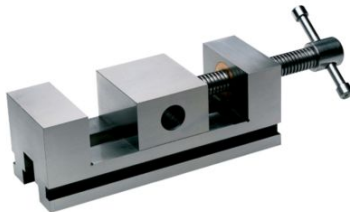
d) El orden de una junta es menor en uno que el número de eslabones unidos



Puede rodar, deslizarse, o rodar y deslizarse, según la fricción

e) Junta rodante pura plana (R), junta deslizante pura (P) o junta rodante y deslizante (RP) – 1 o 2 *GDL* (par superior)

Juntas o pares cinemáticos: ejemplos



Cadenas cinemáticas y mecanismos

Una **cadena cinemática** se define como un ensamble de eslabones y juntas interconectados de modo que produzcan un movimiento controlado en respuesta a un movimiento suministrado.

En este contexto, un **mecanismo** es una cadena cinemática en la cual por lo menos un eslabón se ha fijado o sujetado al marco de referencia (el cual por sí mismo puede estar en movimiento).

Algunas definiciones elementales

- ▶ **Bancada:** cualquier eslabón o eslabones que están fijos con respecto al marco de referencia.

Algunas definiciones elementales

- ▶ **Bancada:** cualquier eslabón o eslabones que están fijos con respecto al marco de referencia.
- ▶ **Manivela:** eslabón que realiza una revolución completa y está pivotado a la bancada.

Algunas definiciones elementales

- ▶ **Bancada:** cualquier eslabón o eslabones que están fijos con respecto al marco de referencia.
- ▶ **Manivela:** eslabón que realiza una revolución completa y está pivotado a la bancada.
- ▶ **Balancín:** eslabón que tiene una rotación oscilatoria y está pivotado a la bancada.

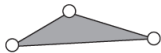
Algunas definiciones elementales

- ▶ **Bancada:** cualquier eslabón o eslabones que están fijos con respecto al marco de referencia.
- ▶ **Manivela:** eslabón que realiza una revolución completa y está pivotado a la bancada.
- ▶ **Balancín:** eslabón que tiene una rotación oscilatoria y está pivotado a la bancada.
- ▶ **Acoplador (biela):** eslabón que tiene movimiento complejo y no está pivotado a la bancada.

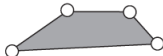
Diagramas cinemáticos



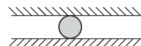
Eslabón binario



Eslabón ternario



Eslabón cuaternario



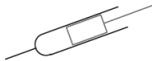
Media
junta fija



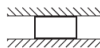
Junta
rotatoria
móvil



Junta
rotatoria
fija



Junta de
traslación
móvil

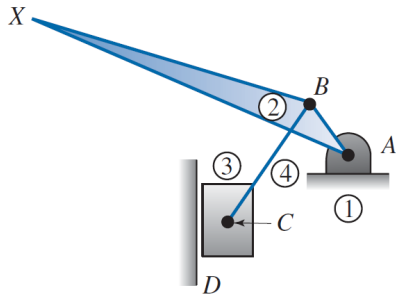
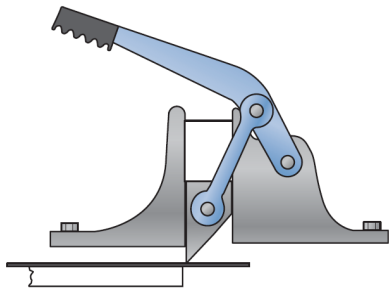


Junta de
traslación
fija

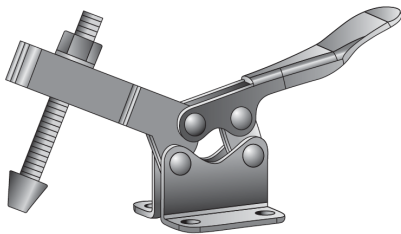


Media
junta móvil

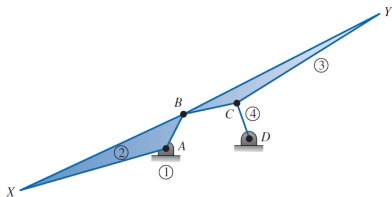
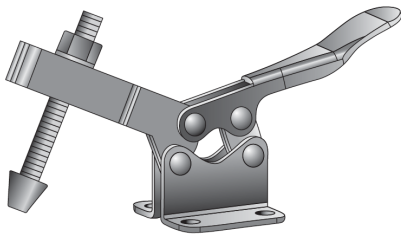
Diagramas cinemáticos: ejemplo



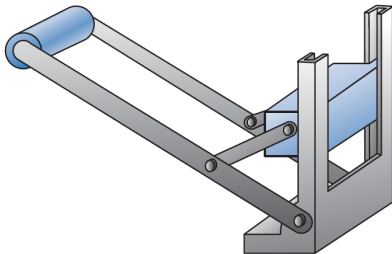
Diagramas cinemáticos: ejemplo



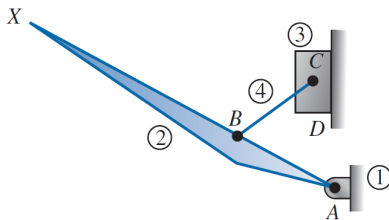
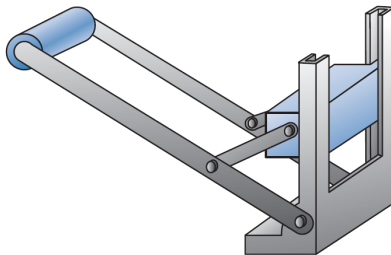
Diagramas cinemáticos: ejemplo



Diagramas cinemáticos: ejemplo

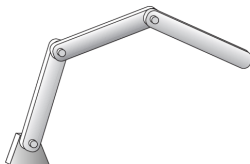


Diagramas cinemáticos: ejemplo

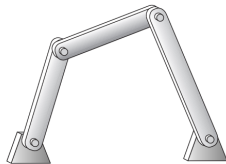


Determinación del GDL en mecanismos planos

Las cadenas cinemáticas o mecanismos pueden ser abiertos o cerrados. Un mecanismo cerrado no tendrá puntos de fijación abiertos o nodos, y puede tener uno o más grados de libertad. Un mecanismo abierto con más de un eslabón siempre tendrá más de un grado de libertad, por lo que requiere tantos actuadores (motores) como grados de libertad tenga.



a) Mecanismo de cadena abierta



b) Mecanismo de cadena cerrada

Ecuación de Gruebler-Kutzbach

Para calcular el GDL de un mecanismo se puede utilizar el criterio de Gruebler-Kutzbach, expresado por:

$$M = 3(L - 1) - 2J_1 - J_2$$

Donde:

- ▶ M , grados de libertad o movilidad
- ▶ L , número de eslabones
- ▶ J_1 , número de juntas de 1 GDL (completas)
- ▶ J_2 , número de juntas de 2 GDL (semi)

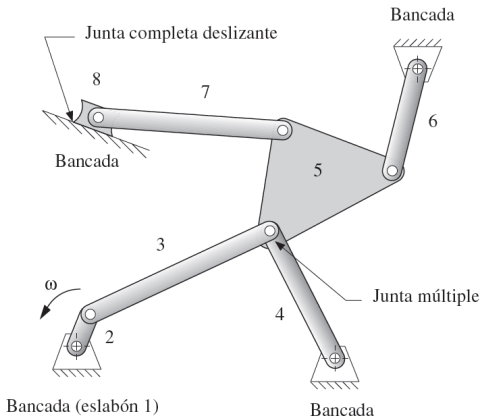
Determinación del GDL

Nota:

No hay juntas
rodantes y
deslizantes
(semijuntas)
en este
eslabonamiento

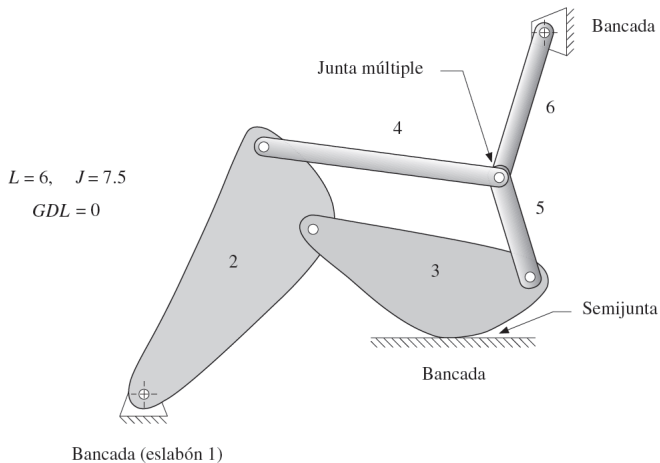
$$L = 8, \quad J = 10$$

$$GDL = 1$$



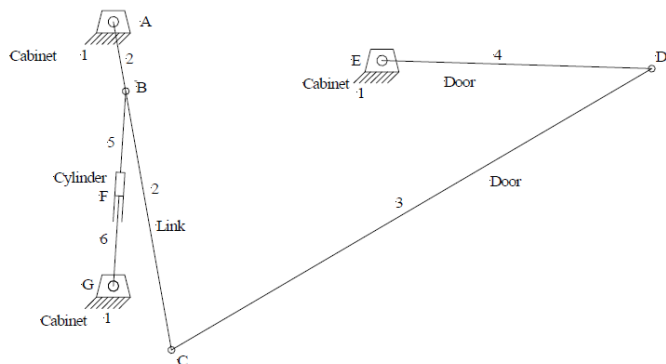
a) Eslabonamiento con juntas completas y múltiples

Determinación del GDL



b) Eslabonamiento con juntas completas, semi y múltiples

Determinación del GDL



$$L = 6, J_1 = 7, J_2 = 0$$

$$M = 3(6 - 1) - 2(7) = 1$$

Referencias

1. Mabie, H. H., Reinholtz, C. F. (2008). Mecanismos y dinamica de maquinaria. Mexico: Limusa.
2. Norton, R. L. (2009). Diseno de maquinaria: Sintesis y analisis de maquinas y mecanismos. Mexico D.F: McGraw-Hill.
3. Myszka, D. H. (2012). Machines and mechanisms: Applied kinematic analysis. Upper Saddle River, N.J: Pearson Prentice Hall.