



Universidad de Huelva
ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR
Departamento de Ingeniería Minera, Mecánica y
Energética

Asignatura: **Ingeniería de Máquinas** [570004027]
5º curso de Ingenieros Industriales

1º Tema.- Conceptos y definiciones en cinemática.

Huelva, Sep. 2008

Profesor: Rafael Sánchez Sánchez

ÍNDICE

1. Introducción.

- 1. Cinemática.**
- 2. Dinámica.**

2. Mecanismos y máquinas.

3. Conceptos fundamentales de cinemática.

- 1. Grado de libertad.**

4. Tipos de movimiento.

- 1. Rotación pura.**
- 2. Traslación pura.**
- 3. Movimiento complejo.**

5. Ciclo, periodo y fase del movimiento.

6. Eslabones, pares y cadenas cinemáticas.

- 1. Clasificación por el GDL.**
- 2. Clasificación por el tipo de superficies en contacto.**
- 3. Clasificación por el tipo de cierre cinemático.**
- 4. Clasificación por el orden del par cinemático.**

7. Determinación del grado de libertad.

- 1. Ecuación de Gruebler.**
- 2. Ecuación de Kutzbach.**

8. Análisis de los mecanismos.

9. Consideraciones prácticas.

1. Introducción.

- **Cinemática:** Estudio del movimiento sin considerar las fuerzas.
- **Dinámica:** Estudio de fuerzas en sistemas en movimiento.
- El fin principal de la cinemática es crear o diseñar los movimientos deseados de los elementos mecánicos que estemos considerando, para después calcular matemáticamente las posiciones, velocidades y aceleraciones que tales movimientos generarán sobre dichos elementos.

2. Mecanismos y máquinas.

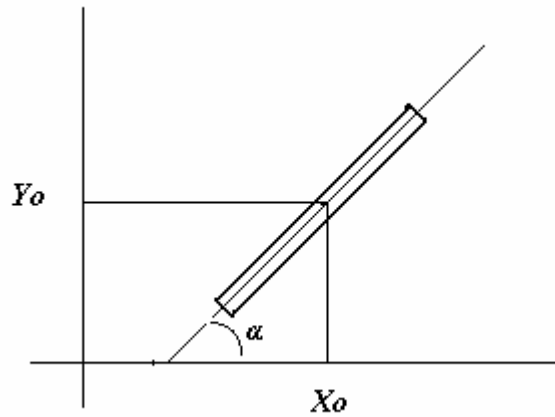
- **Mecanismo:** Sistema de elementos dispuestos para transmitir movimiento en un modo predeterminado.
- Por ejemplo: reloj analógico, silla plegable, mesa de playa, lámpara ajustable de escritorio, sombrilla, sacapuntas de manivela, obturador de cámara fotográfica, instrumentos musicales, etc.
- **Máquina:** Sistema de elementos dispuestos para transmitir fuerza desde la fuente de energía hasta la resistencia vencer según un modo predeterminado
- Por ejemplo: batidora, elevadores, grúas, manipulares, engranaje de transmisión de un automóvil, robot, etc.

3. Conceptos fundamentales de cinemática.

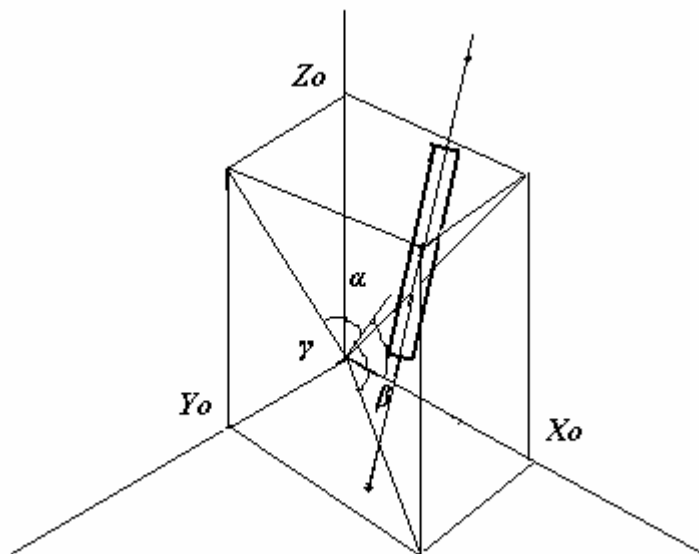
Grados de libertad: El número de grados de libertad (GDL) de un sistema es el número de parámetros independientes que se necesitan para definir unívocamente su posición en el espacio en

cualquier instante.

En el plano se requiere de tres parámetros (GDL): dos coordenadas lineales (x,y) y una coordenada angular (α).



En el espacio se requiere de seis GDL: tres distancias (x,y,z) y tres ángulos (α, β, γ).

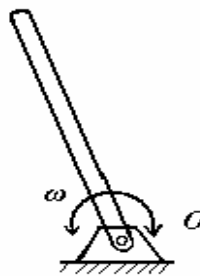


4. Tipos de movimiento.

Movimientos planos:

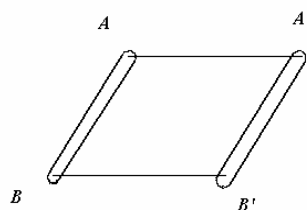
1. Rotación pura.

Decimos que un cuerpo tiene rotación pura, cuando éste 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 respecto a ese centro. Una línea de referencia marcada en el cuerpo a través de su centro cambia únicamente en orientación angular.



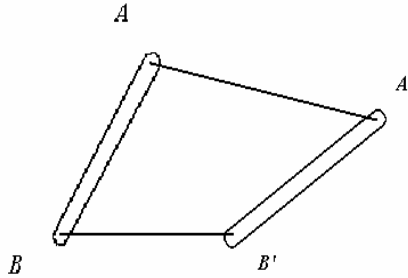
2. Traslación pura.

Decimos que un cuerpo tiene traslación pura, cuando en el movimiento de éste, todos sus puntos describen trayectorias paralelas (curvas o rectas). Una línea de referencia trazada en el cuerpo cambia su posición lineal pero no su orientación o posición angular.



3. Movimiento complejo.

Es una combinación simultánea de rotación y traslación.



Movimiento helicoidal: Cuando un cuerpo rígido se mueve de manera que cada punto tiene un movimiento de rotación alrededor de un eje fijo, y al mismo tiempo tiene una traslación paralela al eje.

Movimiento esférico: Cuando un cuerpo rígido se mueve de tal manera, que cada punto tiene un movimiento alrededor de un punto fijo, manteniendo fija la distancia al mismo.

Movimiento espacial: Si un cuerpo tiene movimiento de rotación alrededor de tres ejes no paralelos, y de traslación en tres direcciones independientes, decimos que estamos en presencia de un movimiento espacial.

5. Ciclo, periodo y fase del movimiento.

Cuando un mecanismo, en su movimiento ha pasado por todas las posiciones posibles que puede tomar éste después de su inicio, decimos que ha completado un **ciclo**.

El tiempo requerido para completar un ciclo, lo llamamos **periodo**.

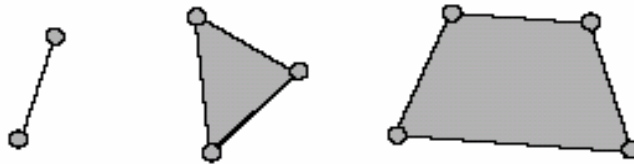
Mientras que las posiciones relativas simultáneas de un mecanismo, en un instante dado, durante un ciclo determinan una **fase**.

6. Eslabones, pares y cadenas cinemáticas.

Eslabón: Un eslabón es un cuerpo rígido que posee al menos dos **nodos**, siendo éstos los puntos de unión con otros eslabones. El número de nodos le da su nombre al eslabón:

Binario = dos nodos, Terciario = tres nodos, Cuaternario = cuatro nodos, etc.

Se representan con números.



Par cinemático: Llamamos par cinemático, a la conexión entre dos o más eslabones la cual permite algún movimiento o movimiento potencial entre los eslabones conectados, también se le denomina **junta**, y se representan con letras.

Los pares pueden clasificarse de varios modos :

- Por el número de grados de libertad (GDL)
- Por el tipo de contacto entre los elementos.
- Por el tipo de cierre del par cinemático.
- Por el número de eslabones conectados u orden del par cinemático.

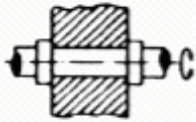

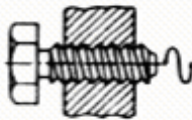

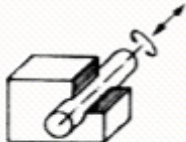







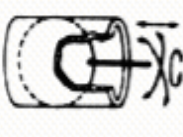





1. Clasificación por el número de GDL.

La movilidad de un mecanismo, viene definida por el **número de grados de libertad** que posee, es decir el número de parámetros independientes requeridos para especificar la posición de cada uno de los eslabones del mecanismo.

Así un par:

- Rotacional tiene 1 GDL
- Prismático o deslizante tiene 1 GDL

- A los pares con 2 GDL se les llama semijuntas.

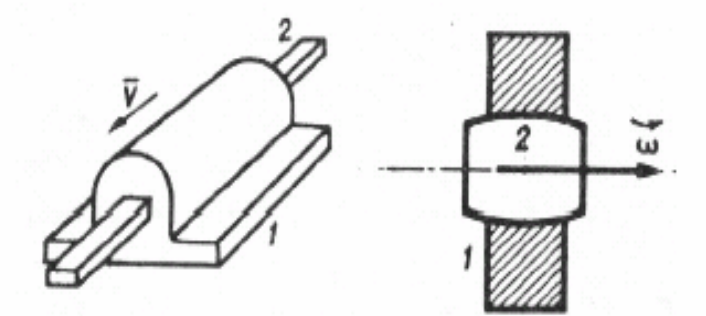
Grado de libertad	Esquemas, nombres y símbolos de pares cinemáticos			
I	 Par de revolución <i>R</i>	 Par prismático <i>P</i>	 Par helicoidal <i>H</i>	 Contact. pentapuntual
II	 Par cilíndrico <i>C</i>	 Par esférico ranurado	 Par de leva <i>L</i>	 Contact. tetrapuntual
III	 Par esférico <i>E</i>	 Par plano <i>Pl</i>	 P. cilíndrico ranurado	 Contact. tripuntual
IV	 Par esfera cilindro <i>Ec</i>	 Par plano cilindro <i>Pc</i>	 Contacto bipuntual	 Contacto bipuntual
V	 Par esfera plano <i>E</i> ,	 Par esfera <i>Ee</i>		

2. Clasificación por el tipo de superficies en contacto.

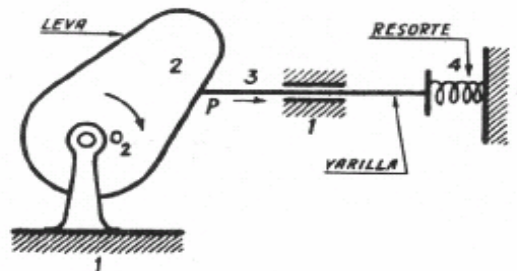
- Par cinemático inferior: contacto superficial.
- Par cinemático superior: contacto sobre una línea o un punto.

3. Clasificación por el tipo de cierre cinemático.

- De forma: su **forma** permite la unión o el cierre:



- De fuerza: requiere de una **fuerza** externa para mantenerse en contacto o cierre.



4. Clasificación por el orden del par cinemático.

El **orden del par cinemático**, se define: “como el número de eslabones conectados menos uno”.

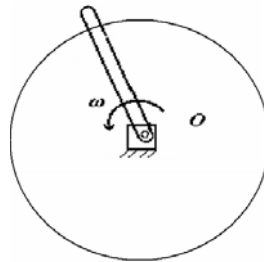
Cadena cinemática: Es un ensamble de eslabones y juntas interconectados de modo que proporcionen un movimiento de salida controlado en respuesta a un movimiento de entrada proporcionado.

Mecanismo: Es una cadena cinemática en la cual por lo menos un eslabón ha sido fijado o sujetado al marco de referencia (el cual puede estar en movimiento).

Máquina: Es una combinación de eslabones o cuerpos resistentes dispuestos para hacer que las fuerzas mecánicas de

la naturaleza realicen un trabajo, siguiendo unos movimientos determinados. Como consecuencia de lo anterior, también podríamos definirla, como un conjunto de mecanismos dispuestos para transmitir fuerzas y realizar trabajo.

Manivela: Eslabón que efectúa una vuelta completa o revolución, pivotado alrededor de un elemento fijo.



Balancín u oscilador: Es un eslabón que tiene rotación oscilatoria y está pivotado también alrededor de un elemento fijo.

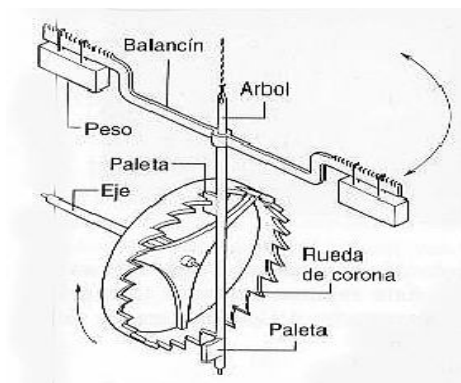
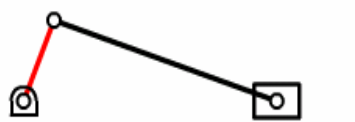


Fig.-Sistema de escape de un reloj

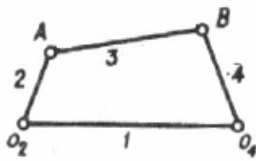
Biela o acoplador: Es un eslabón que tiene movimiento complejo y no está pivotado a un elemento fijo.



Elemento fijo: Son aquellos eslabones (o eslabón) que estén sujetos en el espacio, sin movimiento en relación con el marco de referencia, se representan con la letra O.

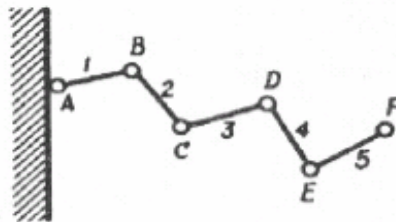
7. Determinación del grado de libertad.

Mecanismo cerrado: No tendrá nodos con apertura y puede tener uno o más grados de libertad.



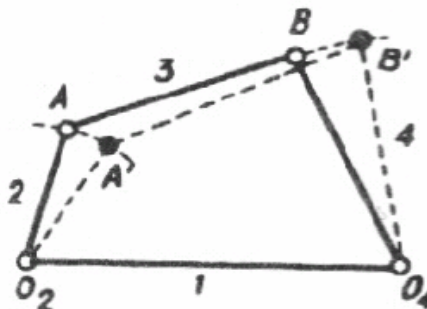
CUADRILÁTERO ARTICULADO [1 G. de L.]

Mecanismo abierto con más de un eslabón: Tendrá siempre más de un grado de libertad y por ello necesitará tantos actuadores (motores) como GDL tenga.

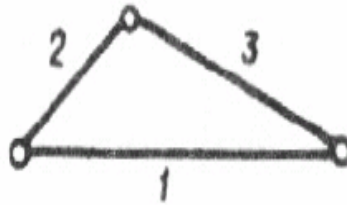


Los GDL de un ensamblaje de eslabones predicen por completo su carácter. Habiendo sólo tres posibilidades:

1) GDL positivo: Se tendrá un **mecanismo**, y los eslabones tendrán movimiento relativo.

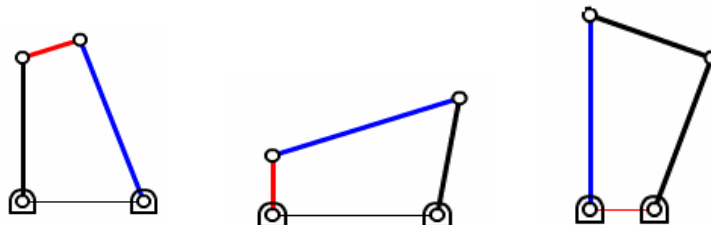


2) $GDL = 0$: Se tendrá una estructura, y ningún movimiento es posible.

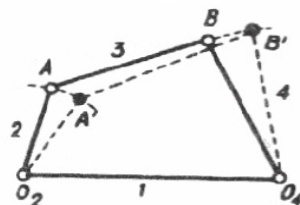


3) GDL negativo: Se tendrá una estructura precargada, igualmente ningún movimiento es posible, sin embargo algunos esfuerzos están presentes en el momento del ensamble.

Inversión de mecanismos: Consiste en fijar un eslabón diferente en la misma cadena cinemática.

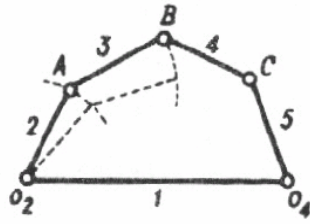


Un mecanismo se denomina desmodrómico, cuando el $GDL = 1$



Por ejemplo:

Un mecanismo se dice no desmodrómico, cuando el $GDL > 1$

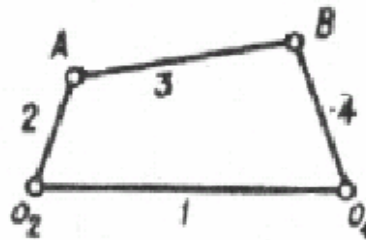


Por ejemplo:

La condición de Grashof: Para que al menos un eslabón de un mecanismo de 4 barras, sea capaz de realizar un giro completo, respecto al marco de referencia, es necesario que la suma de la longitud del eslabón más largo y la del más corto, sea menor que la suma de las longitudes de los otros dos eslabones.

La podemos expresar por:

$$1 + 2 \leq 3 + 4$$



Punto muerto: Aquellas posiciones de un mecanismo en las que existen dos eslabones alineados.

Ventaja mecánica: Es la relación entre el par de salida y el par motor. => Varía con la posición del mecanismo.

Diagramas cinemáticos: Es la representación gráfica, en un sistema de coordenadas de una variable cinemática en función de otra.

Los diagramas más comunes son:

- Diagrama de posiciones.
- Diagrama de velocidades.
- Diagrama de aceleraciones

1. Ecuación de Gruebler.

La ecuación de Gruebler, viene dada por la expresión:

$$\text{GDL} = 3N - 2J - 3G$$

Donde:

GDL: número de grados de libertad

N: número de eslabones

J: número de pares o juntas

G: número de eslabones fijos

Y la utilizaremos para predecir el número de grados de libertad de un mecanismo.

2. Ecuación de Kutzbach.

Si el mecanismo a estudiar, dispone de semijuntas, no podríamos utilizar la ecuación de Gruebler. Para solucionar el problema, en estos casos utilizaremos la ecuación de Kutzbach, que viene dada por la expresión:

$$\text{GDL} = 3(N - 1) - 2J_1 - J_2$$

Donde:

N: número de eslabones

J₁: número de pares o juntas completas

J₂: número de semijuntas

Que podríamos decir que es una generalización de la de Gruebler.

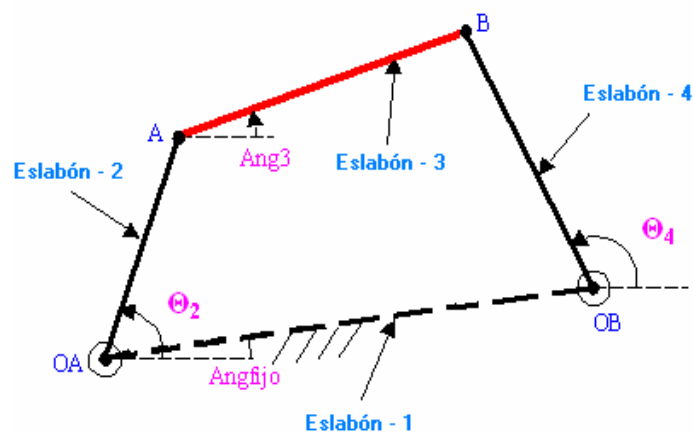
8. Análisis de los mecanismos.

- **Punto muerto:** Aquellas posiciones de un mecanismo en las que existen dos eslabones alineados.
- **Ventaja mecánica:** Es la relación entre el par de salida y el par motor. => Varía con la posición del mecanismo.
- **Diagramas cinemáticos:** Es la representación gráfica, en un sistema de coordenadas de una variable cinemática en función de otra.

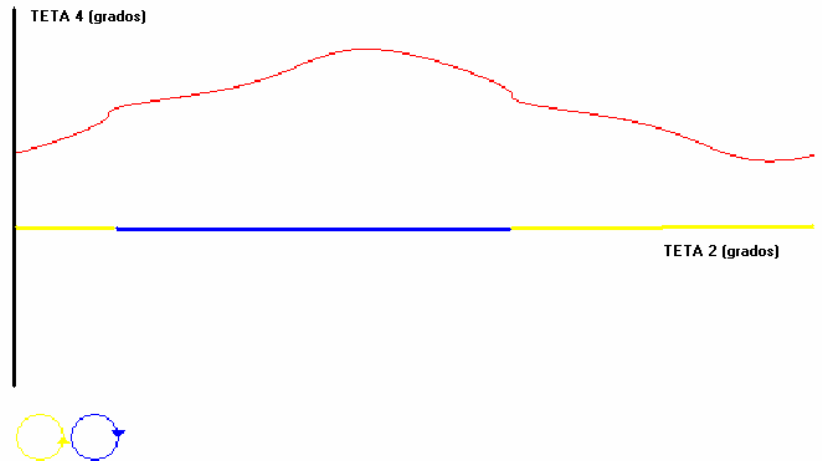
Los diagramas más comunes son:

- Diagrama de posiciones.
- Diagrama de velocidades.
- Diagrama de aceleraciones.

Fijémonos en el mecanismo de la siguiente figura:



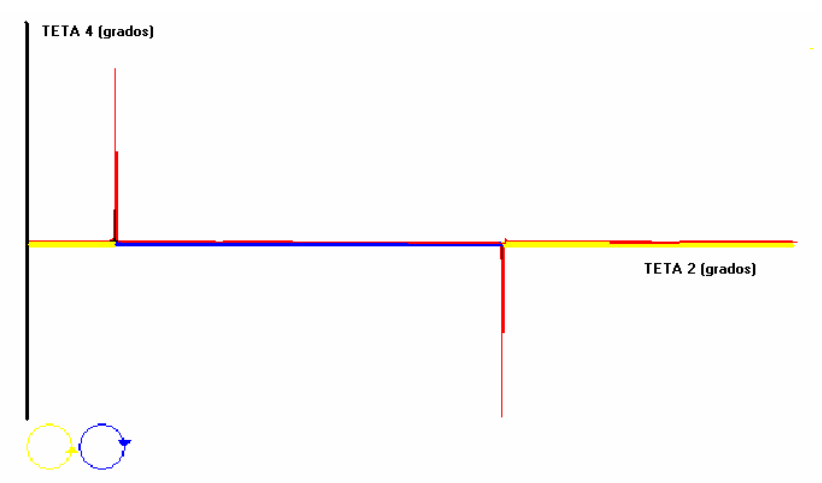
El diagrama de posiciones será:



El diagrama de velocidades será:



El diagrama de aceleraciones será:



9. Consideraciones prácticas.

Vamos a analizar en este apartado, una serie de consideraciones prácticas a tener en cuenta cuando elijamos pares o juntas, en el diseño de nuestro mecanismo:

- El par o **junta de pasador simple**: Su configuración es de perno a través de un hueco, este tipo de solución conduce a la captura de una película de lubricante entre las superficies de contacto cilíndricas. Ejemplo: mecanismo limpiaparabrisas.
- Las **juntas de corredera**: Estos elementos requieren una ranura o varilla rectas cuidadosamente mecanizadas. En ellas la lubricación es difícil de mantener ya que el lubricante no es capturado como consecuencia de su propia configuración y debe ser provisto de nuevo al correr la junta. Ejemplo: los pistones en los cilindros de un motor.
- **Las semijuntas**: Experimentan aún más agudamente los problemas de lubricación de la corredera debido a que por lo general tienen dos superficies curvadas de manera opuesta en contacto lineal, que tienden a expulsar la capa de lubricante en la unión. Ejemplo: las válvulas de un motor que se abren y cierran por juntas de leva-seguidor.