

---

# Introducción a los mecanismos

Jaime Andrés Castañeda

# Contenido

---

## *1. Introducción a los mecanismos*

1. Visión Histórica
2. Definiciones básicas y terminología más importante
3. Clasificación de los mecanismos
4. Ubicación de los mecanismos en el proceso de diseño
5. Derivación gráfica. Diagramas cinemáticos
6. Obtención de diagramas cinemáticos por derivación gráfica

# Visión Histórica



- ✓ Los antiguos egipcios idearon **máquinas primitivas** para la construcción de las pirámides y otros monumentos. No conocían la rueda y la polea (en un eje), utilizaron la palanca, el plano inclinado (o cuña) y probablemente un rodador de troncos.
- ✓ Se dice que **la rueda y el eje** realizaron su primera aparición en Mesopotamia alrededor de 3000 a 4000 a.C.
- ✓ Siempre desde los primeros tiempos se dedicó gran esfuerzo para resolver el problema de la medida o cómputo del **tiempo**, lo que dio como resultado **relojes más complejos**.
- ✓ El **diseño** primitivo de máquinas se realizó en **aplicaciones militares** (catapultas, aparatos para escalar muros, etc.). Más adelante fue acuñado el término ingeniería civil para diferenciar las aplicaciones civiles de las militares.
- ✓ La **ingeniería mecánica** tuvo sus principios en el **diseño de máquinas**, a medida que las invenciones de la **Revolución Industrial** requerían soluciones más complicadas en problemas de control de movimiento.

# Visión Histórica

---

- ✓ James Watt (1736-1819) probablemente merece el título de primer *cinemático* por su síntesis de un *eslabonamiento de línea recta* para guiar los pistones de carrera muy larga en las máquinas de vapor. Watt, fue el *primero en reconocer* el valor de los movimientos del eslabón acoplador en el *eslabonamiento de cuatro barras*.
- ✓ Euler (1707-1783), fue contemporáneo de Watt, sugirió la separación del problema de análisis dinámico en “geométrico” y “mecánico” para simplificar la determinación de la dinámica del sistema, el origen de la Cinemática y la Cinética.
- ✓ Dos contemporáneos de Euler, *d'Alembert y Kant*, también propusieron ideas similares en cuanto al origen de la Cinemática y la Cinética.
- ✓ Gaspard Monge (1746-1818), inventor de la geometría descriptiva (la cual fue mantenida como secreto militar por el gobierno francés durante 30 años por su valor en la planificación de fortificaciones). Monge creó un curso de elementos de máquinas y emprendió la tarea de clasificar ¡todos los mecanismos y máquinas conocidos por la humanidad!

# Definiciones Básicas y Terminología

---

Cinemática

Grados de libertad (gdl) o movilidad

Tipos de movimiento

Eslabones, juntas y cadenas cinemáticas

Dibujo de diagramas cinemáticos

Determinación del grado de libertad o movilida

Grado de libertad (movilidad) en mecanismos planos

Grado de libertad (movilidad) en mecanismos espaciales

Mecanismos y estructuras

Síntesis de número

Paradojas

Isómeros

Transformación de eslabonamientos

Movimiento intermitente

Inversión

# Aplicaciones de la Cinemática

---

- ✓ En un problema de diseño de máquinas **primero** se determina la **configuración cinemática** de los movimientos deseados.
- ✓ Un **análisis de fuerzas y esfuerzos** no se puede realizar hasta que los problemas **cinemáticos** hayan sido **resueltos**.
- ✓ Dispositivos cinemáticos: Eslabonamientos, Levas y engranes.
- ✓ Cualquier máquina o dispositivo que se mueve contiene uno o más elementos cinemáticos, tales como eslabonamientos, levas, engranes, bandas, cadenas.
- ✓ Transmisión de cadena para generar par de torsión
- ✓ Eslabonamientos operados por cables simples para el frenado.
- ✓ Un sistema de dirección, la suspensión de las llantas y el motor de pistones contienen eslabonamientos.
- ✓ Las válvulas del motor son abiertas por levas.
- ✓ La transmisión tiene muchos engranes.
- ✓ Los limpiaparabrisas son operados por eslabonamientos.
- ✓ El sistema de Amortiguación.

# Aplicaciones de la Cinemática

---



**Diferencial del Automóvil**



**Arbol de Levas – Control de  
Válvulas Motor Automóvil**



**Dirección y Suspensión  
Automóvil**

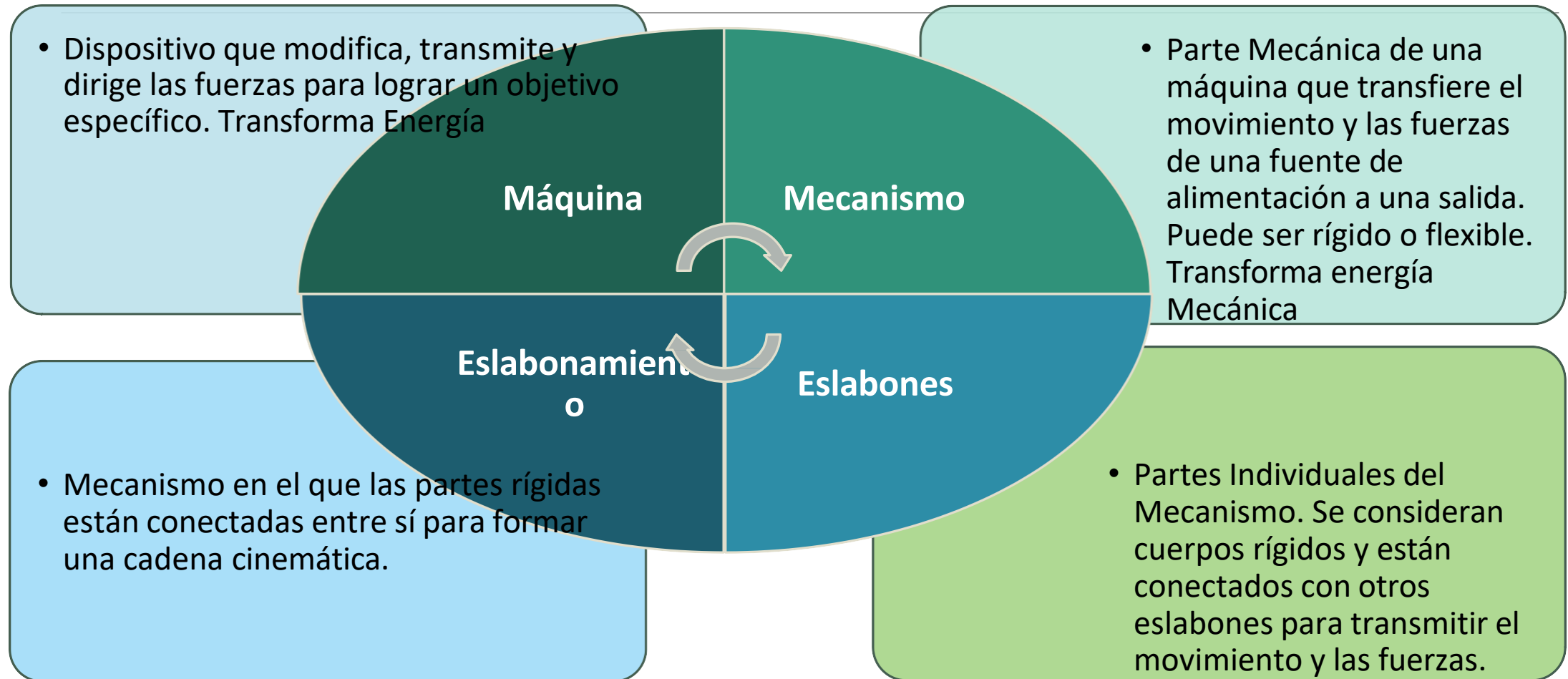
# Aplicaciones de la Cinemática



FIGURA 1.3  
Máquina de guía elíptica para  
ejercicio de entrenamiento.



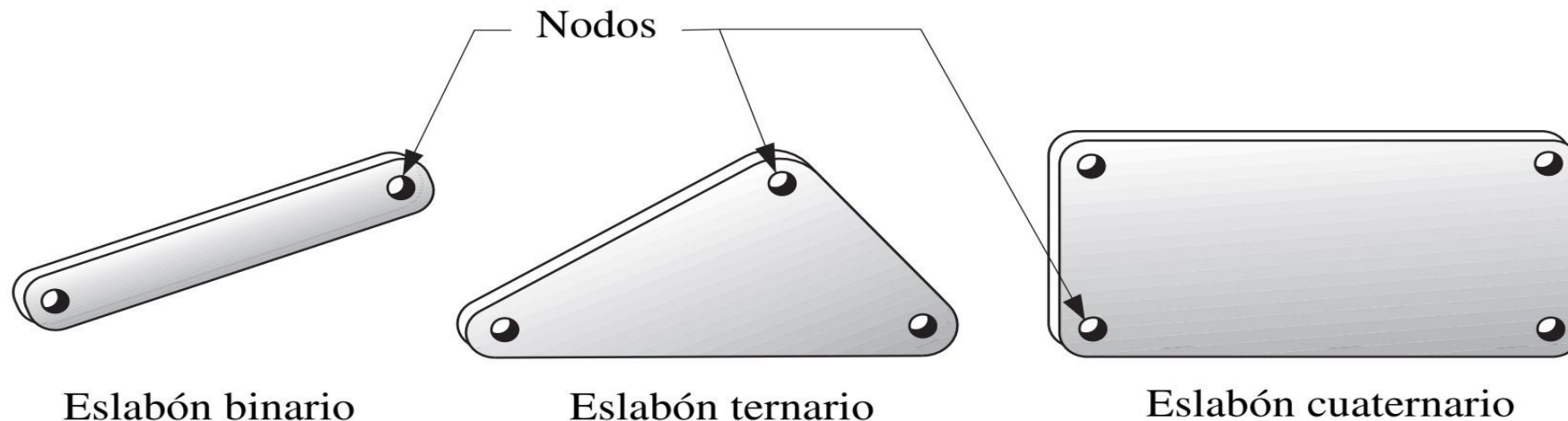
# Definiciones Básicas



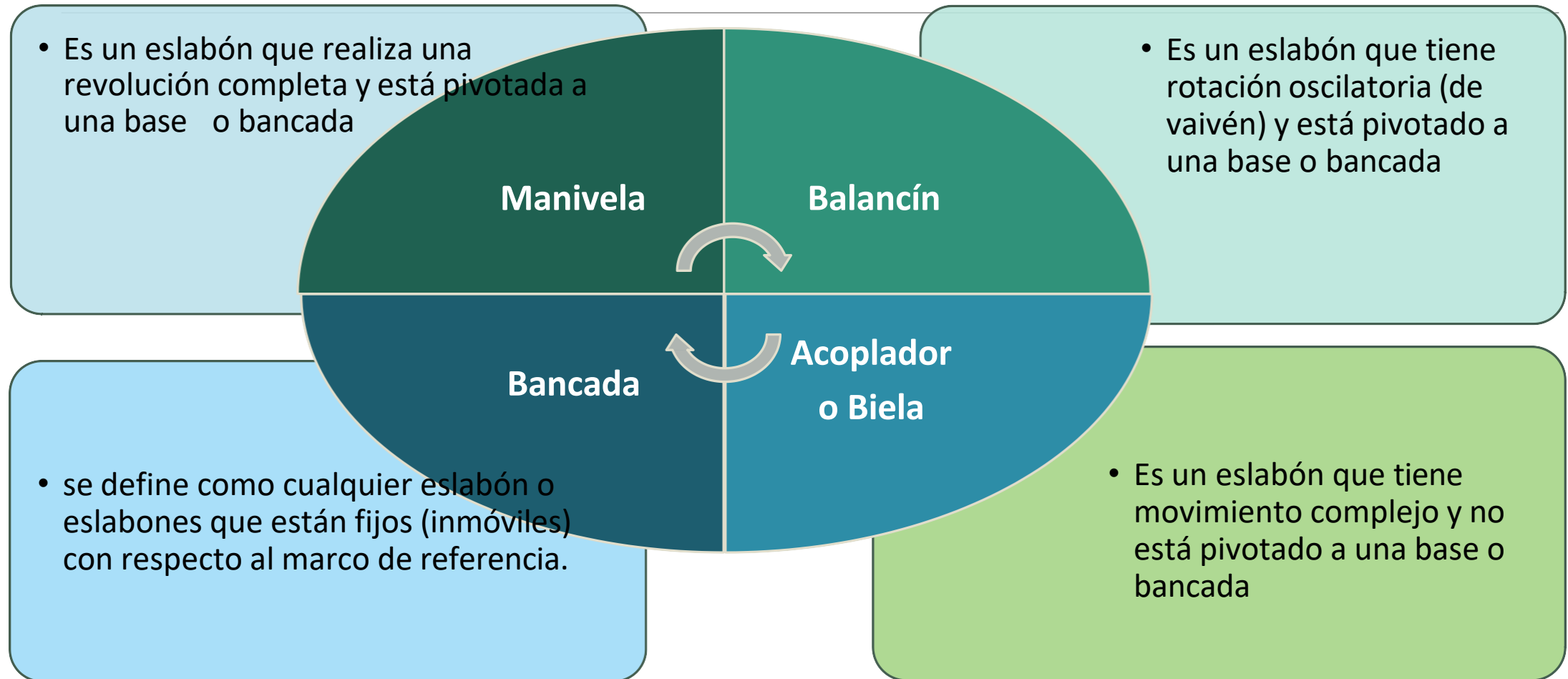
# Eslabones

Un eslabón, es un cuerpo rígido que posee por lo menos dos nodos que son puntos de unión con otros eslabones. Se clasifican en:

- ✓ ***Eslabón binario*** el que tiene dos nodos.
- ✓ ***Eslabón ternario*** el que tiene tres nodos.
- ✓ ***Eslabón cuaternario*** el que tiene cuatro nodos.



# Definiciones Básicas



# Definiciones Básicas

## Junta

- Conexión Movil entre eslabones que permite su movimiento relativo. Las dos juntas primarias, también llamadas juntas completas, son las de revoluta y las deslizantes

## Cadenas Cinemáticas

- Pueden ser abiertas y cerradas; cada eslabón de una cadena cinemática cerrada está concetado a dos o más eslabones. Una cadena cinemática abierta tendrá al menos un enlace que está conectado a un solo eslabón.

## Mecanismos Planos

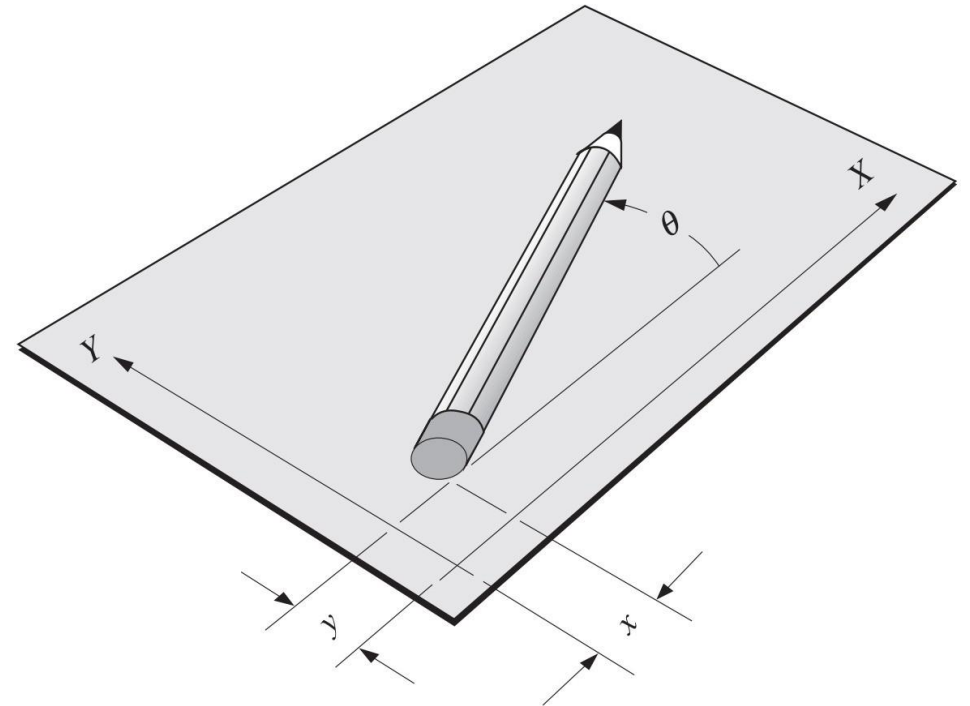
- Mecanismo que siguen un movimiento plano, es decir se movimiento está limitado al espacio bidimensional.

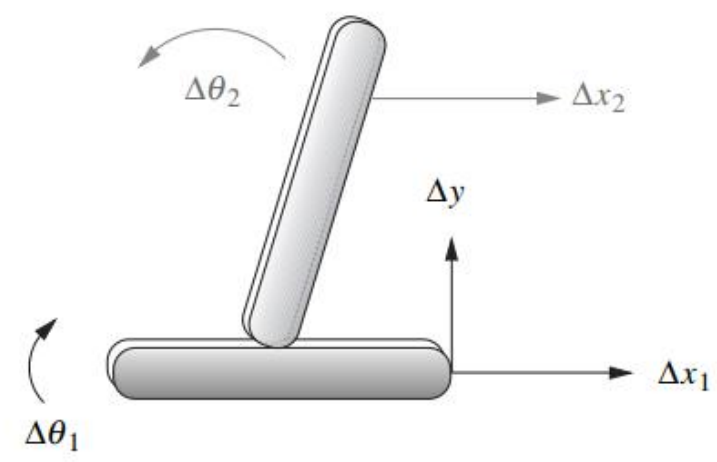
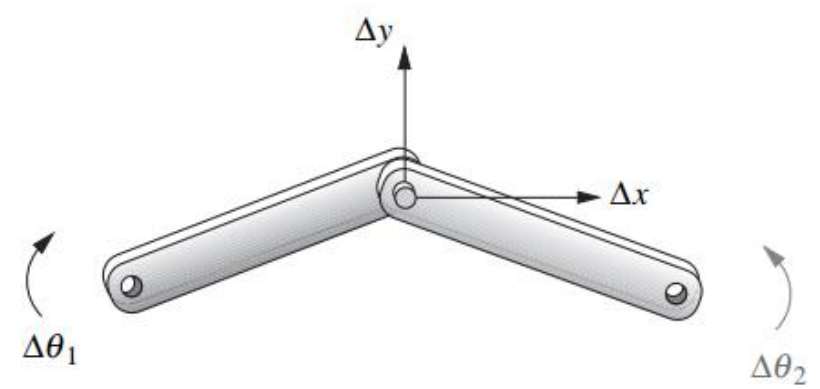
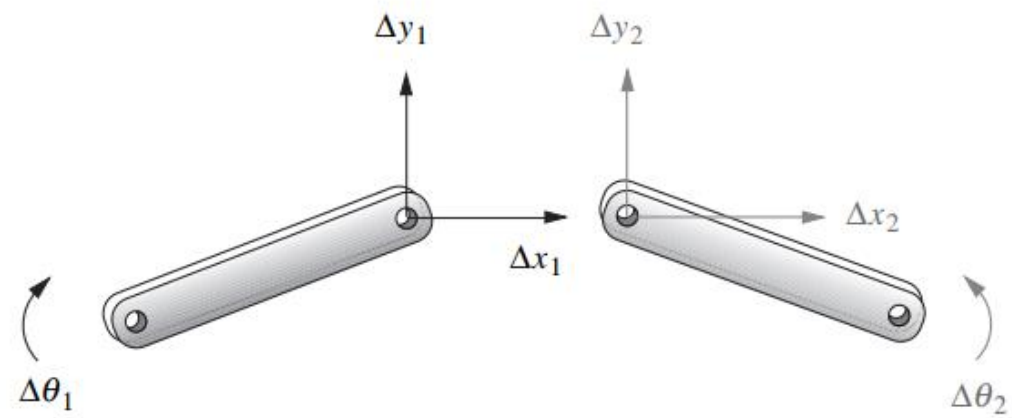
# Grados de Libertad (GDL) o Movilidad

La movilidad de un sistema mecánico (M) 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 (mediciones) independientes que se requieren para definir de manera única su posición en el espacio en cualquier instante de tiempo.

El GDL se define con respecto a un marco de referencia seleccionado.





# Tipos de Movimiento

---

## **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. Una línea de referencia trazada en el cuerpo a través del centro cambia sólo su orientación angular.*

## **Traslación pura**

*Todos los puntos del cuerpo describen trayectorias paralelas (curvilíneas o rectilíneas). Una línea de referencia trazada en el cuerpo cambia su posición lineal pero no su orientación angular.*

## **Movimiento complejo**

*Una combinación simultánea de rotación y traslación. Cualquier línea de referencia trazada en el cuerpo cambiará tanto su posición lineal como su orientación angular. Los puntos en el cuerpo recorrerán trayectorias no paralelas, y habrá, en todo instante, un centro de rotación, el cual cambiará continuamente de ubicación.*

# 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 maneras:

- 1. Por el tipo de contacto entre elementos, de línea, de punto o de superficie.*
- 2. Por el número de grados de libertad permitidos en la junta.*
- 3. Por el tipo de cierre físico de la junta: cerrada por fuerza o por forma.*
- 4. Por el número de eslabones unidos (orden de la junta).*

## Par Inferior

- Juntas con contacto superficial, por ejemplo un pasador rodeado por un orificio.

## Par Superior

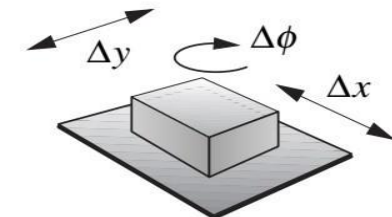
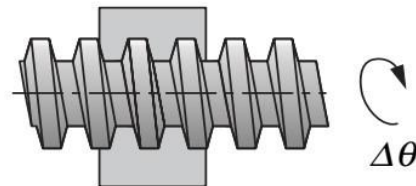
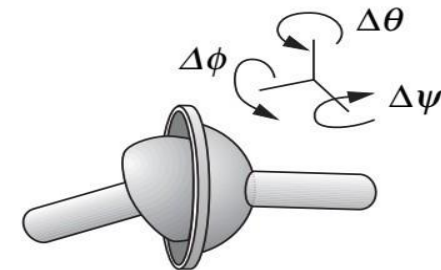
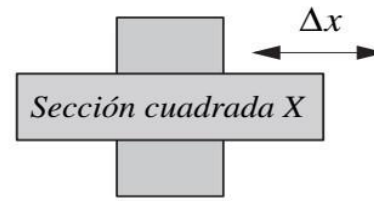
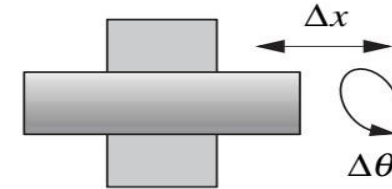
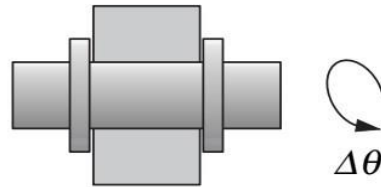
- juntas con contacto de punto o de línea.

# Juntas o Pares Cinemáticos

## Los seis pares inferiores

| Nombre<br>(símbolo) | <i>GDL</i> | Con-<br>tiene |
|---------------------|------------|---------------|
| Revoluta<br>(R)     | 1          | R             |
| Prismático<br>(P)   | 1          | P             |
| Helicoidal<br>(H)   | 1          | RP            |
| Cilíndrica<br>(C)   | 2          | RP            |
| Esférica<br>(S)     | 3          | RRR           |
| Plana<br>(F)        | 3          | RPP           |

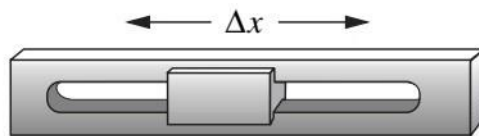
a) Los seis pares inferiores



# Juntas o Pares Cinemáticos

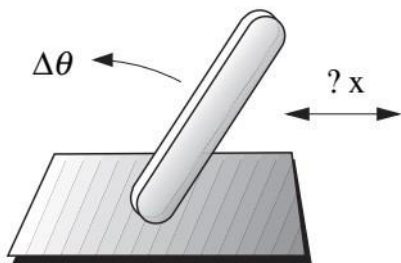


Junta de pasador completa rotatoria (R)  
(con cierre de forma)



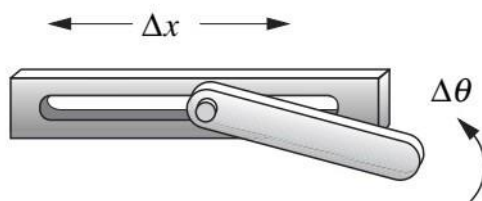
Junta de corredera completa en traslación (P)  
(con cierre de forma)

b) Juntas completas – 1 *GDL* (pares inferiores)

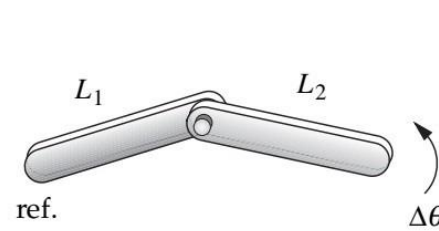


Eslabón apoyado contra un plano  
(con cierre de fuerza)

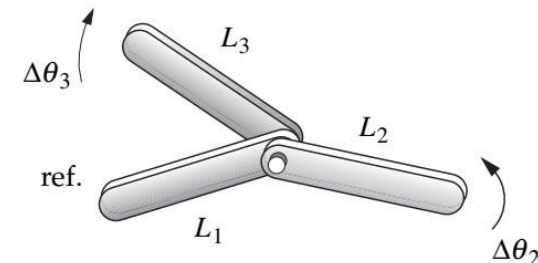
c) Juntas deslizantes y rodantes (semijuntas o RP) – 2 *GDL* (pares superiores)



Pasador en una ranura  
(con cierre de forma)

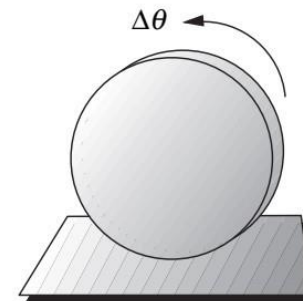


Junta de pasador de primer orden – un *GDL*  
(dos eslabones unidos)



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

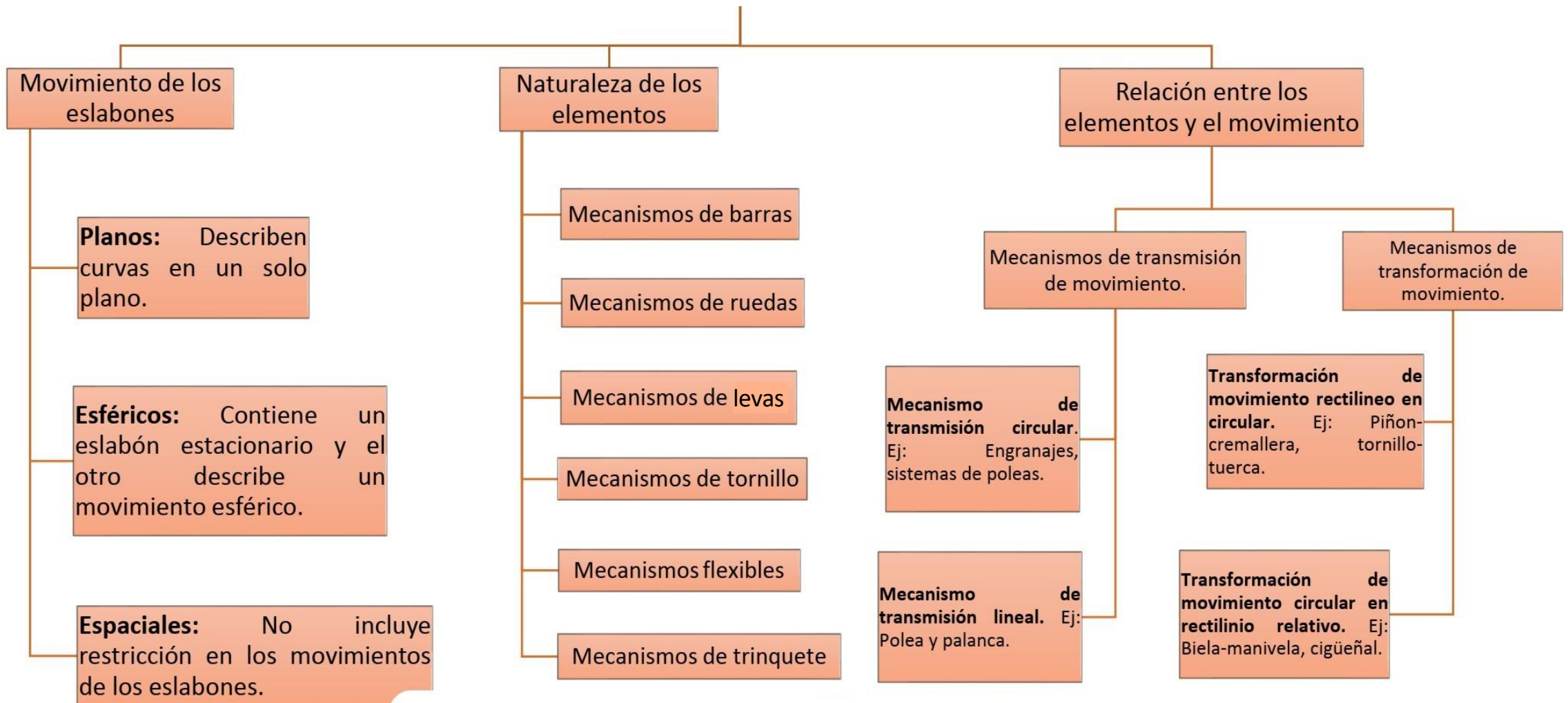
d) El orden de una junta es menor en uno que el número de eslabones unidos



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)

# Clasificación de los Mecanismos



# Clasificación de los Mecanismos

| GRUPO                                      | FUNCIÓN                                                                                                  | TIPOS                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                      |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mecanismos de TRANSMISIÓN de movimiento    | Transmiten el movimiento, la fuerza y la potencia producidos por un elemento motriz (motor) a otro punto | Mecanismos de transmisión lineal                                             | <u>Palanca</u> : barra rígida que gira entorno a un punto de apoyo o articulación                                                                                                                                                  | 1 <sup>er</sup> grado: el P.A. se encuentra entre la F <sub>ap</sub> y la R (balancín, tenazas, traba de la ropa...) |
|                                            |                                                                                                          |                                                                              | <u>Polea</u> : rueda ranurada que gira alrededor de un eje; por la ranura se hace pasar una cuerda, cadena o correa                                                                                                                | 2 <sup>o</sup> grado: la R se encuentra entre el PA y la F (cascanueces, sacatapas, carretilla...)                   |
|                                            |                                                                                                          |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                    | 3 <sup>er</sup> grado: la F se encuentra entre el PA y la R (caña, fregona, pinzas de depilar...)                    |
|                                            |                                                                                                          | Mecanismos de transmisión circular                                           | Fija y móvil                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                      |
|                                            |                                                                                                          |                                                                              | <u>Ruedas de fricción</u> : sistemas de dos o más ruedas que se encuentran en contacto. Una de las ruedas se llama motriz(al moverse, provoca el movimiento de las demás).                                                         |                                                                                                                      |
|                                            |                                                                                                          |                                                                              | <u>Sistemas de poleas con correa</u> : dos poleas o ruedas situadas a cierta distancia que giran al mismo tiempo porque las une una correa                                                                                         |                                                                                                                      |
|                                            |                                                                                                          |                                                                              | <u>Engranajes o ruedas dentadas</u> : juegos de ruedas que poseen dientes que se encajan entre si, de modo que se arrastran unas a otras.                                                                                          |                                                                                                                      |
| Mecanismos de TRANSFORMACIÓN de movimiento | Transforman un movimiento circular en un movimiento rectilíneo, o viceversa                              | Transformación de movimiento circular en rectilíneo, o viceversa             | <u>Tornillo sin fin</u> : tornillo que se engrana con una rueda dentada cuyo eje es perpendicular al del tornillo; por cada vuelta del tornillo sin fin, la rueda dentada gira un diente.                                          |                                                                                                                      |
|                                            |                                                                                                          |                                                                              | <u>Sistemas de engranajes con cadena</u> : dos ruedas dentadas de ejes paralelos situadas a cierta distancia la una de la otra y que giran al mismo tiempo porque están unidas por una cadena o correa dentada engranada en ambas. |                                                                                                                      |
|                                            |                                                                                                          | Transformación de movimiento circular en rectilíneo alternativo, o viceversa | <u>Piñon-cremallera</u> : un piñón o rueda dentada de dientes rectos, engarzado a una cremallera o barra dentada                                                                                                                   |                                                                                                                      |
|                                            |                                                                                                          |                                                                              | <u>Tornillo-tuerca</u> : un tornillo o varilla roscada y una tuerca cuyo diámetro interior coincide con el diámetro del tornillo                                                                                                   |                                                                                                                      |
|                                            |                                                                                                          |                                                                              | <u>Biela-manivela</u> : formado por una manivela y una barra denominada biela, que transforma un movimiento circular en alternativo (adelante-atrás) o viceversa.                                                                  |                                                                                                                      |
|                                            |                                                                                                          |                                                                              | <u>Leva</u> : básicamente es una rueda con un saliente; este saliente empuja aquello que esté solidario con la leva.                                                                                                               |                                                                                                                      |
|                                            |                                                                                                          |                                                                              | <u>Cigüeñal</u> : serie de bielas colocadas en un mismo eje acodado que hace las veces de manivela. Este mecanismo se emplea en los motores de combustión, como el de un coche.                                                    |                                                                                                                      |

# Proceso de Diseño

---

*Diseño, invención, creatividad*

## ¿Que es diseño?

*El arte de imaginar y crear cosas útiles capaces de satisfacer necesidades, manifiestas o latentes, del individuo o de la Comunidad.*

*Internacional Council of Societies of Industrial Design (I.C.S.I.D.)*

La imaginación es más importante que el conocimiento, porque el conocimiento es limitado, mientras que la imaginación es ilimitada.

*A. Einstein*

# La Necesidad



Así lo entendió el jefe del proyecto



Así lo diseñó el analista



Así lo escribió el programador

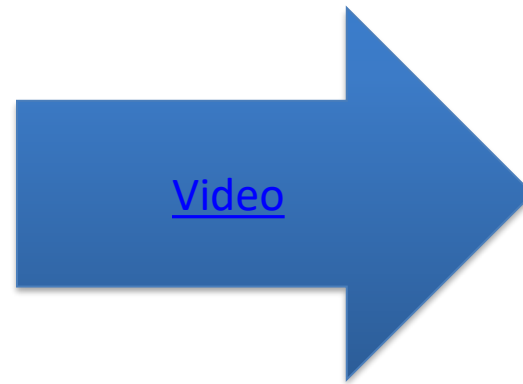


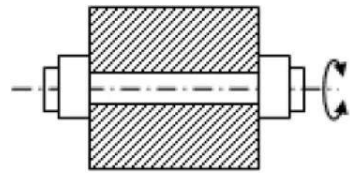
Así lo describió el de marketing



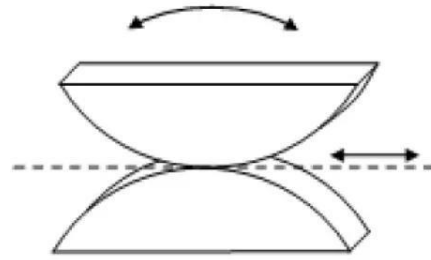
# Mecanismo simples

---

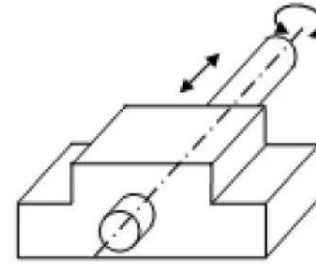




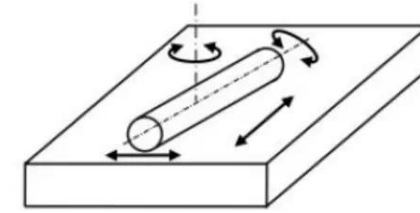
Par de rotación R



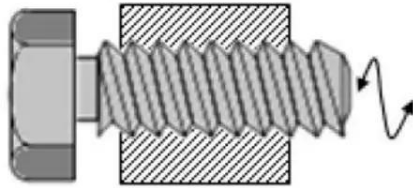
Par de leva L



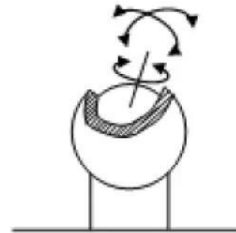
Par cilíndrico C



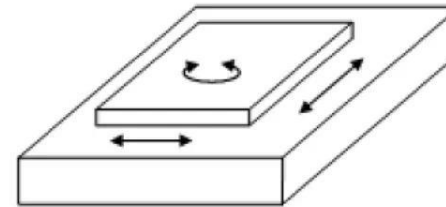
Par plano cilindro



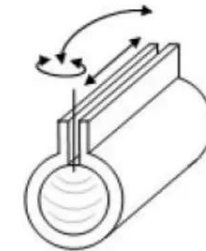
Par helicoidal H



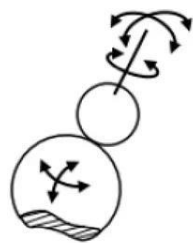
Par esférico



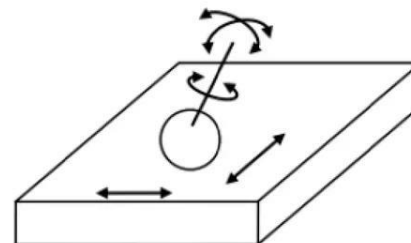
Par plano P



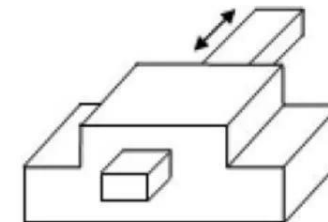
Par cilíndrico ranurado



Par esfera esfera



Par plano esfera



Par prismático P

## Tipos de juntas y Grados de Libertad

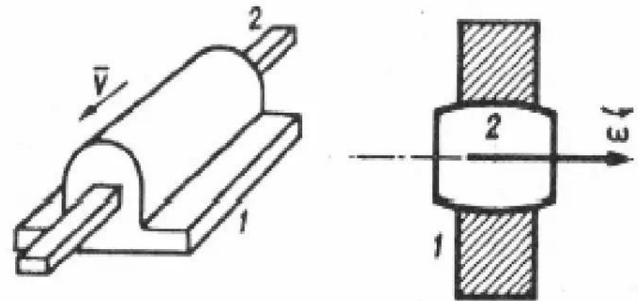
# Juntas o par cinemático

## Clasificación por el tipo de superficies en contacto.

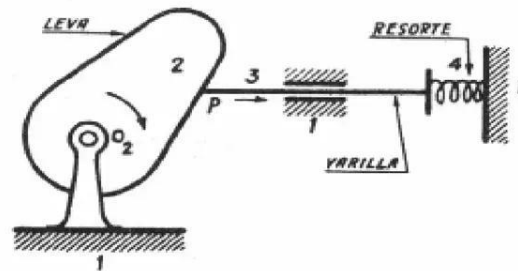
- Par cinemático inferior: contacto superficial.
- Par cinemático superior: contacto sobre una línea o un punto.

## Clasificación por el tipo de cierre cinemático.

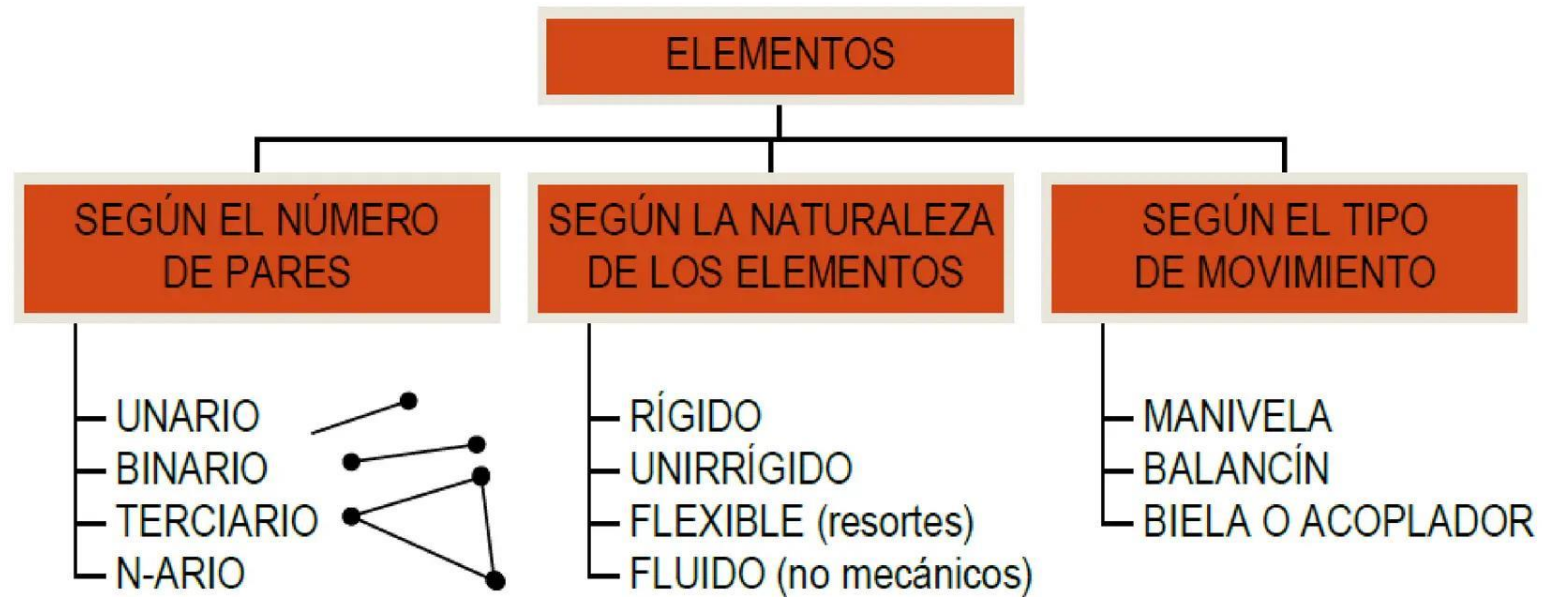
- ✓ De forma: su **forma** permite la unión o el cierre:



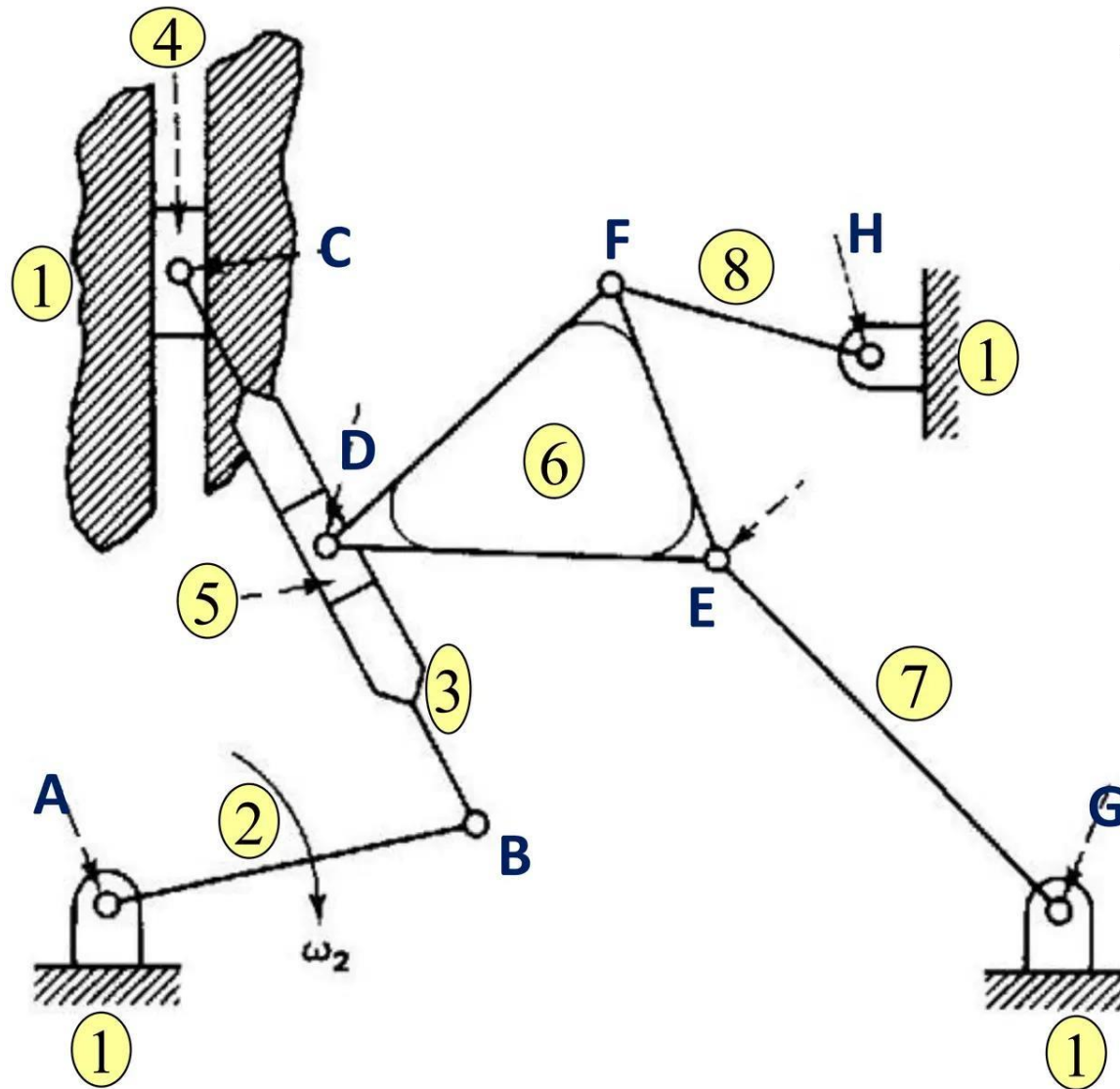
- ✓ De fuerza: requiere de una **fuerza** externa para mantenerse en contacto o cierre.



## Elementos o eslabones: Clasificación



# Nomenclatura



- ✓ Los eslabones se designan con un número (preferiblemente siguiendo la secuencia de la cadena cinemática)
- ✓ Los nodos se designan con letras

$$L=8$$

$$J1=10$$

$$J2=0$$

$$GDL = 3(L-1) - 2 \times J1 - J2$$

$$GDL=1$$

$$2 \text{ GDL}$$

# ¿Que es la Ecuación de Gruebler?

---

$$M = 3(n - 1) - 2j_1 - j_2$$

donde:

| Símbolo | Significado                                                                                        |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $M$     | Movilidad o grados de libertad del mecanismo                                                       |
| $n$     | Número total de eslabones (incluyendo el bastidor o base)                                          |
| $j_1$   | Número de pares cinemáticos de un grado de libertad (como juntas rotacionales o prismáticas)       |
| $j_2$   | Número de pares cinemáticos de dos grados de libertad (como juntas deslizantes o pares superiores) |

# Clasificación general

| Tipo de par         | Tipo de contacto                             | Ejemplo                                      | Grados de libertad (GDL)         |
|---------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Par inferior</b> | Superficie con superficie (contacto de área) | Eje en cojinete, corredera en guía           | 1 o 2 GDL                        |
| <b>Par superior</b> | Línea o punto (contacto parcial)             | Rueda sobre riel, leva y seguidor, engranaje | 2 o 3 GDL (dependiendo del caso) |

# Ejemplos comunes de pares inferiores

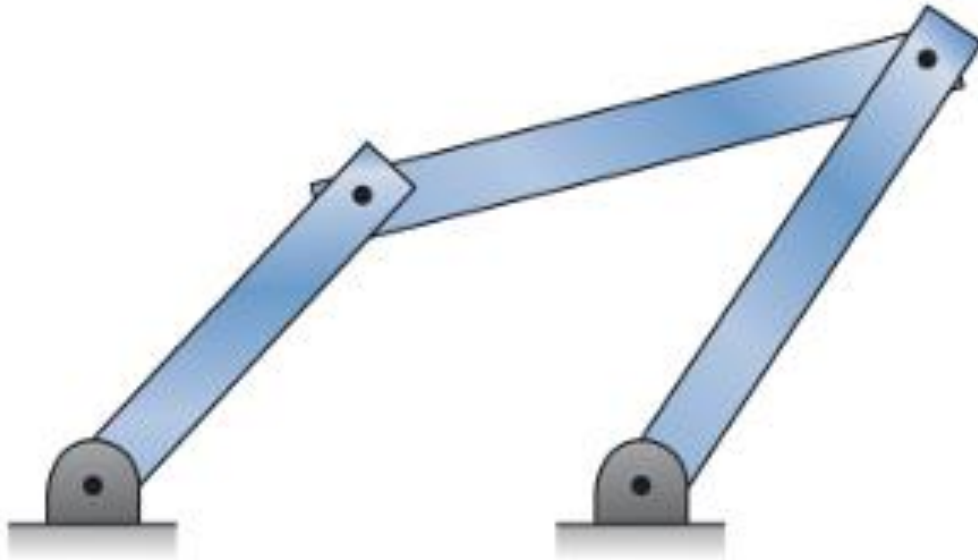
| Tipo de par inferior        | Descripción                                                            | Ejemplo                                                           | Grados de libertad (GDL) |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Par rotacional (revoluta)   | Permite que un eslabón gire respecto al otro alrededor de un eje fijo. | Eje en un cojinete, bisagra, unión de una manivela con una biela. | 1                        |
| Par prismático (deslizante) | Permite movimiento lineal (traslación) entre los eslabones.            | Émbolo de un pistón, guía corredera, cajón deslizante.            | 1                        |
| Par cilíndrico              | Permite rotación y traslación a lo largo del mismo eje.                | Tornillo sin rosca dentro de un tubo guía.                        | 2                        |
| Par esférico (rótula)       | Permite rotación libre en tres direcciones.                            | Rótula de suspensión de un automóvil.                             | 3                        |
| Par helicoidal              | Movimiento de rotación y traslación combinados (como un tornillo).     | Tornillo y tuerca.                                                | 1                        |

# Ejemplos comunes de pares superiores

| Mecanismo                                   | Tipo de contacto  | Movimiento permitido                                      |
|---------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Leva y seguidor</b>                      | Punto de contacto | Movimiento rotatorio de la leva y oscilación del seguidor |
| <b>Engranajes</b>                           | Línea de contacto | Movimiento rotacional relativo entre dientes              |
| <b>Rueda sobre riel o superficie</b>        | Línea de contacto | Rodadura o deslizamiento                                  |
| <b>Esfera sobre superficie plana (bola)</b> | Punto de contacto | Rotación libre en varias direcciones                      |

| Característica        | Par inferior                     | Par superior                                                         |
|-----------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Contacto              | Superficie con superficie        | Punto o línea                                                        |
| Ejemplo típico        | Eje en cojinete, guía deslizante | Leva-seguidor, engranaje                                             |
| Transmisión de fuerza | Más estable, menos desgaste      | Menos estable, más desgaste                                          |
| Uso típico            | Mecanismos planos simples        | Mecanismos de forma variable o de transmisión especial de movimiento |

# Ejemplo



$$M = 3(4-1) - 2(4) - 0$$

$$M = 9 - 8$$

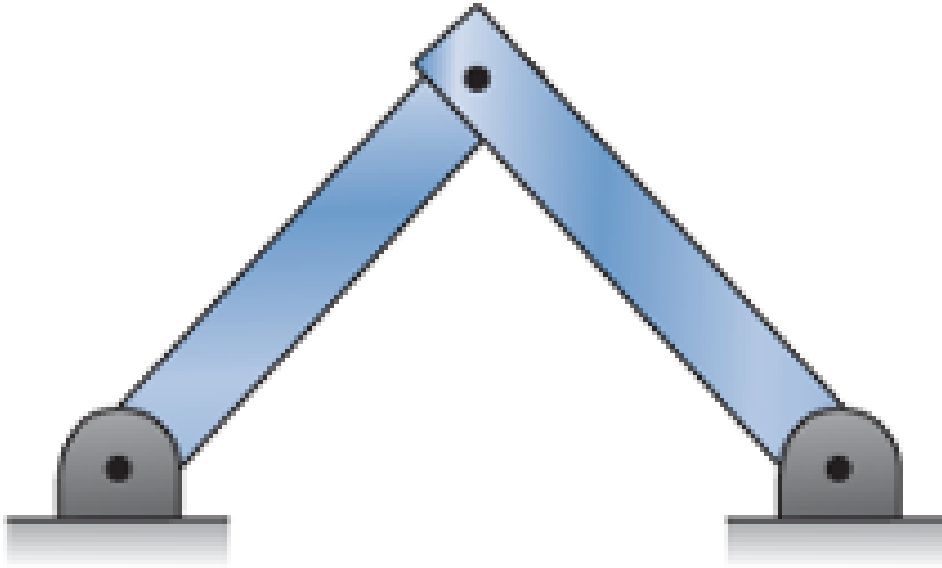
$$M = 1$$

$n = 4$  (tres eslabones móviles y un bastidor)

$J_1 = 4$  (cuatro uniones rotacionales)

$J_2 = 0$

# Ejemplo



$$M = 3(3-1) - 2(3) - 0$$

$$M = 6 - 6$$

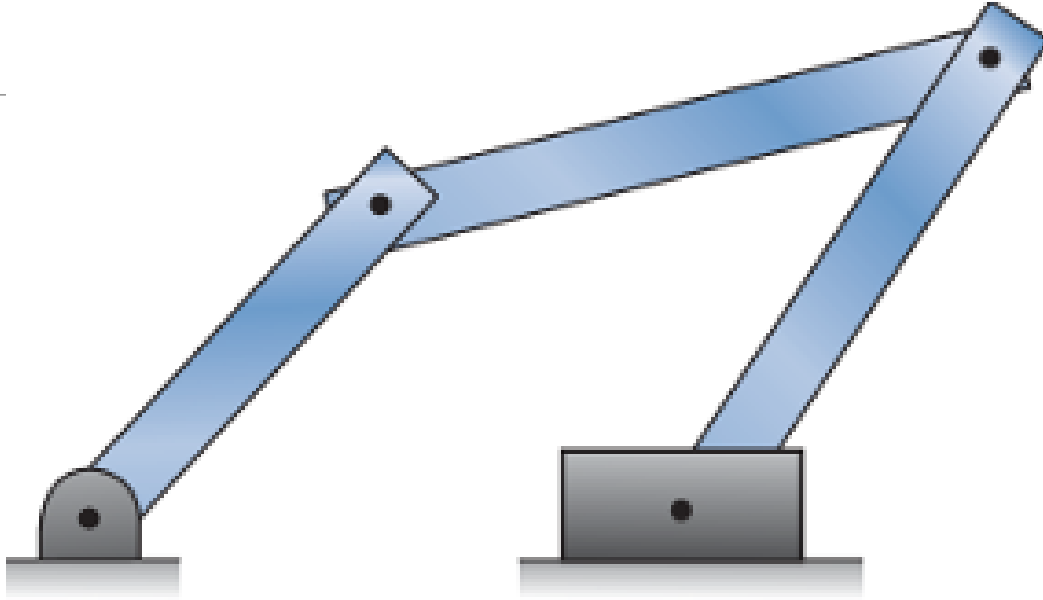
$$M = 0$$

$n = 3$  (tres eslabones móviles y un bastidor)

$J_1 = 3$  (cuatro uniones rotacionales)

$J_2 = 0$

# Ejemplo



$$M = 3(4-1) - 2(3) - 1$$

$$M = 9 - 6$$

$$M = 2$$

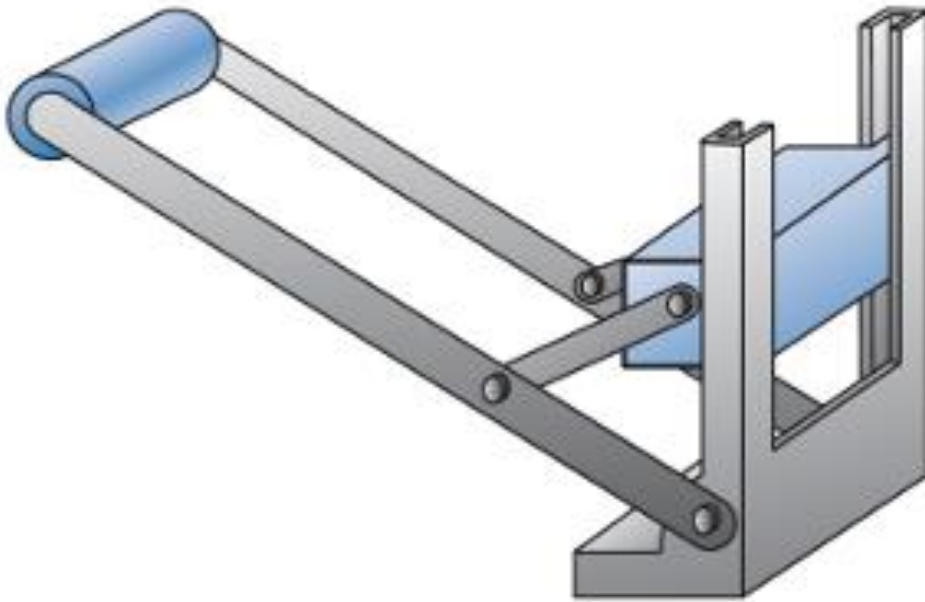
$n = 4$  (tres eslabones móviles y un bastidor)

$J_1 = 3$  (cuatro uniones rotacionales)

$J_2 = 1$

# Ejemplo

La siguiente imagen muestra un dispositivo empleado para aplastar latas. Identifique los eslabones y determine M



Eslabones :

Eslabón 1 o marco de referencia: Base del aplastador.

Eslabón 2: Agarradero del aplastador.

Eslabón 3: Bloque que sirve para aplastar las latas.

Eslabón 4: Barra que conecta al eslabón 2 y al 3

$n = 4$  (cuatro eslabones móviles y un bastidor)

$J_1 = 4$  (cuatro uniones rotacionales)

$J_2 = 0$

$$M = 3(4-1) - 2(4) - 0$$

$$M = 9 - 8$$

$$M = 1$$

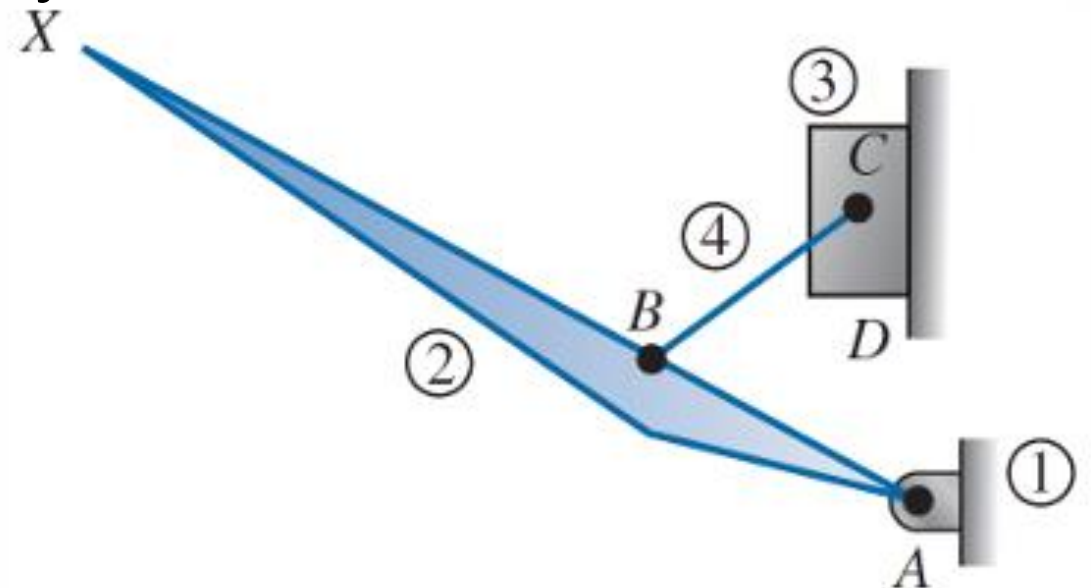
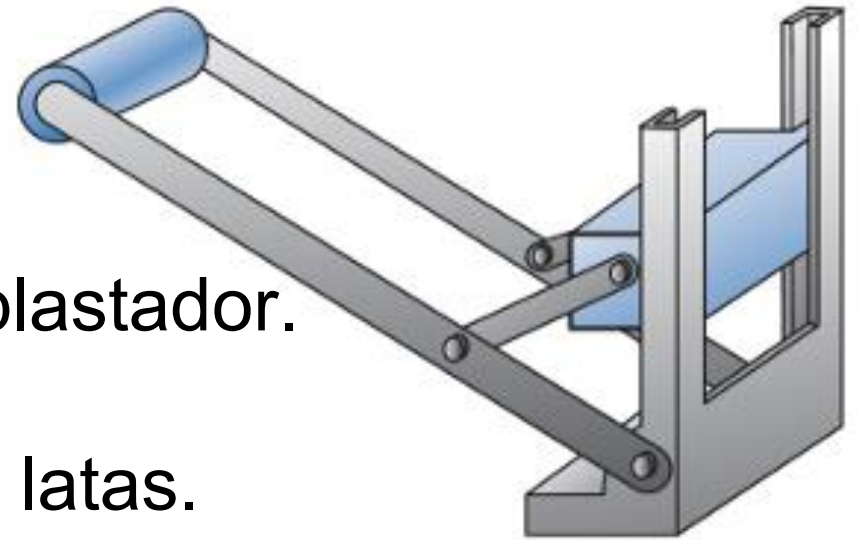
Eslabones :

Eslabón 1 o marco de referencia: Base del aplastador.

Eslabón 2: Agarradero del aplastador.

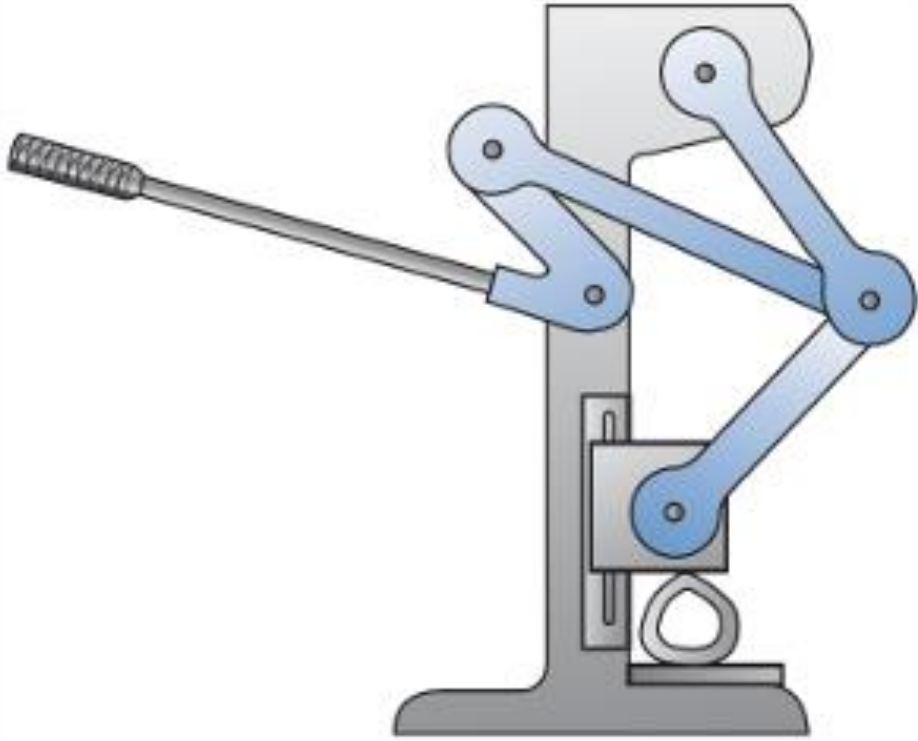
Eslabón 3: Bloque que sirve para aplastar las latas.

Eslabón 4: Barra que conecta al eslabón 2 y al 3



# Ejemplo

La siguiente figura muestra una presa mecánica. Identifique los eslabones y determine M



Eslabones :

Eslabón 1 o marco de referencia: Base de la presa.

Eslabón 2: Agarradero de la presa.

Eslabón 3: Brazo que conecta al agarradero a las otras barras.

Eslabón 4: Barra que conecta la base a las otras barras.

Eslabón 5: Bloque o cabeza de la presa.

Eslabón 6: Barra que conecta el bloque a las otras barras.

---

$n = 6$  (siete eslabones móviles y un bastidor)

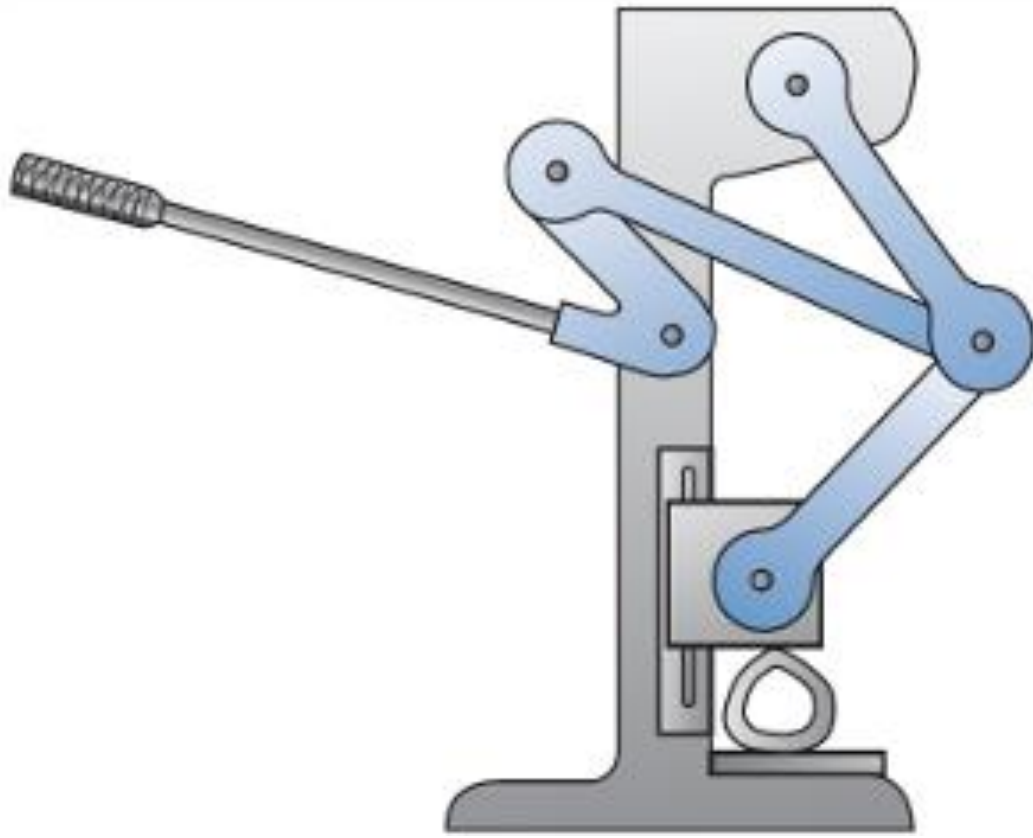
$J_1 = 7$  (siete uniones rotacionales)

$J_2 = 0$

$$M = 3(4-1) - 2(4) - 0$$

$$M = 9 - 8$$

$$M = 1$$

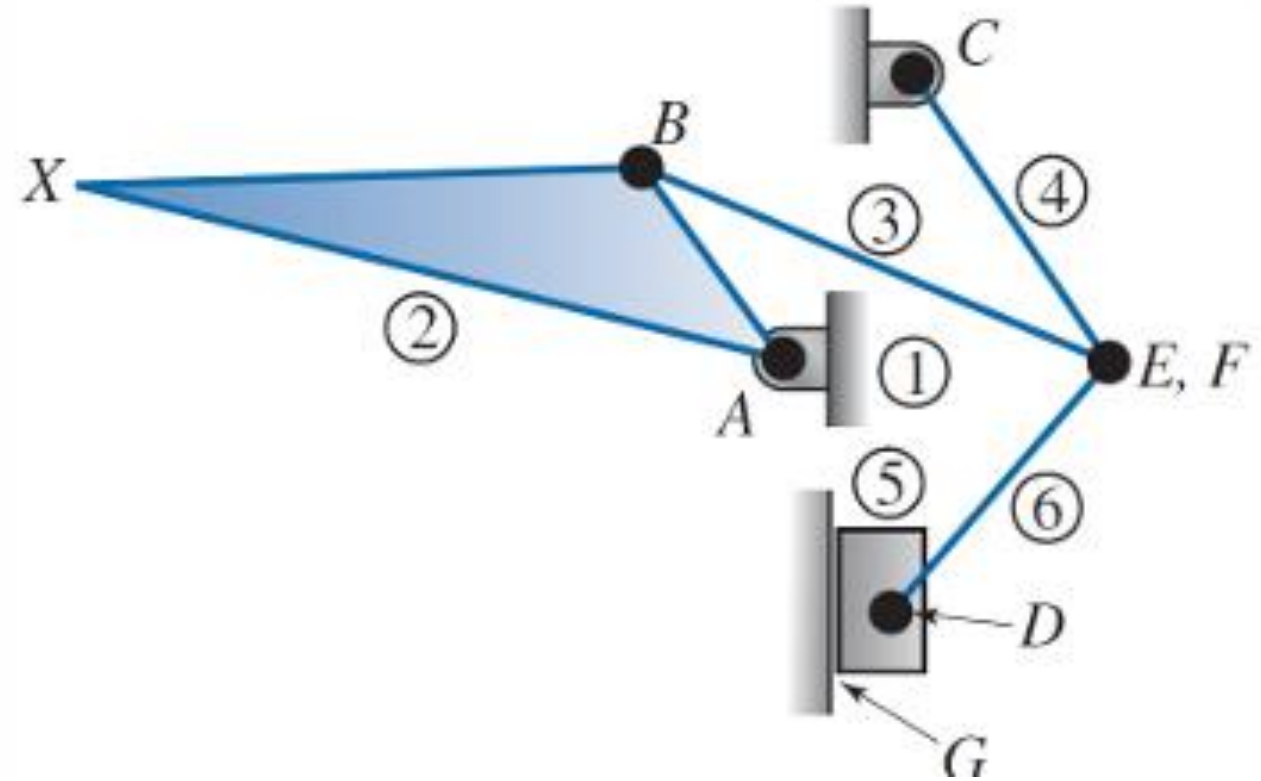


Eslabones :

Eslabón 1 o marco de referencia: Base de la presa.

Eslabón 2: Agarradero de la presa.

Eslabón 3: Brazo que conecta al agarradero a las otras barras.



Eslabón 4: Barra que conecta la base a las otras barras

Eslabón 5: Bloque o cabeza de la presa.

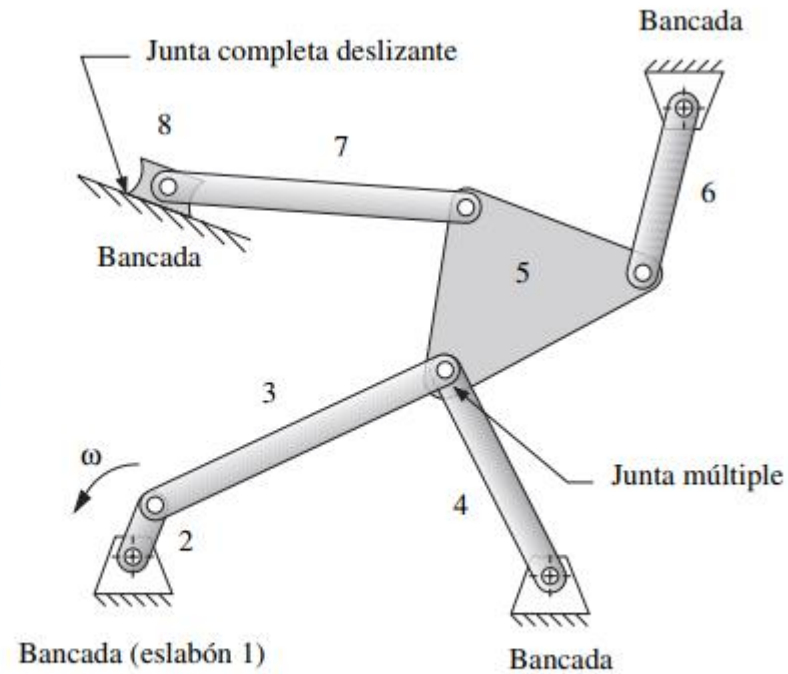
Eslabón 6: Barra que conecta el bloque a las otras barras.

# Solucion Evaluacion

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

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

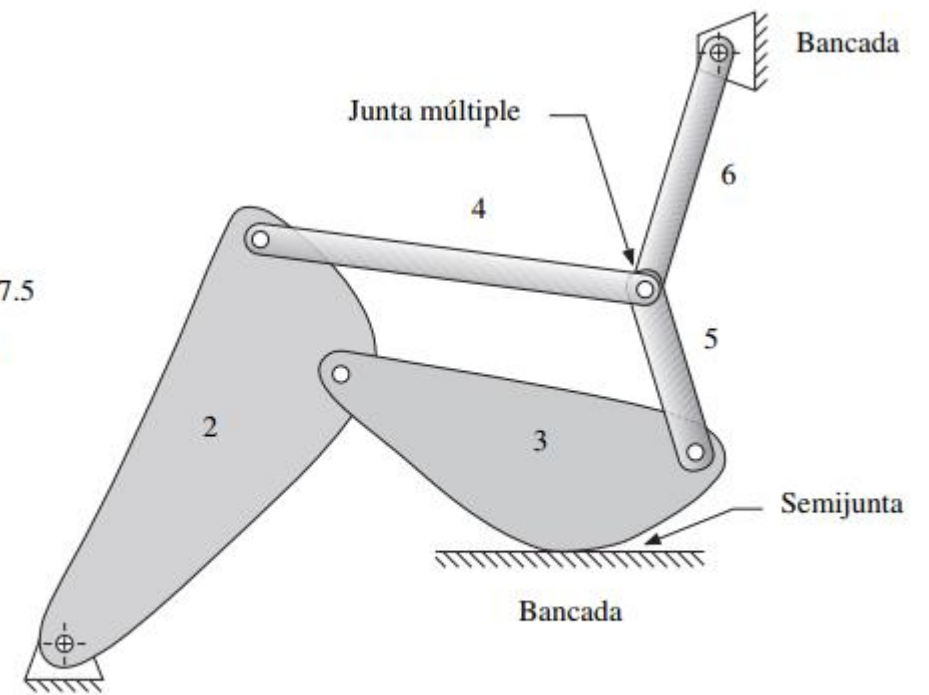
$$GDL = 1$$



a) Eslabonamiento con juntas completas y múltiples

$$L = 6, \quad J = 7.5$$

$$GDL = 0$$

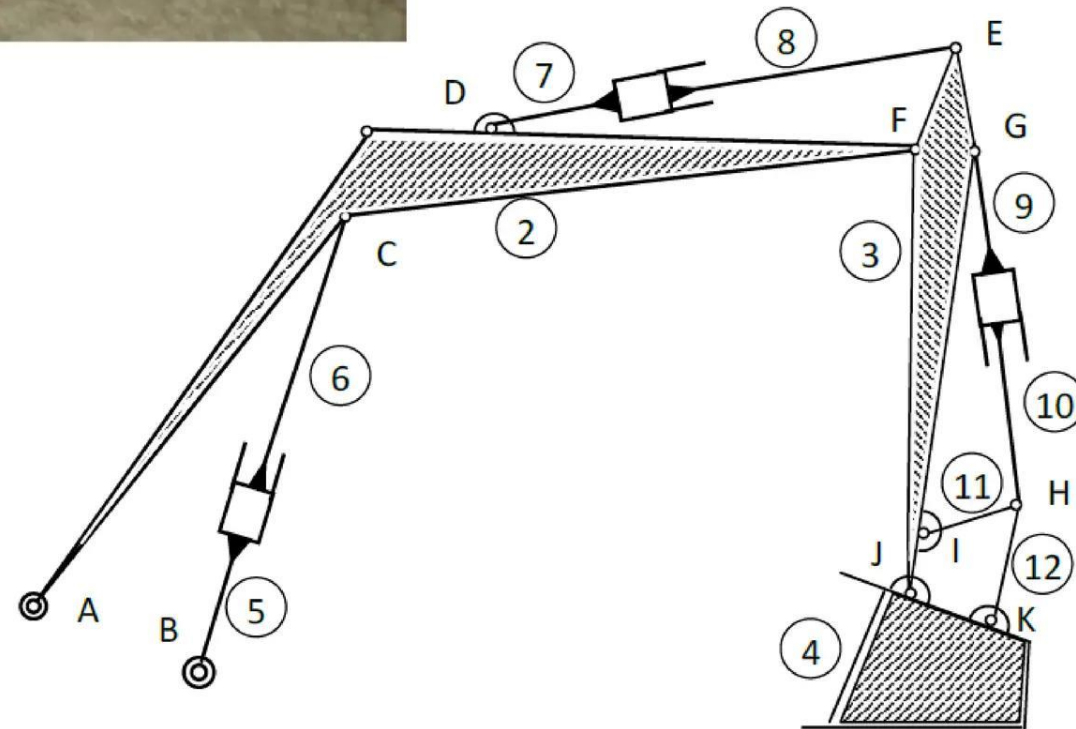


Bancada (eslabón 1)

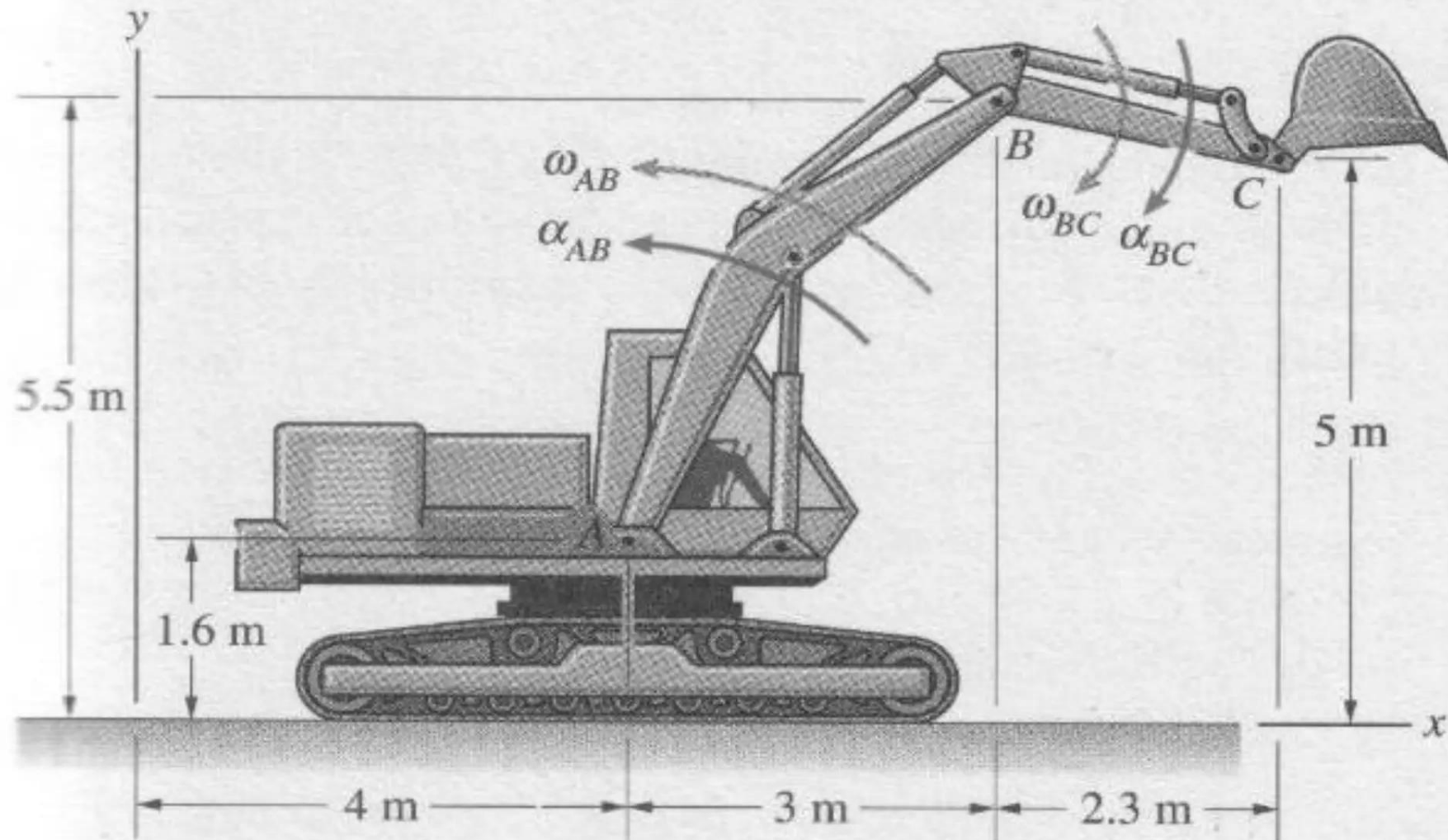


## Representación real

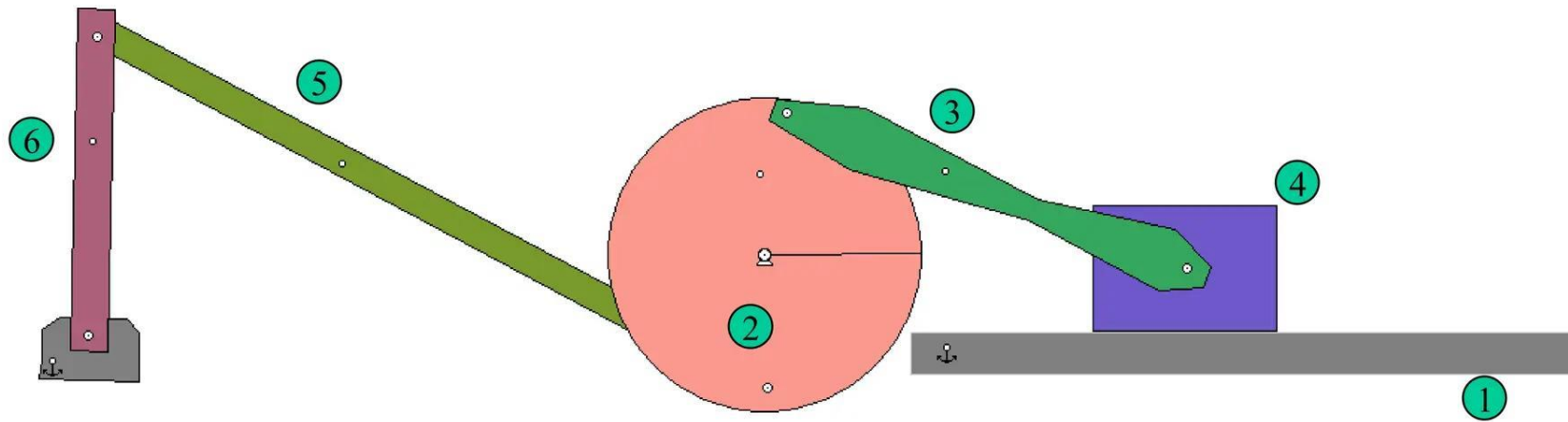
## Diagrama Cinemático y nomenclatura



¿donde se conecta el cucharón de la excavadora?



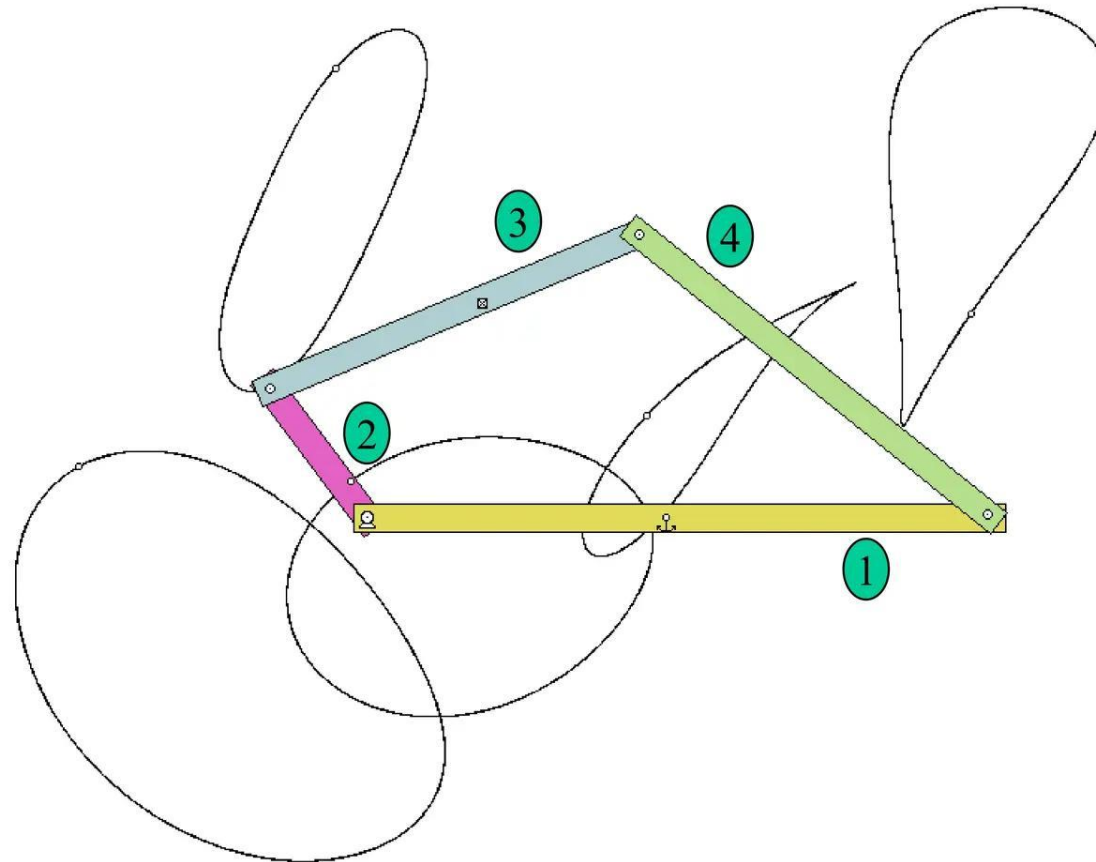
## ESLABONES SEGÚN TIPO DE MOVIMIENTO



- 1 – Eslabón fijo
- 2 – Manivela
- 3 – Biela o acoplador

- 4 – Corredera o traslación
- 5 – Biela o acoplador
- 6 – Balancin

# Curvas de acoplador en un mecanismo de cuatro barras



Origin

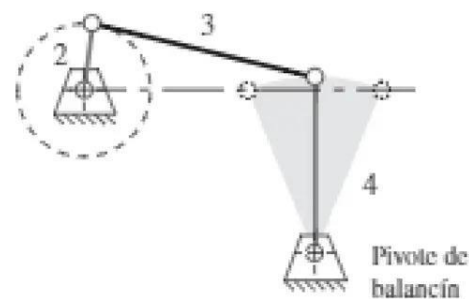
Animación

# REGLAS DE TRANSFORMACION

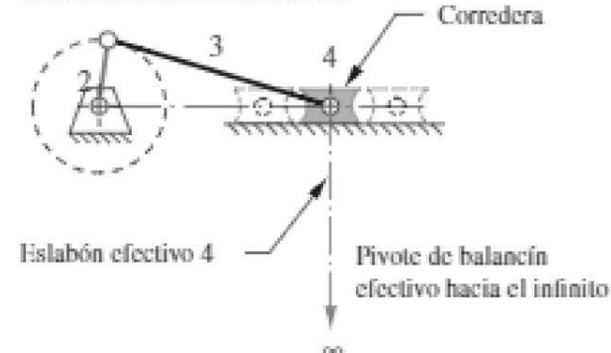
- 1 Las juntas revolutas en cualquier lazo se pueden reemplazar por juntas prismáticas sin cambiar el *GDL* del mecanismo, siempre que por lo menos dos juntas revolutas permanezcan en el lazo.\*
- 2 Cualquier junta completa se puede reemplazar por una semijunta, pero esto incrementará el *GDL* en uno.
- 3 La eliminación de un eslabón reducirá el *GDL* en uno.
- 4 La combinación de las reglas 2 y 3 anteriores mantendrán el *GDL* original sin cambios.
- 5 Cualquier eslabón ternario o de mayor orden puede ser parcialmente “contraído” a un eslabón de menor orden mediante coalición de nodos. Esto creará una junta múltiple pero no cambiará el *GDL* del mecanismo.
- 6 La contracción completa de un eslabón de orden alto equivale a su eliminación. Se creará una junta múltiple y el *GDL* se reducirá.

**Cuatro Barras Transformado**

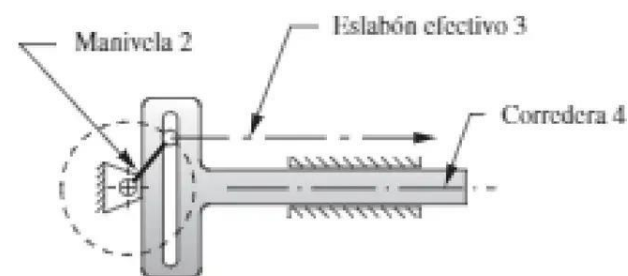
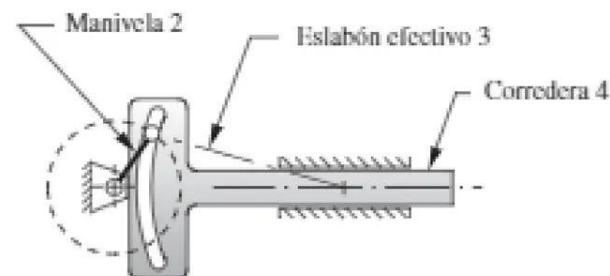
Manivela-balancín de Grashof



Manivela-corredera de Grashof

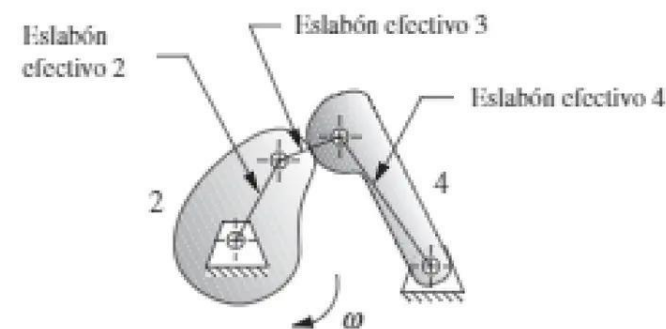
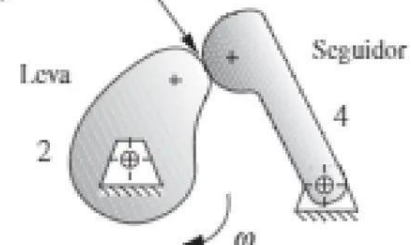


a) Transformación de un mecanismo de manivela-balancín en un mecanismo de manivela-corredera



b) Transformación de un mecanismo de manivela-corredera en un yugo escocés

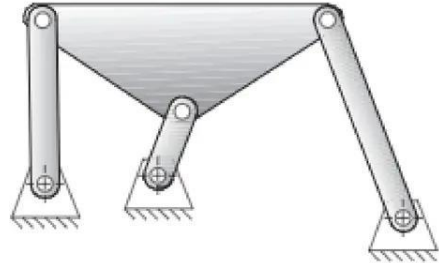
Junta de rodamiento y deslizamiento (semijunta)



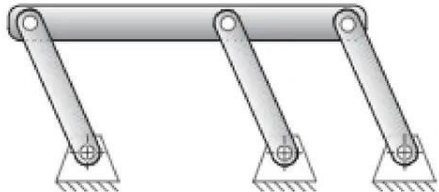
c) El mecanismo de leva y seguidor tiene un equivalente efectivo de cuatro barras

FIGURA 2-12 Transformación de un eslabonamiento

# PARADOJAS

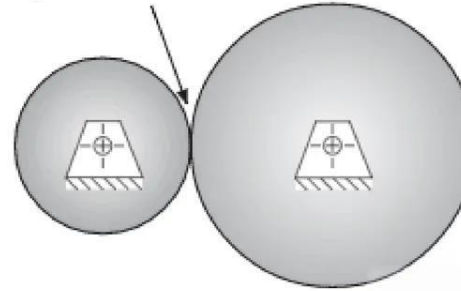


a) El quinteto E con  $GDL = 0$  concuerda con la ecuación de Gruebler



b) El quinteto E con  $GDL = 1$  no concuerda con la ecuación de Gruebler por su geometría única

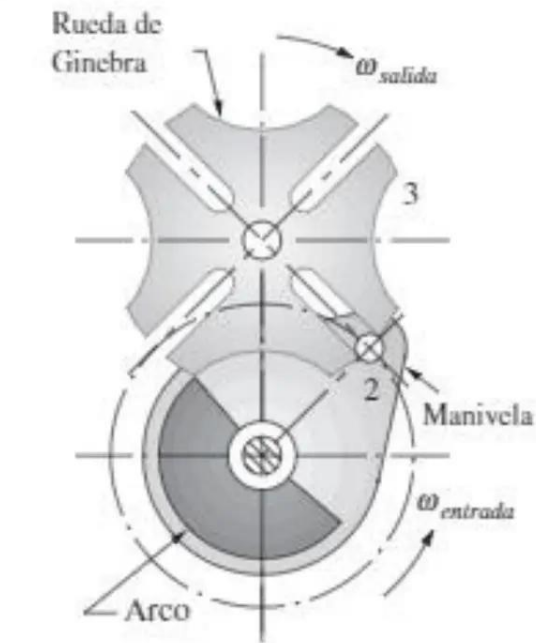
Junta completa, rodante  
pura sin resbalamiento



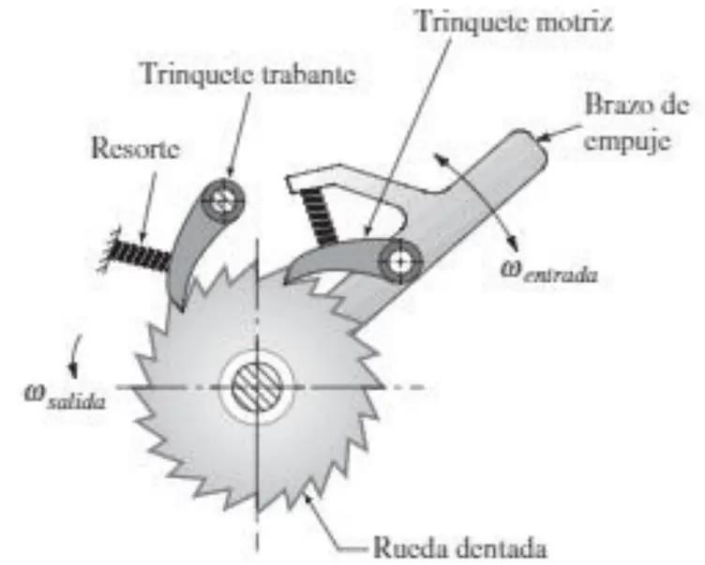
c) Cilindros rodantes con  $GDL = 1$  no concuerdan con la ecuación de Gruebler, la cual predice  $GDL = 0$

**FIGURA 2-10** Paradojas de Gruebler: eslabonamientos que no se comportan como predice la ecuación de Gruebler

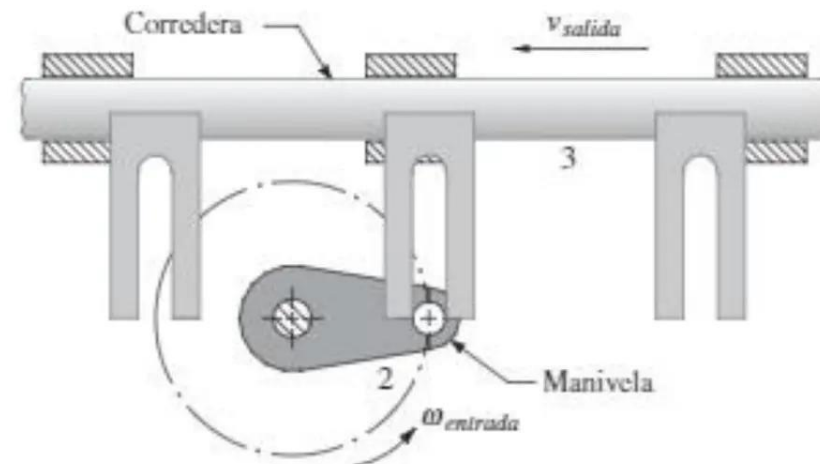
## MOVIMIENTO INTERMITENTE



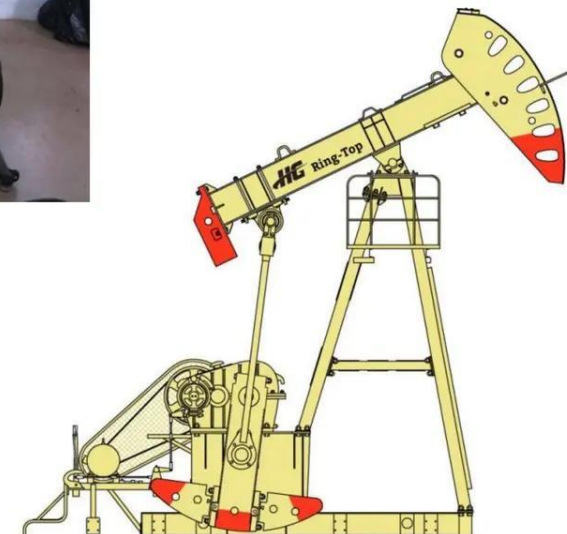
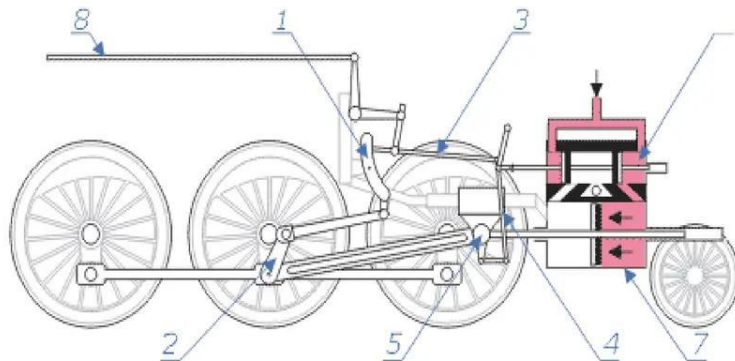
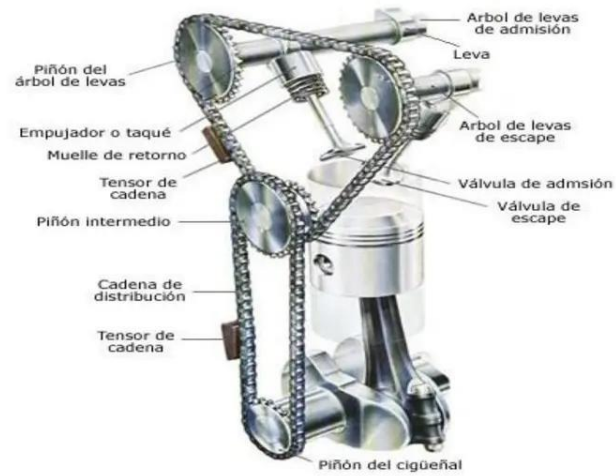
a) Mecanismo de Ginebra con cuatro detenimientos

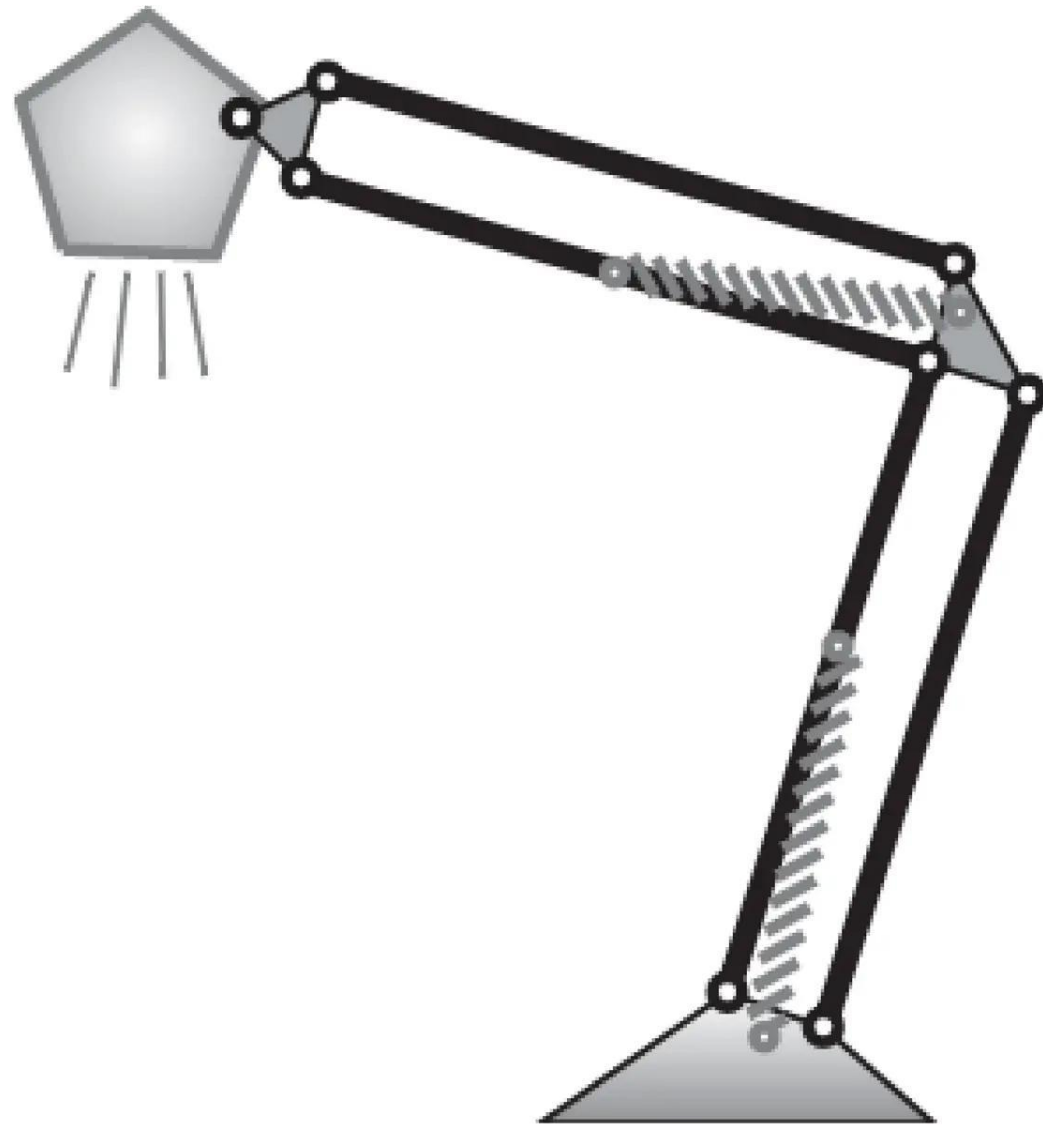


b) Mecanismo de rueda y trinquete



c) Mecanismo de Ginebra con movimiento intermitente lineal





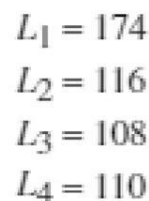


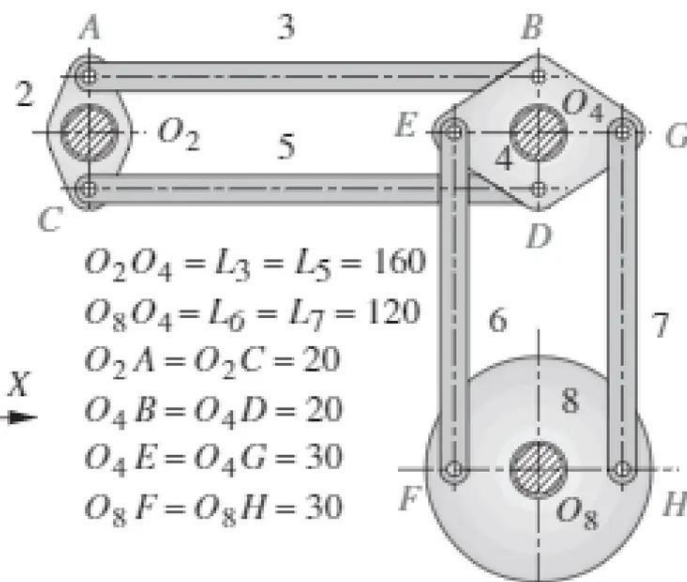
Diagram of a four-bar linkage mechanism. Link 1 is the ground, Link 2 is a rotating disk with radius 162, Link 3 is a horizontal connecting link of length 40, and Link 4 is a vertical connecting link of length 122. The disk rotates at 57 degrees. The mechanism is shown in a coordinate system with origin  $O_2$ .

Link lengths:

- $L_1 = 162$
- $L_2 = 40$
- $L_4 = 122$
- $L_3 = 96$

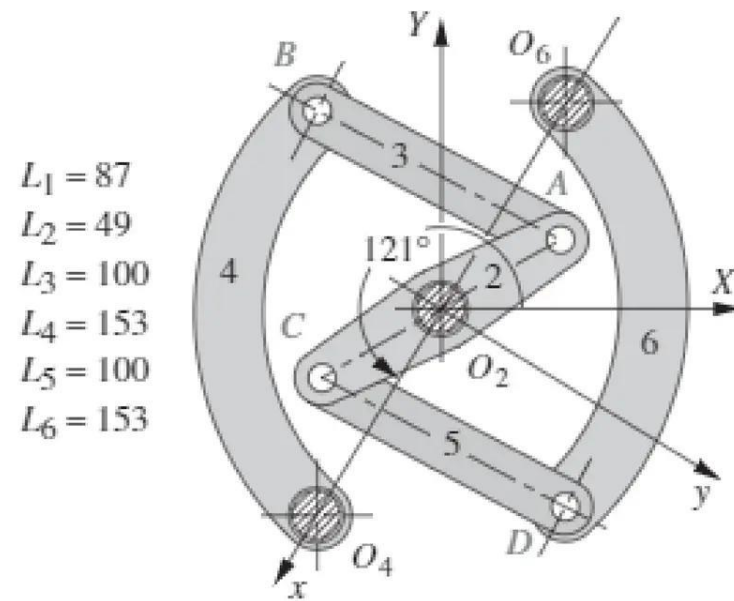
Diagram of a mechanism with 6 links and 4 joints. Link 1 is the ground frame. Link 2 is a connecting rod of length 19. Link 3 is a connecting rod of length 70. Link 4 is a connecting rod of length 70. Link 5 is a connecting rod of length 70. Link 6 is a connecting rod of length 70. Link 7 is a connecting rod of length 70. Link 8 is a connecting rod of length 70. The mechanism is shown in a coordinate system with X and Y axes.

$L_1 = 150$   $L_2 = 30$   
 $L_3 = 150$   $L_4 = 30$

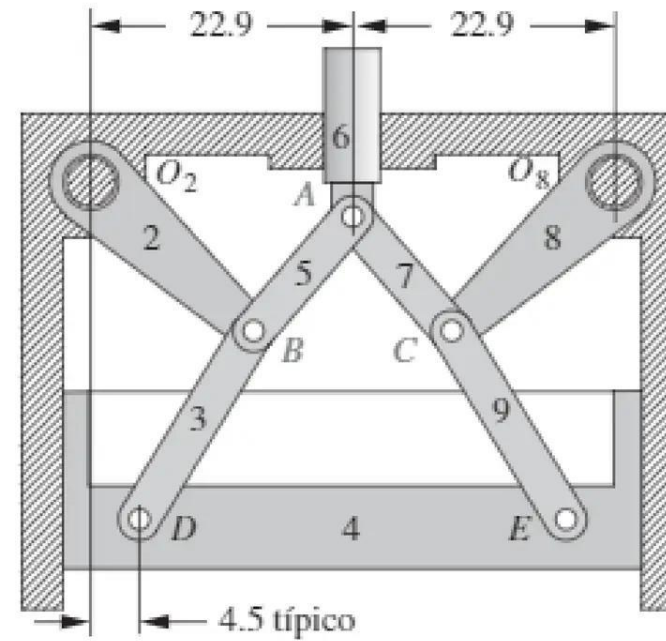


$L_2 = 63$   
 $L_3 = 130$   
 offset = 52

f) Manivela-corredora descentrada

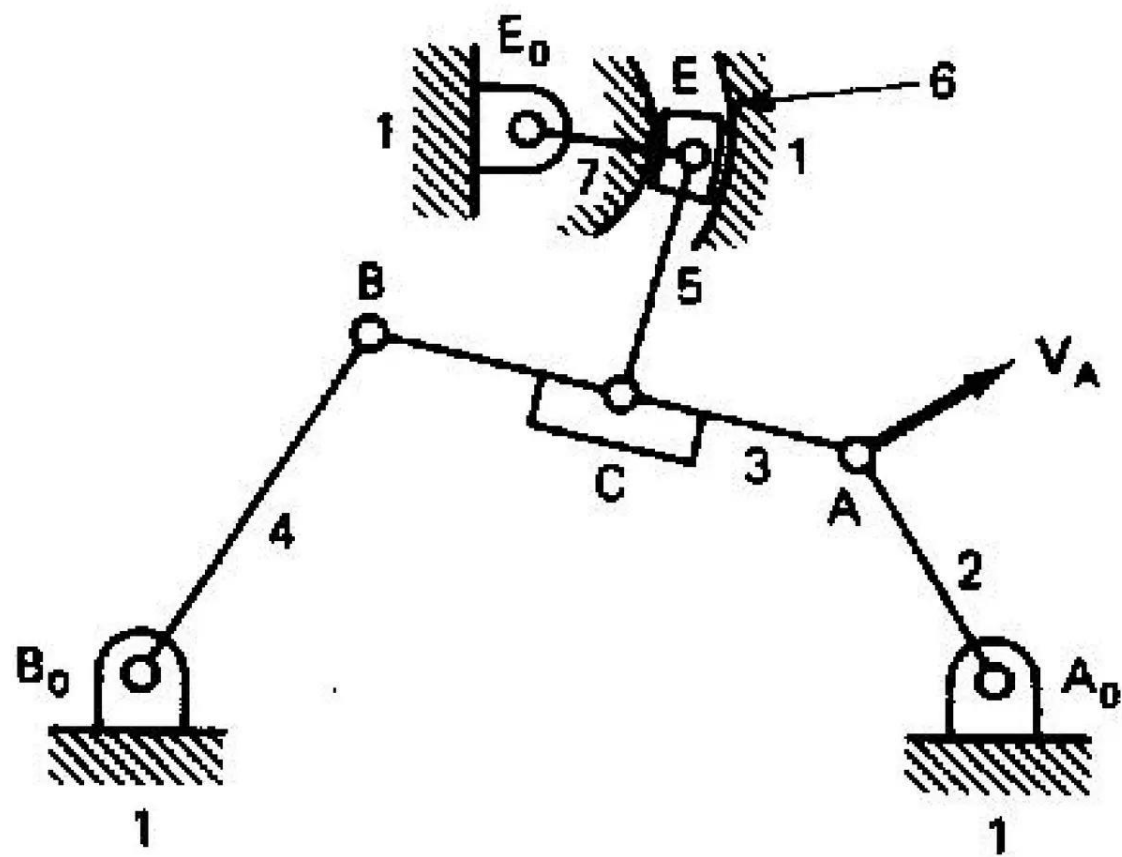


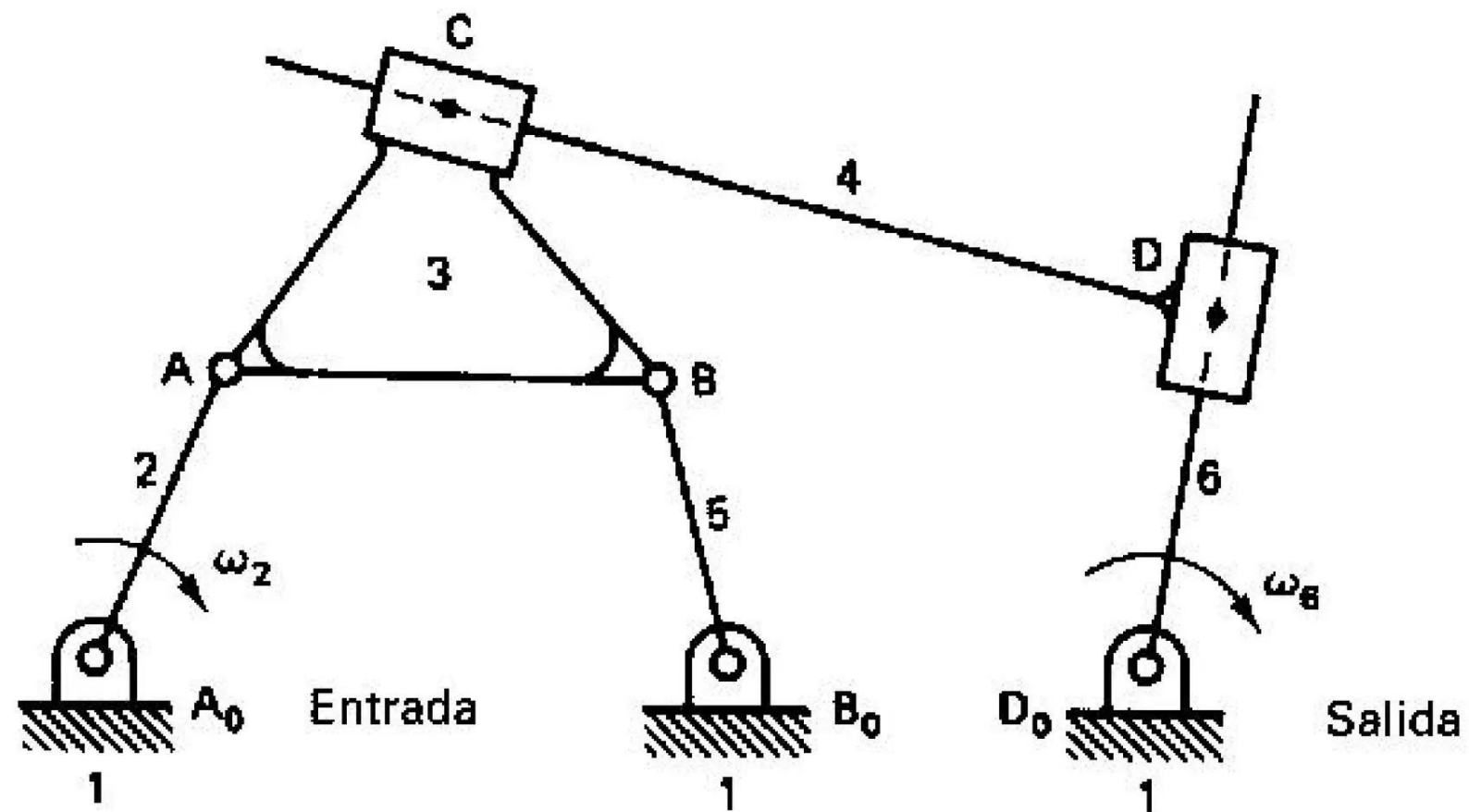
g) Mecanismo de freno de tambor

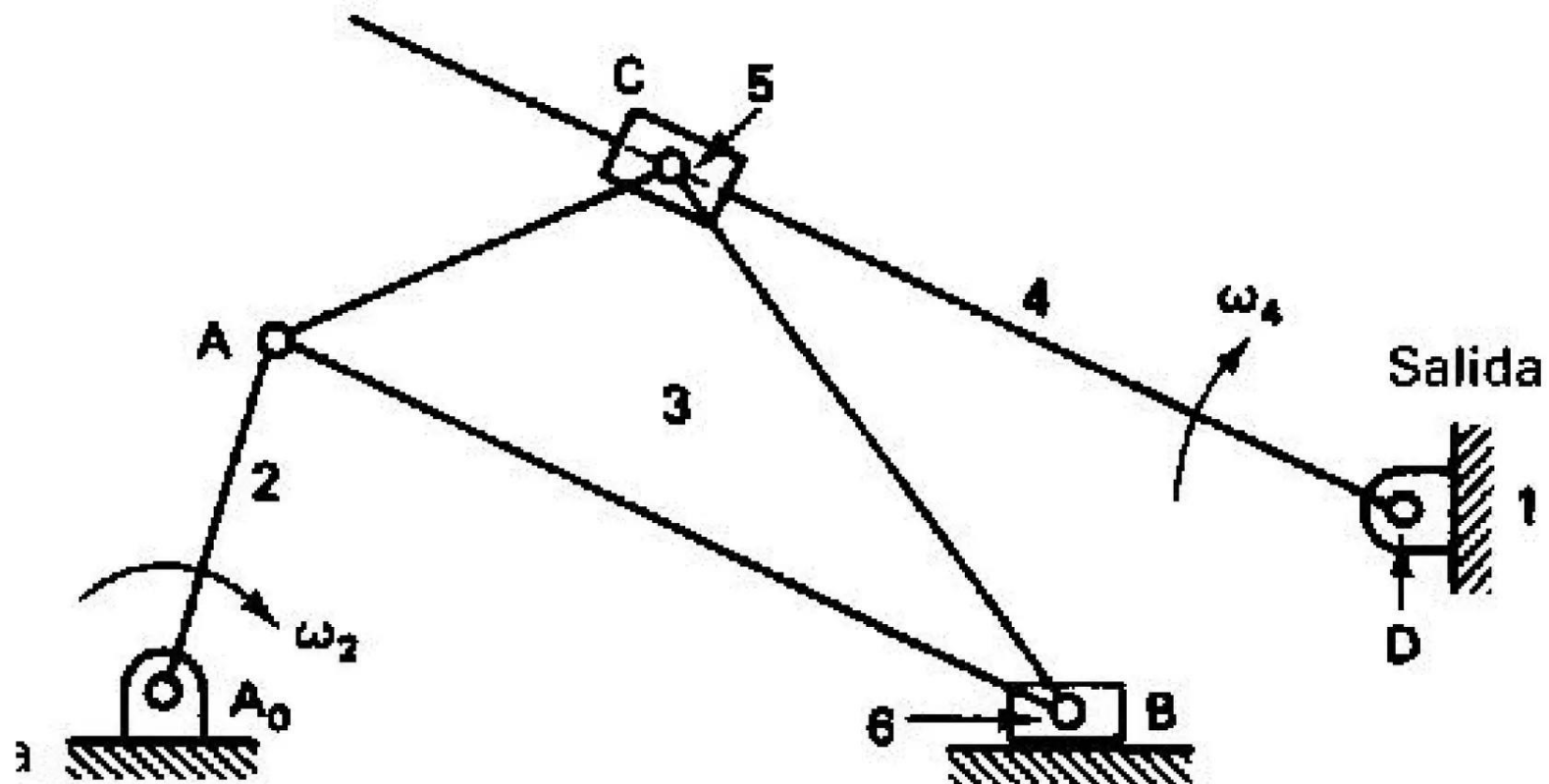


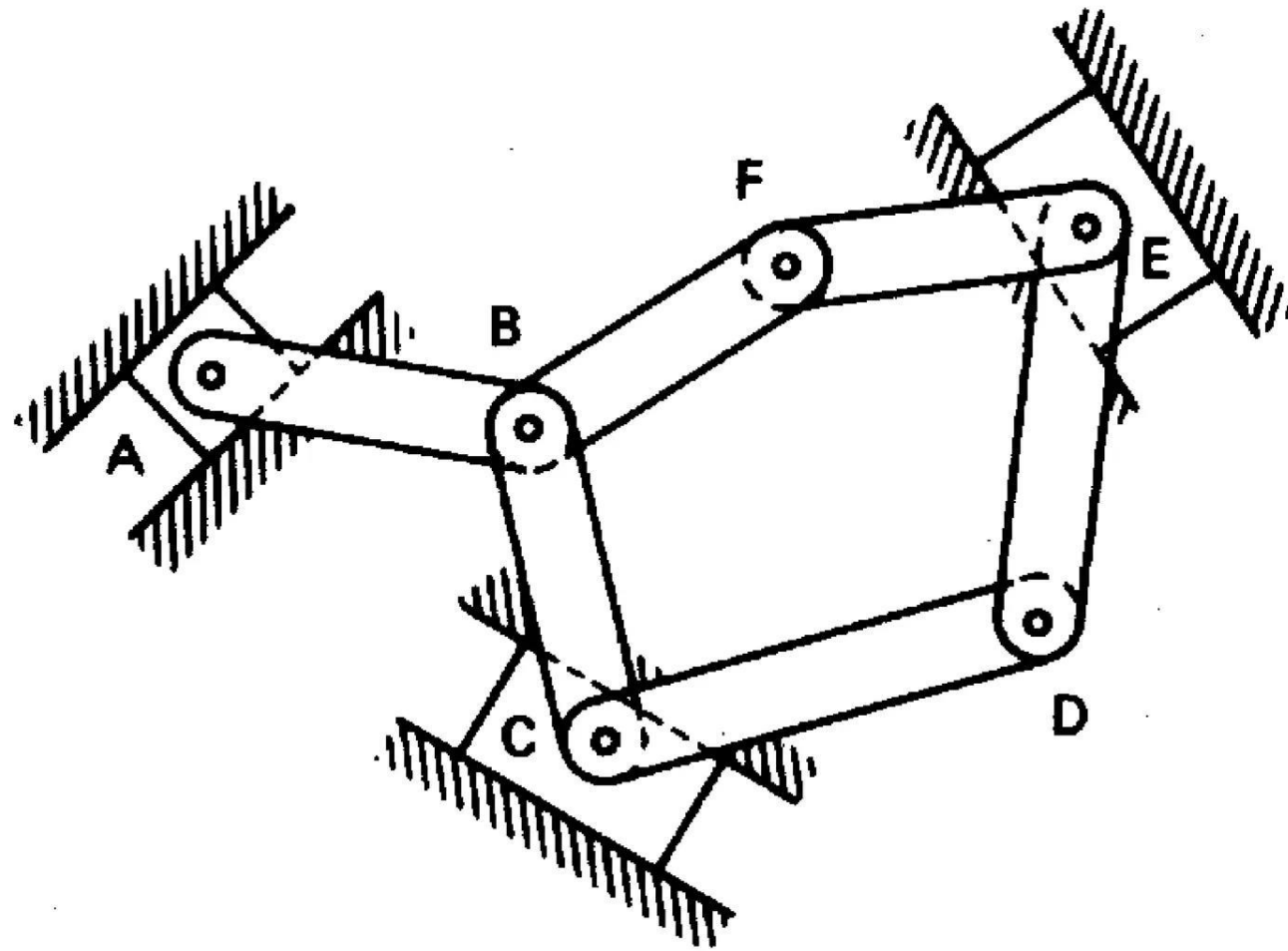
h) Mecanismo simétrico

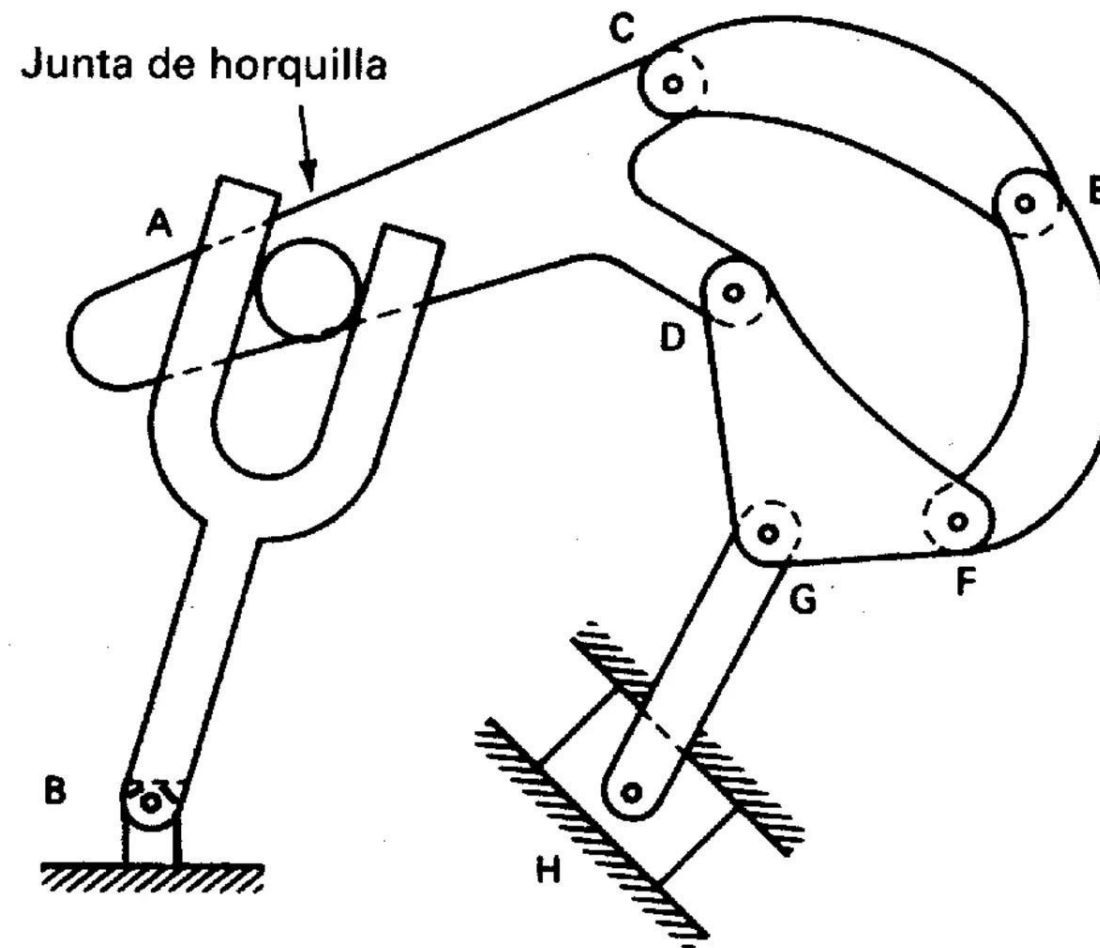
Todas las dimensiones están en mm

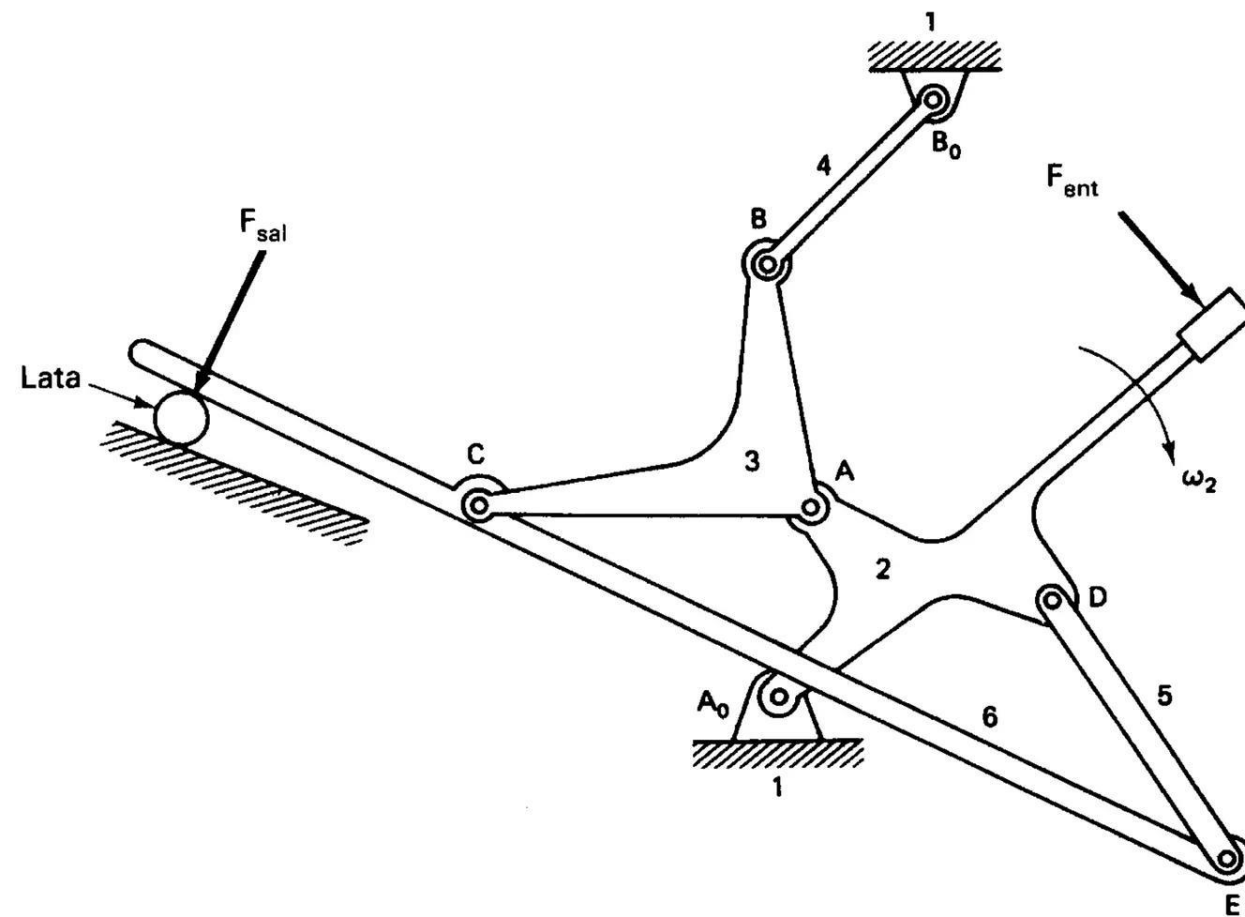


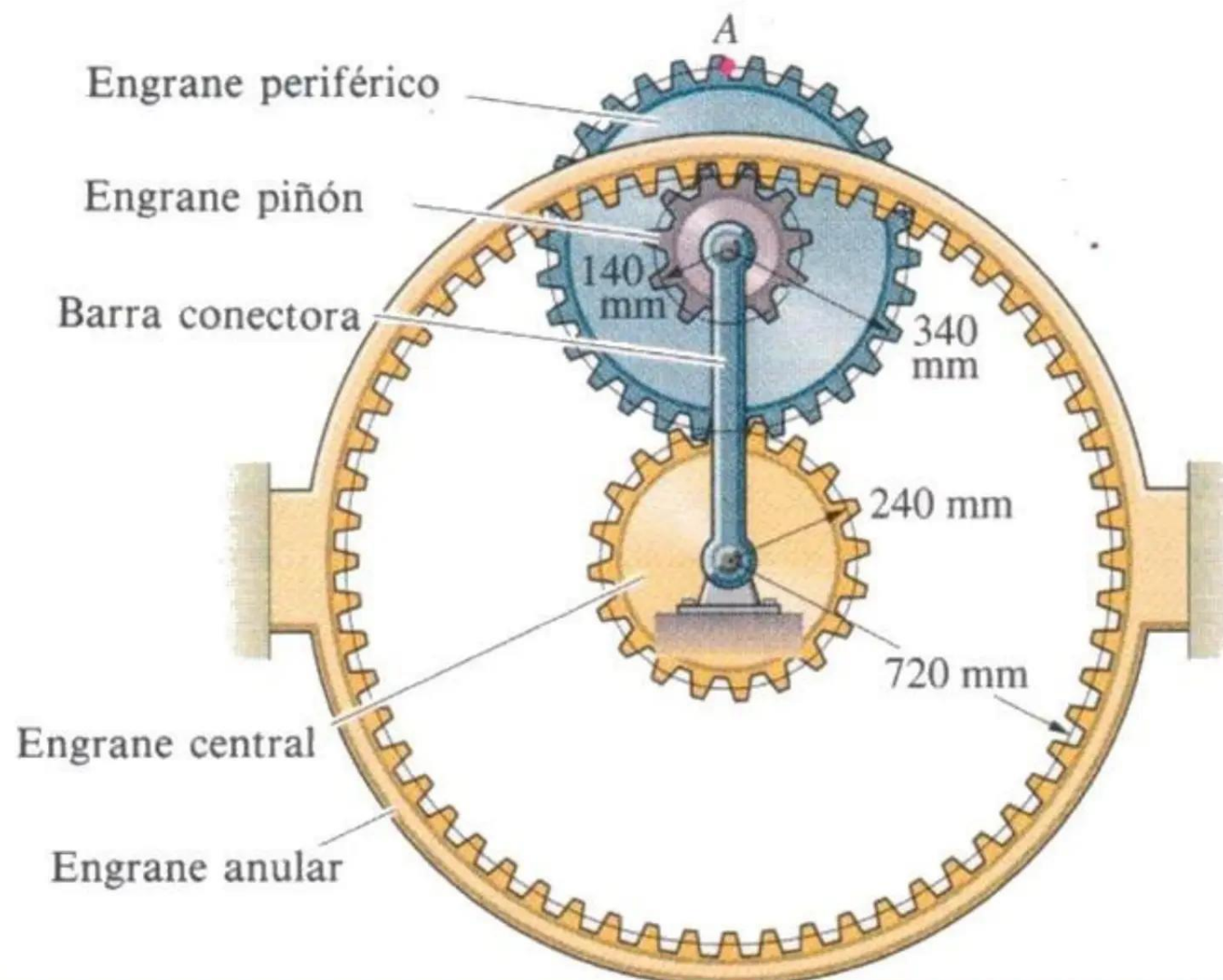


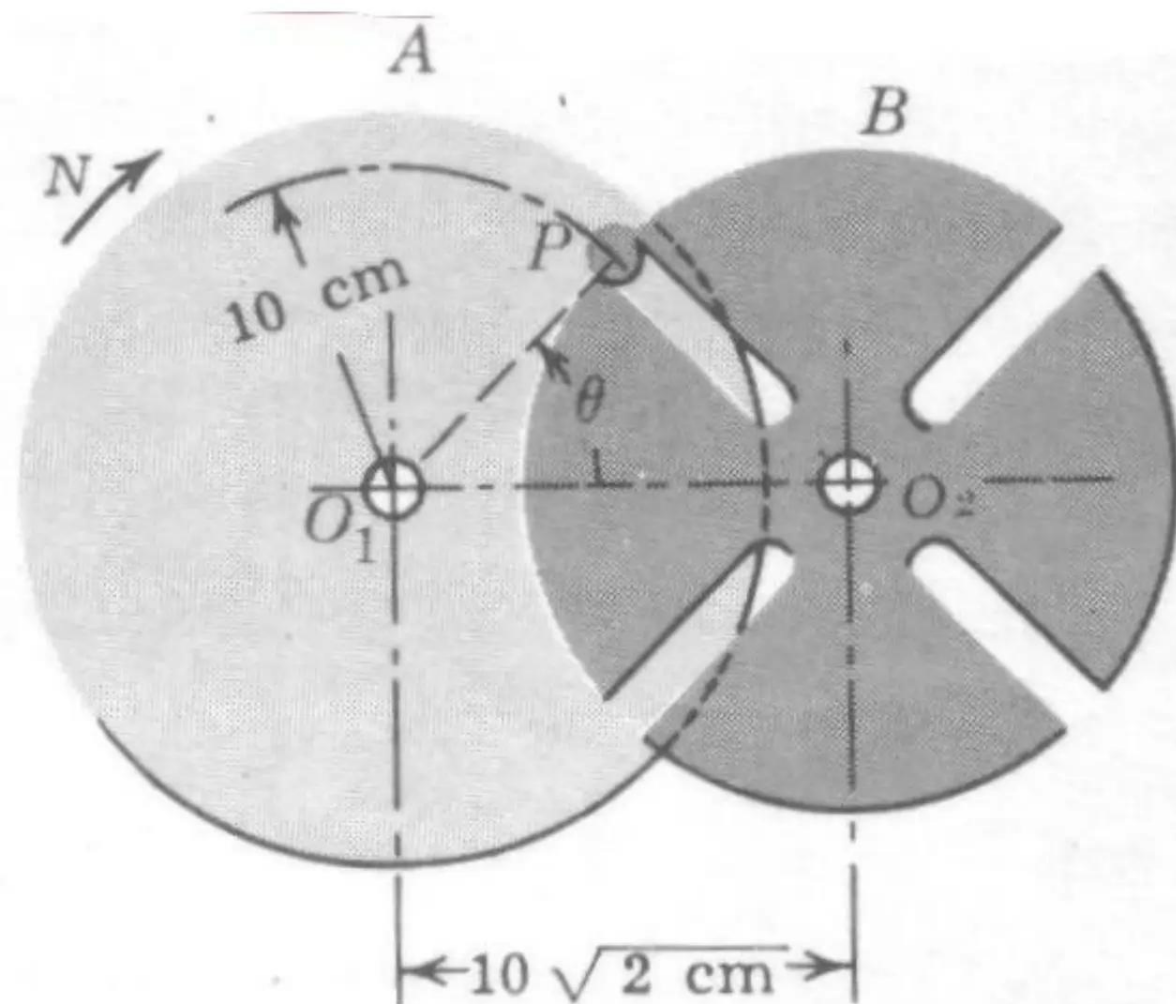












**GENEVA**

