



FACULTAD  
DE INGENIERÍA

# MECANISMOS

MECÁNICA APLICADA  
MECÁNICA Y MECANISMOS

Ing. Carlos Barrera-2025

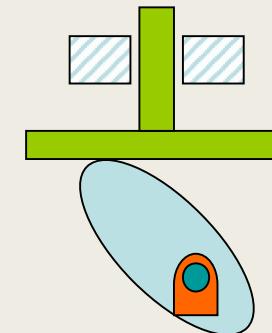
## OBJETIVOS

- **Describir las partes componentes de un mecanismo**
- **Analizar los parámetros característicos.**

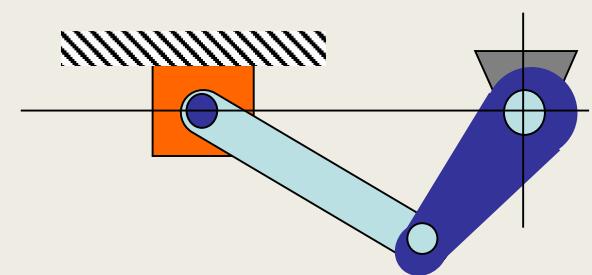
Tipo	Función	Mecanismos
Mecanismos de transmisión del movimiento	Transmiten el movimiento, la fuerza y la potencia producidos por un elemento motriz a otro punto.	Mecanismos de transmisión lineal  Mecanismos de transmisión circular
		Polea
		Polipasto
		Palanca
		Ruedas de fricción
		Sistemas de polea y correa
		Engranajes
		Cadenas
		Manivela-torno
		Piñón-cremallera
Mecanismos de transformación del movimiento	Transforman el movimiento circular en rectilíneo, o de rectilíneo a circular.	Mecanismos de transformación del movimiento circular en rectilíneo o viceversa.
		Mecanismos de transformación del movimiento circular en rectilíneo alternativo o viceversa.
		Biela-manivela
		Leva y excéntrica
Mecanismos auxiliares	Son toda una serie de elementos mecánicos que sirven para modificar o controlar algunos parámetros del movimiento, como permitir el giro en un solo sentido (trinquete), reducir la velocidad de giro (frenos), Absorver energía (resortes) y permitir el acoplamiento de ejes y árbols de transmisión (embragues y acoplamientos)	Cigüeñal
		Trinquetes
		Frenos
		Resortes
		Embragues
		Acoplamientos

# Clasificación

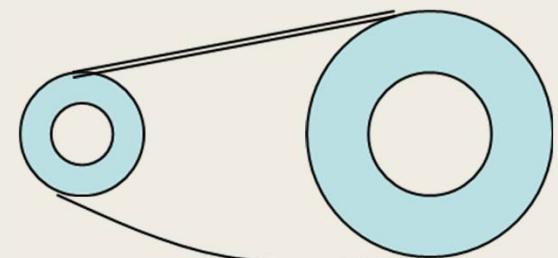
CONTACTO DIRECTO



ESLABON RIGIDO



ESLABON FLEXIBLE



**MECANISMO:** Sistema de cuerpos creado artificialmente. Destinado a transformar el movimiento de uno o varios cuerpos, en el movimiento que se quiere imprimir a otros cuerpos.

Por ej.: el mecanismo de un motor de combustión interna. Tiene los siguientes cuerpos sólidos que constituyen el mecanismo.

Cigüeñal, biela, pistón, leva, rodillo.

**ELEMENTOS:** Cuerpos sólidos que forman parte de un mecanismo. Un elemento puede ser una pieza o puede constar de varias piezas.

Por ej.: la biela está compuesto por el cuerpo de la biela, la tapa, los tornillos de unión, arandelas, etc.

Todas estas piezas están rígidamente unidas entre sí y se mueven como un solo cuerpo sólido.

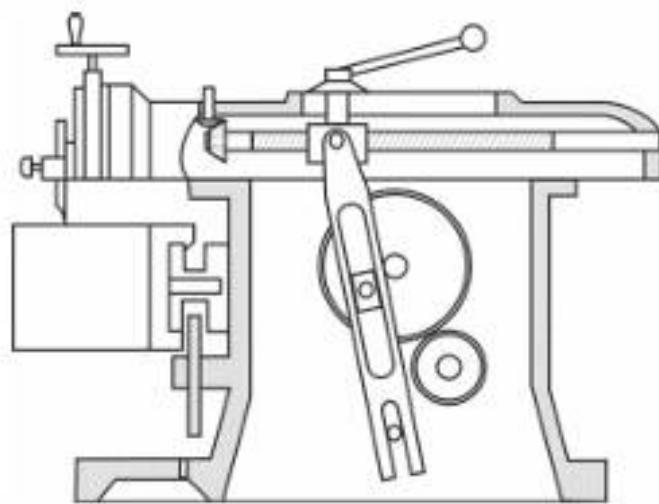
Aunque cada elemento tiene su propio movimiento especial, los movimientos de los diferentes elementos del mecanismo están relacionados entre sí.

**SOPORTE:** Elemento que permanece inmóvil

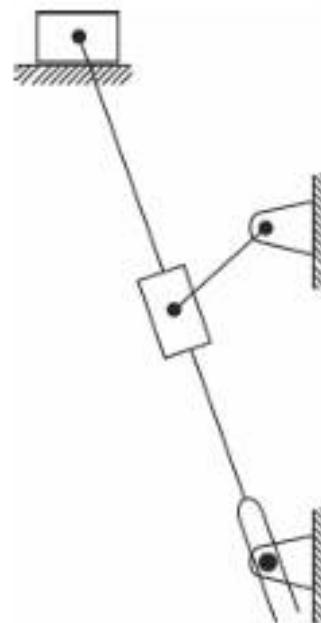
**PAR CINEMATICO:** Unión de dos elementos que están en contacto y que permite su movimiento relativo. Por ej.: el cigüeñal y la biela forman un par cinemático. Este par cinemático permite solo un movimiento (giro de un elemento con relación a otro) Por esto se llama par cinemático de un movimiento.



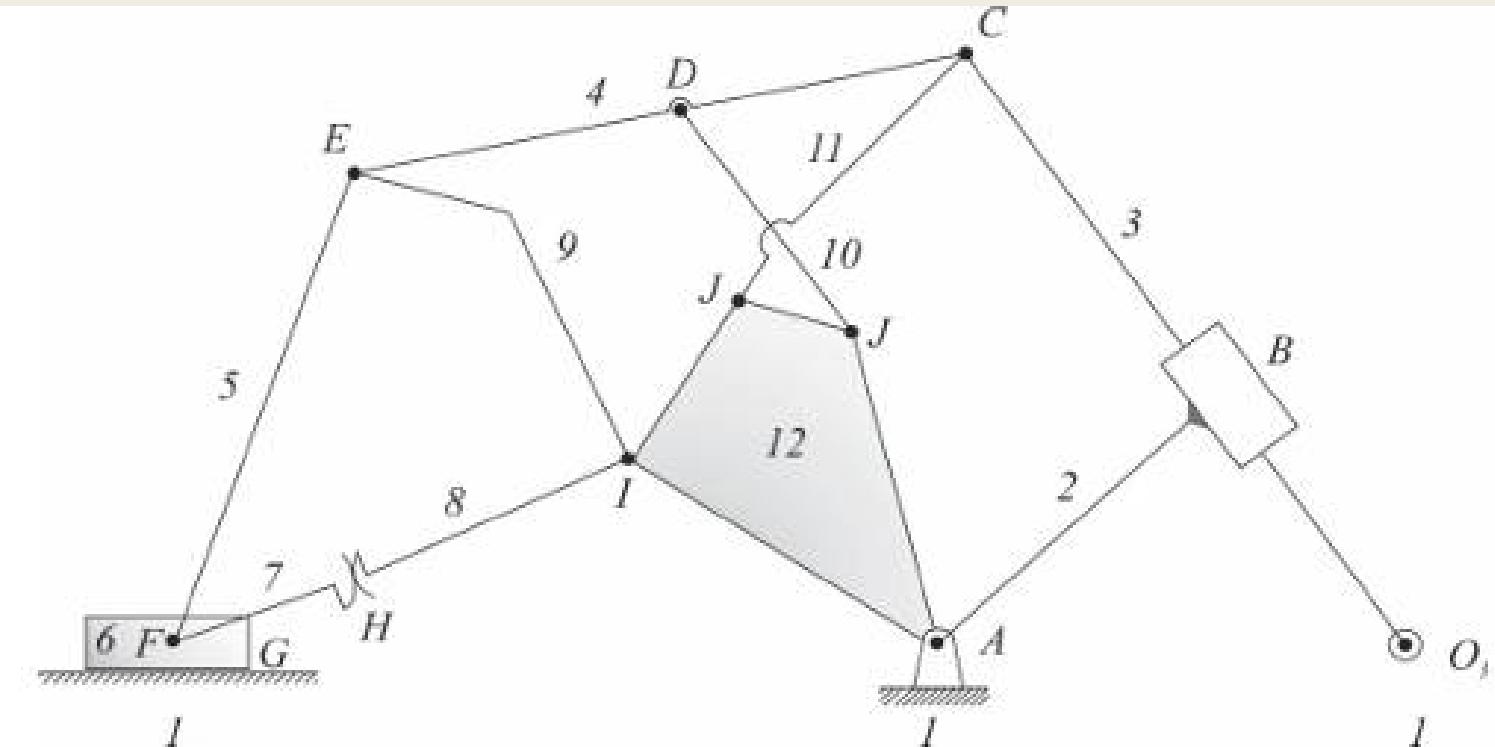
(a)



(b)



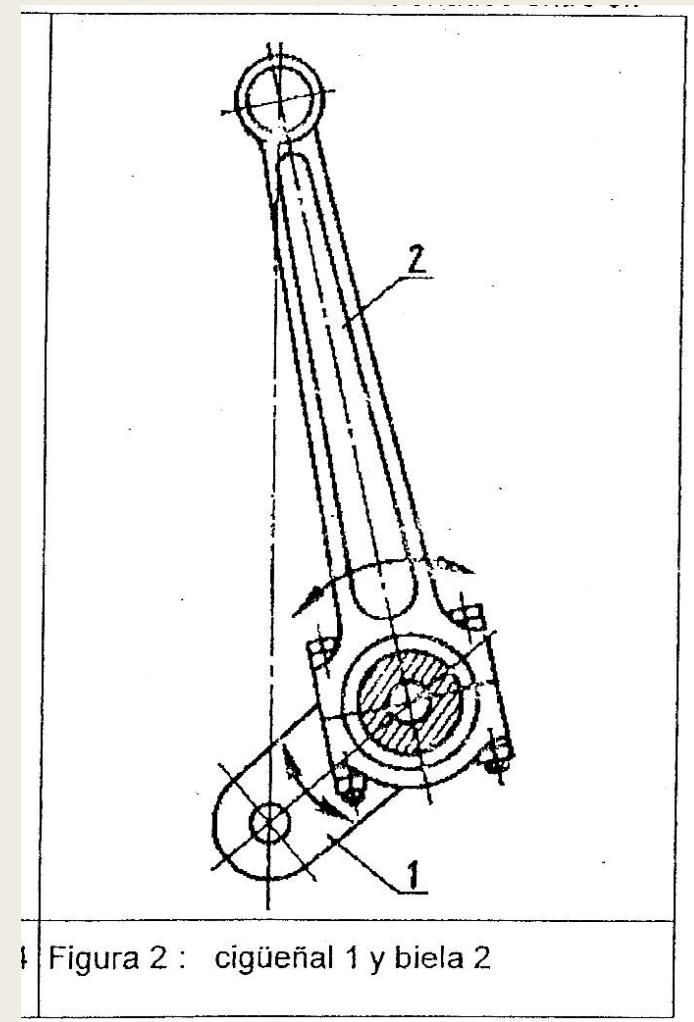
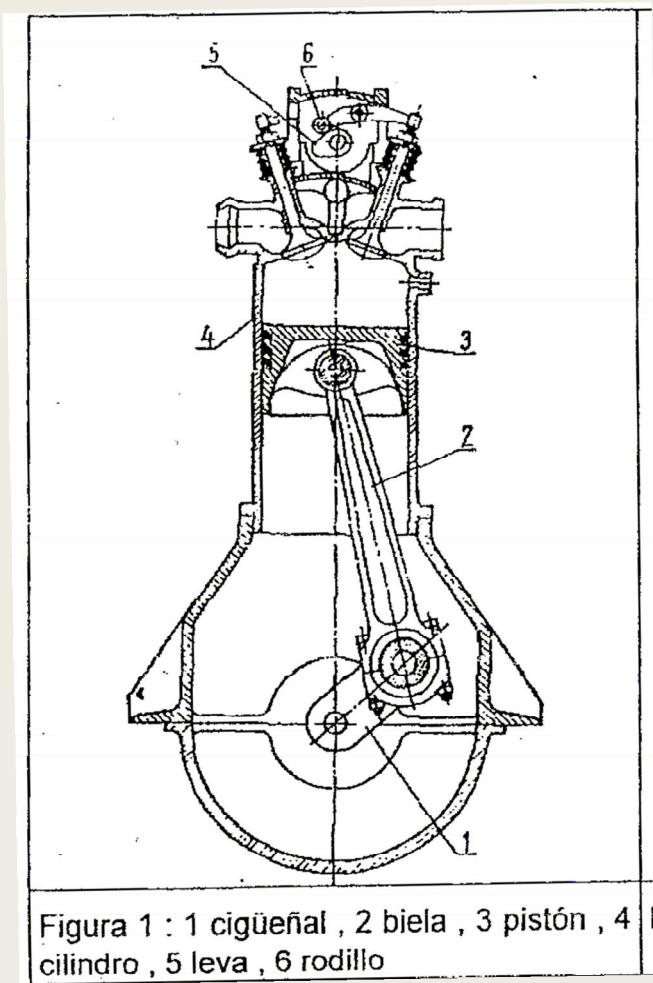
(c)



En el mecanismo anterior se puede apreciar como las barras se designan mediante números, reservando el número 1 para la barra fija, mientras que los pares se suelen denotar mediante letras. Se pueden observar pares de revolución, como por ejemplo en los nudos C, D y E. Se aprecia que C y E son nudos *ternarios*, esto es, confluyen en ellos tres barras, pero que en D se unen sólo dos barras (nudo *binario*). Para los pares de revolución que unen una barra con la fija se pueden emplear dos notaciones, así como dos simbologías diferenciadas, por ejemplo en A o en O<sub>3</sub>. Nótese los pares prismáticos que unen en G y en B las barras 1-6 y 2-3, respectivamente. En H se tiene un contacto entre dos superficies curvas, que podría corresponder a una rodadura sin o con deslizamiento. Generalmente este será un dato que se aporte al usuario.

En este texto se considerará que los pares cinemáticos unen parejas de barras; por ejemplo, en el nudo E de la Figura 1.8 confluyen 3 barras que se considerarán unidas por 2 pares cinemáticos, siendo irrelevante desde el punto de vista cinemático cómo se enlazan dichas parejas de barras mediante los pares tipo R.

**CADENA CINEMATICA:** Conjunto de cuerpos unidos entre sí donde los cuerpos están dispuestos de tal manera que el movimiento de dos de ellos determina el movimiento de todos los demás y el movimiento resulta obligado.



Un cuerpo libre en el espacio tiene 6 grados de libertad, es decir puede realizar 6 movimientos entre sí.

Por ej.: el elemento 1 puede realizar tres movimientos de translación paralelos a los ejes x, y ,z y tres movimientos giratorios.

Si el elemento 1 forma un par cinemático con otro elemento que está rígidamente unido al sistema de coordenadas, entonces el elemento 1 no puede tener 6 movimientos respecto al otro.

Según el carácter de las uniones el elemento 1 puede realizar uno, dos, tres, cuatro o cinco movimientos respecto a otro elemento, formando con este un par cinemático de uno, dos, tres, cuatro o cinco movimientos. Los movimientos posibles de un elemento respecto a otro, pueden ser de giro G o de translación T.

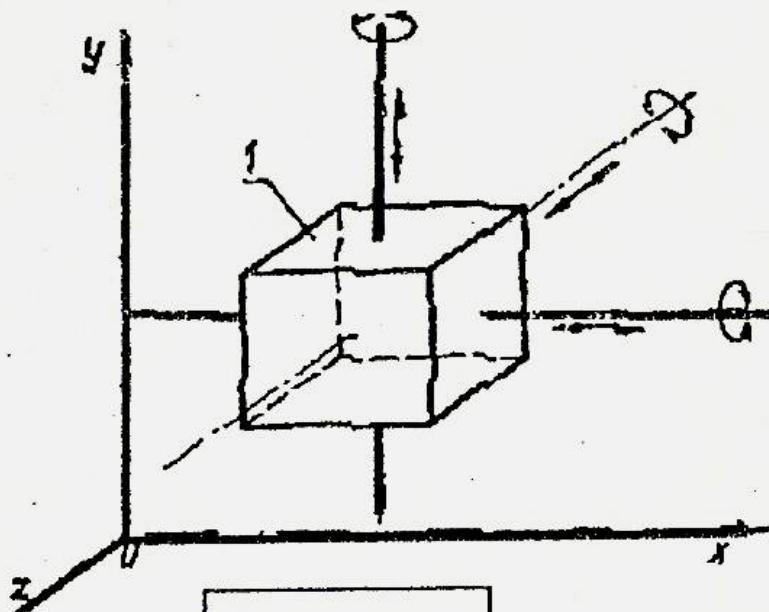


Figura 3

## PARES CINEMATICOS

**PAR INFERIOR:** El contacto entre los dos cuerpos es una superficie.

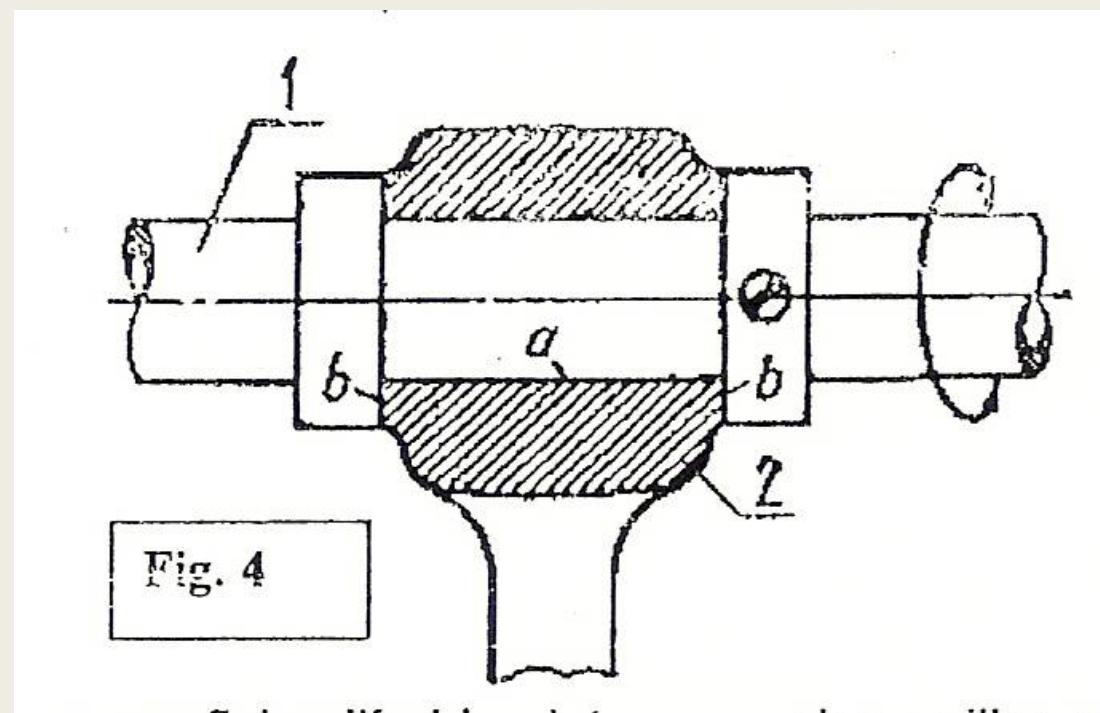
Se clasifican en **Par de Rotación** y **Par de Desplazamiento o Deslizamiento**.

**PAR SUPERIOR:** El contacto entre los dos cuerpos es un punto o una línea.

**PAR HELICOIDAL:** El movimiento de un cuerpo tiene involucrado el movimiento de la otra parte.

En la figura se muestran los elementos 1 y 2 que forman un par cinemático de un movimiento, hay un movimiento de giro G de un elemento respecto al otro.

Este par se denomina par cinemático giratorio.



Cada elemento posee superficies, líneas o puntos por medio de los cuales este puede estar en contacto con otro formando un par cinemático.

**En la figura siguiente se muestra un par cinemático de traslación T**

**El elemento 1 respecto al elemento 2 solo tiene el movimiento de traslación. La superficie de contacto de estos elementos son las caras planas externas del elemento 1 y las caras planas internas del elemento 2.**

**En la figura se muestra un par cilíndrico, es decir un par cinemático de dos movimientos del tipo GT, se permite un movimiento giratorio y otro de traslación**

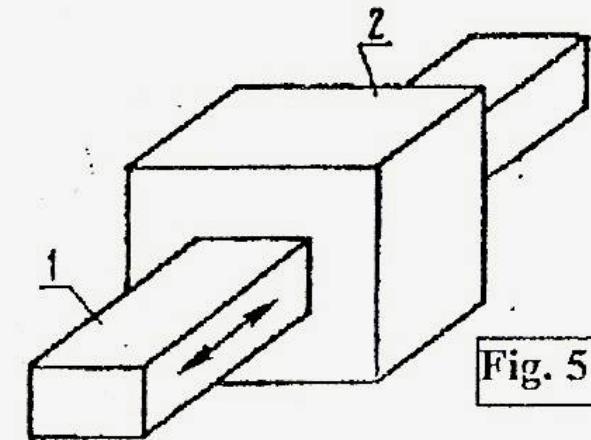


Fig. 5

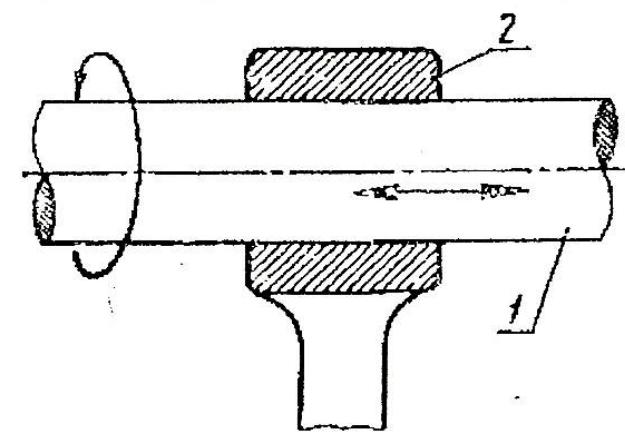
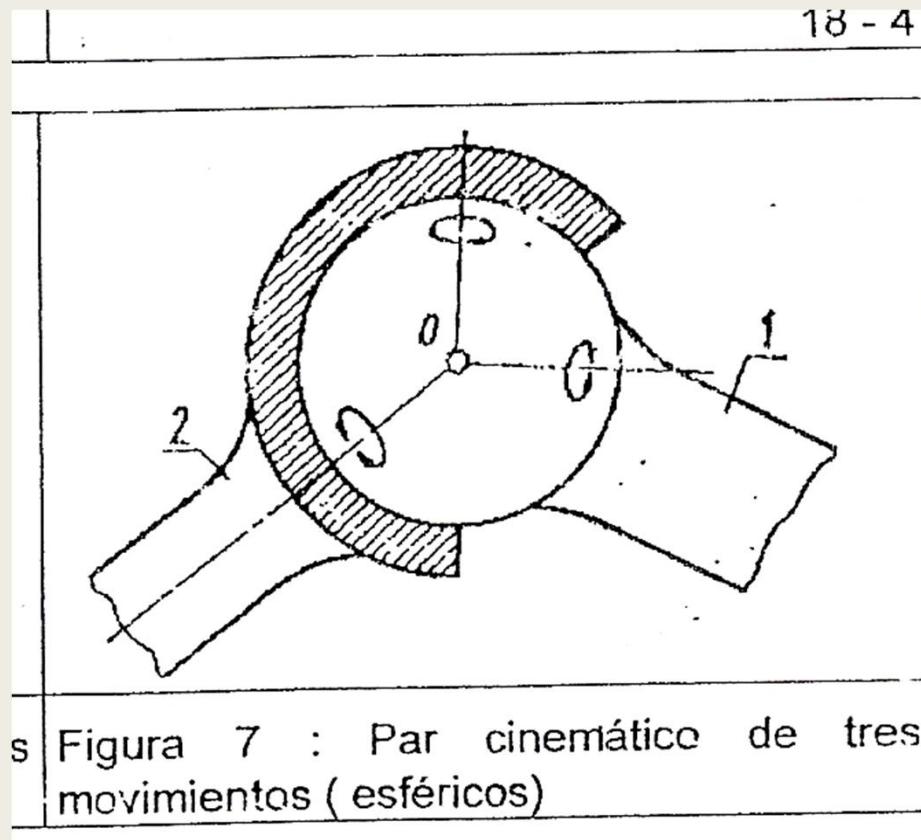


Figura 6 : par cinemático de dos movimientos ( cilíndrico)

## PAR CINEMATICO DE TRES MOVIMIENTOS (Esféricos)

En el par esférico el elemento 1 tiene una cabeza de forma esférica, que entra en la superficie esférica del elemento 2. En un par esférico, el elemento 1 puede girar respecto a cualquier eje que pase por el centro de la esfera O y en particular, respecto a los tres ejes de coordenadas, por esto el par esférico es un par cinemático de tres movimientos del tipo GGG. Están en contacto las superficies esféricas externa e interna de los elementos 1 y 2.

18 - 4



## PAR CINEMATICO DE CUATRO MOVIMIENTOS

En el par cinemático de cuatro grados de movilidad GGTT, el cilindro 1 está en contacto con los dos planos paralelos del elemento 2 y puede girar alrededor de su propio eje, como también alrededor del eje perpendicular al plano del elemento 2. El cilindro 1 puede tener además dos movimientos de traslación en dos sentidos perpendiculares.

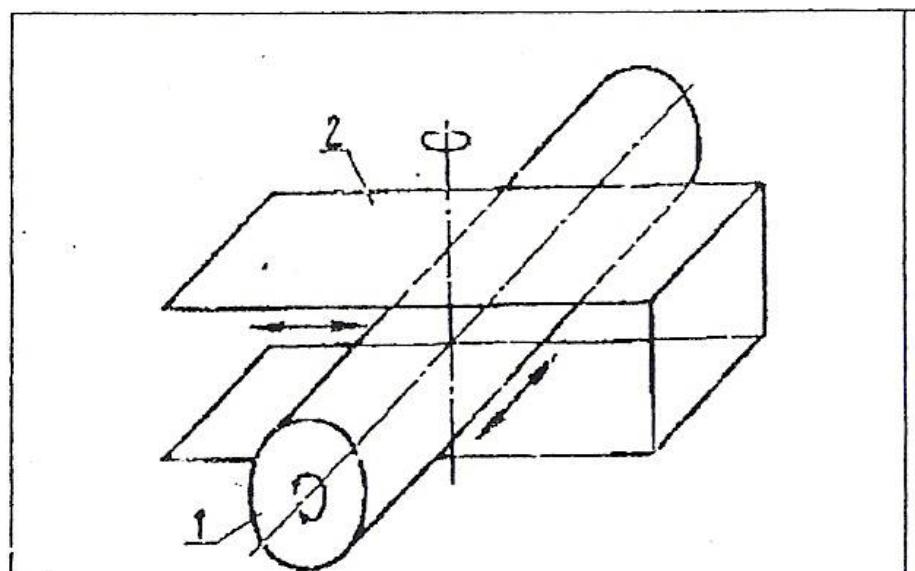
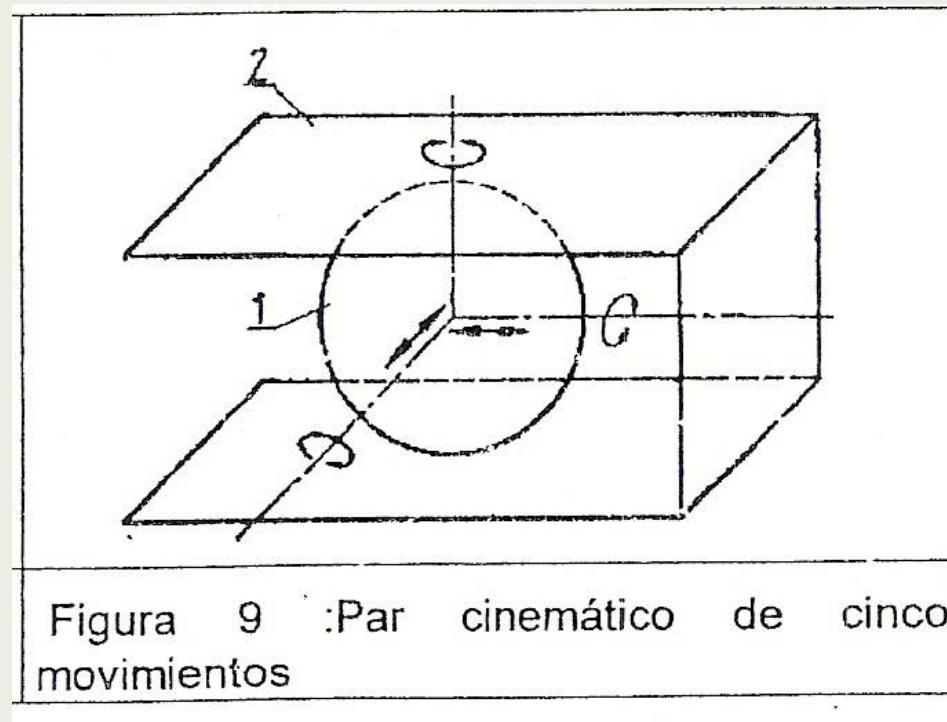


Figura 8 : Par cinemático de cuatro movimientos

## PAR CINEMATICO DE CINCO MOVIMIENTOS

En el par cinemático de cinco movimientos hay un movimiento de giro complementario alrededor del tercer eje. La esfera 1, con respecto al plano 2, puede realizar cinco movimientos independientes.

La superficie cilíndrica del elemento 1 y los planos paralelos del elemento, sirven como superficies de contacto del par cinemático.



En los pares cinemáticos expuestos, todos los movimientos se consideraron independientes. Sin embargo, existen pares cinemáticos en los cuales dos o varios movimientos están relacionados entre si según una dependencia determinada. Ejemplo de dicho par cinemático es un par helicoidal que frecuentemente forma parte de diferentes mecanismos.

El tornillo 1 respecto a la tuerca 2 tiene un movimiento giratorio alrededor de su propio eje y al mismo tiempo se desplaza a lo largo de este eje.

Al girar un ángulo  $\phi$  el tornillo 1 se desplaza a lo largo del eje en una magnitud determinada.

$$X = k^* \phi$$

Esto es un par cinemático helicoidal y se considera independiente solo un movimiento (el de traslación o el de giro). Están en contacto las superficies helicoidales.

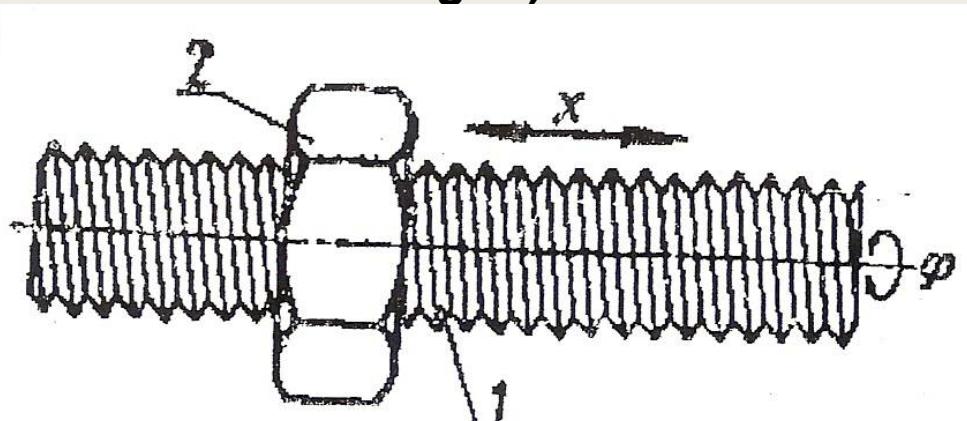


Figura 10 : Par cinemático de un movimiento ( helicoidal)

**Un eslabón simple es un cuerpo rígido que solo tiene dos uniones que se conectan con otros eslabones.**



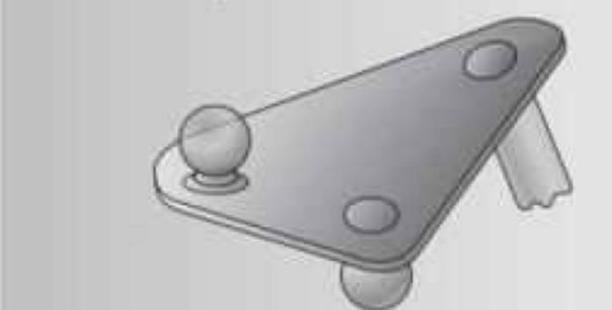
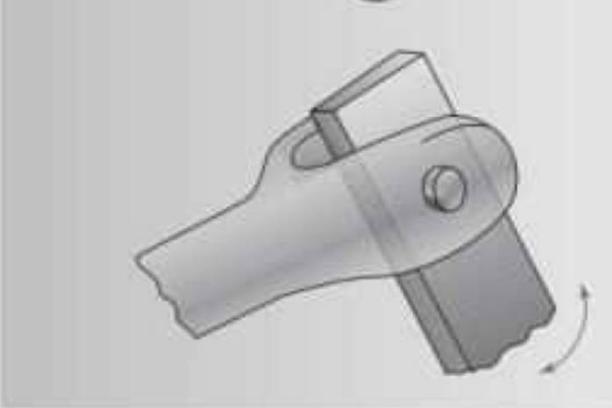
a) Eslabón simple

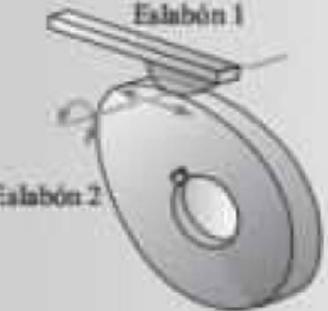
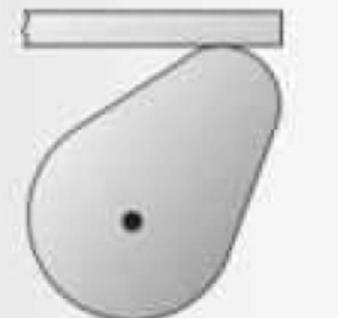
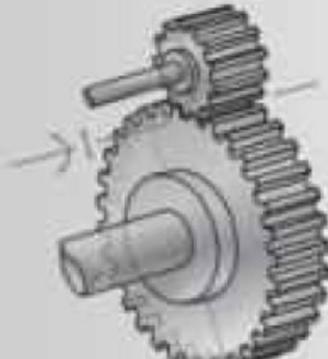
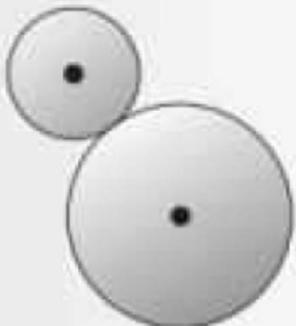


b) Eslabón complejo

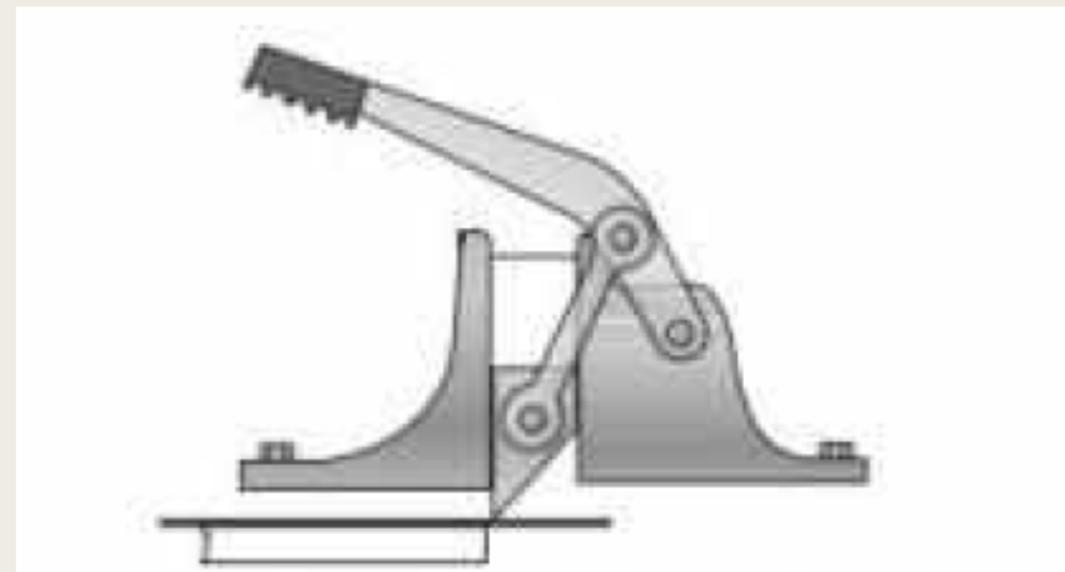
Las partes de un mecanismo se pueden representar de manera esquemática, de modo que se muestren las dimensiones que influyen en el movimiento del mecanismo. Esta representación se conoce como “Diagramas cinemáticos”. La tabla muestra las convenciones que se usan en la elaboración de los diagramas cinemáticos.

Es necesario que un diagrama cinemático se dibuje a una escala proporcional con el mecanismo real. Los eslabones se numeran iniciando con la bancada como el eslabón número 1. Las uniones se identifican con letras.

Componente	Forma común	Representación cinemática
Eslabón simple		
Eslabón simple (con un punto de interés)		
Eslabón complejo		
Unión de perno		

Componente	Forma común	Representación cinemática
Unión de corredera		
Unión de leva		
Unión de engranes		

**Ejemplo: La figura es una máquina que se usa para cortar chapa.  
Elabore un diagrama cinemático.**



**El primer paso para generar el diagrama cinemático es decidir la parte que se diseñará como la bancada. El movimiento de todos los demás eslabones se determinará en relación con la bancada.**

**En este problema, la base sujetada a la mesa se designa como bancada. La base se identifica como el eslabón 1.**

**2) Luego hay que identificar los demás eslabones, es decir las partes que se mueven:**

**Eslabón 2: Mango**

**Eslabón 3: Cuchilla cortante**

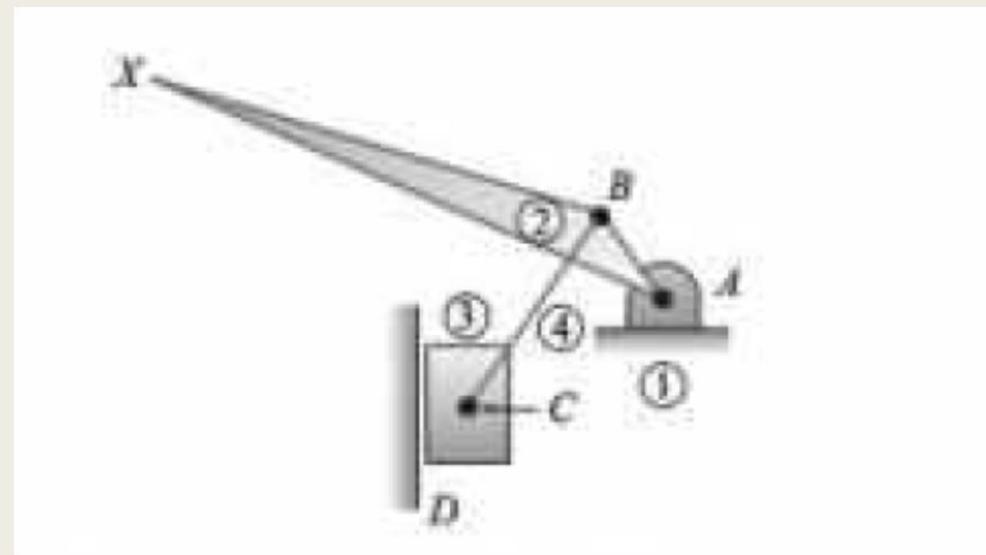
**Eslabón 4: Barra que conecta la cuchilla con el mango.**

**3) Identificar las uniones:** Se utilizan pernos para unir el eslabón 1 al 2, el 2 al 3 y el 3 al 4. Esas uniones se identifican con letras A a C.

Asimismo, la cuchilla se desliza hacia arriba y hacia abajo, a lo largo de la base. Esta unión de corredera conecta el eslabón 4 con el 1 y se identifica con la letra D.

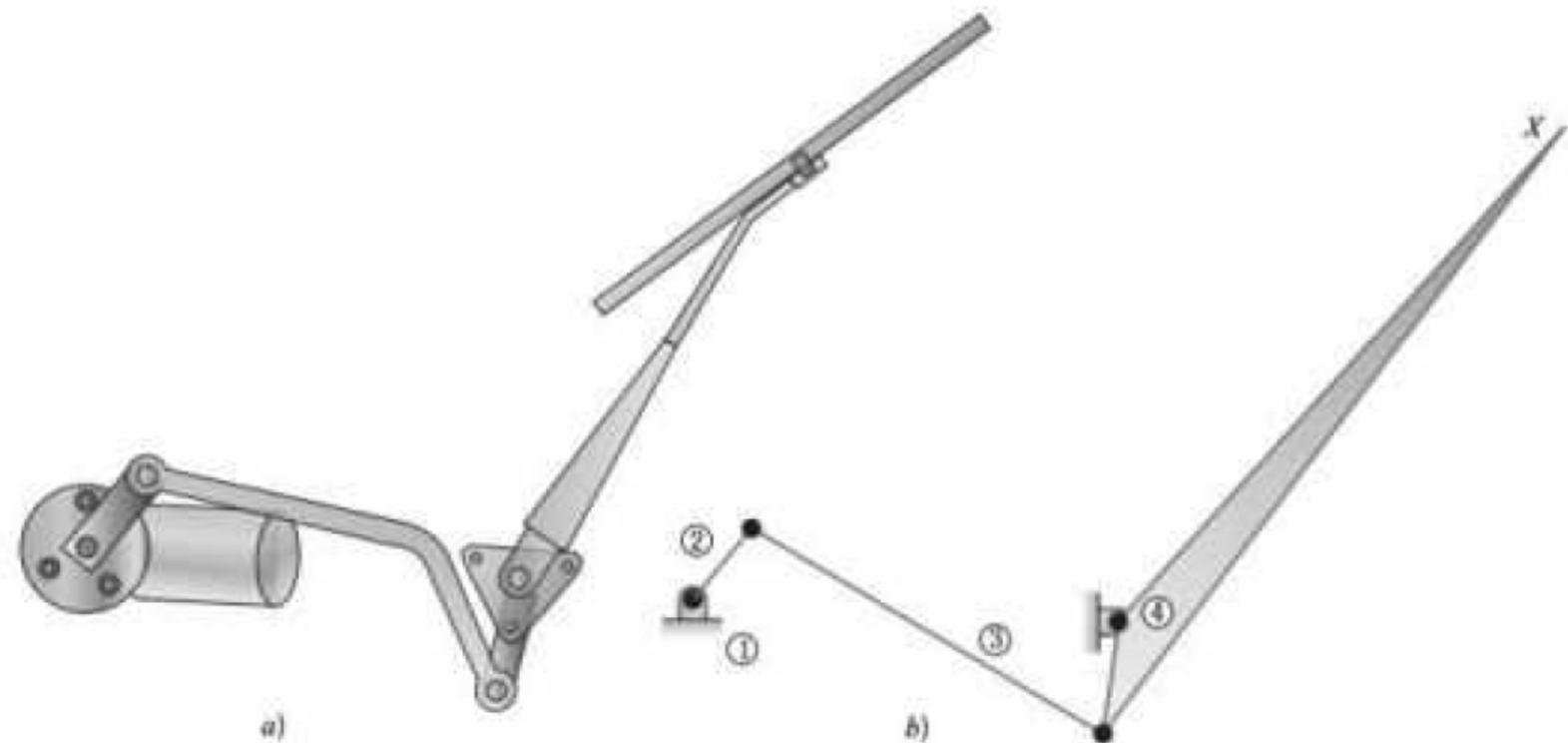
**4) Por último, se desea conocer el movimiento en el extremo del mango, que se identifica como el punto de interés X.**

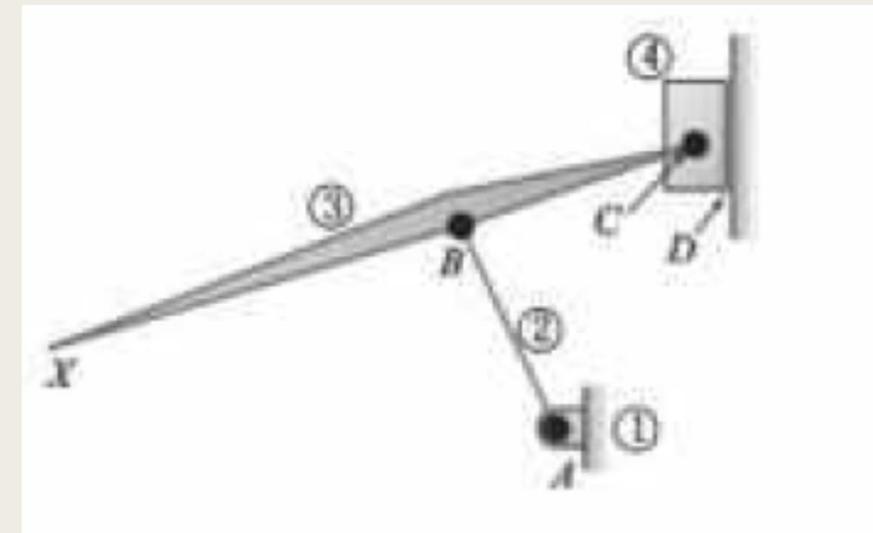
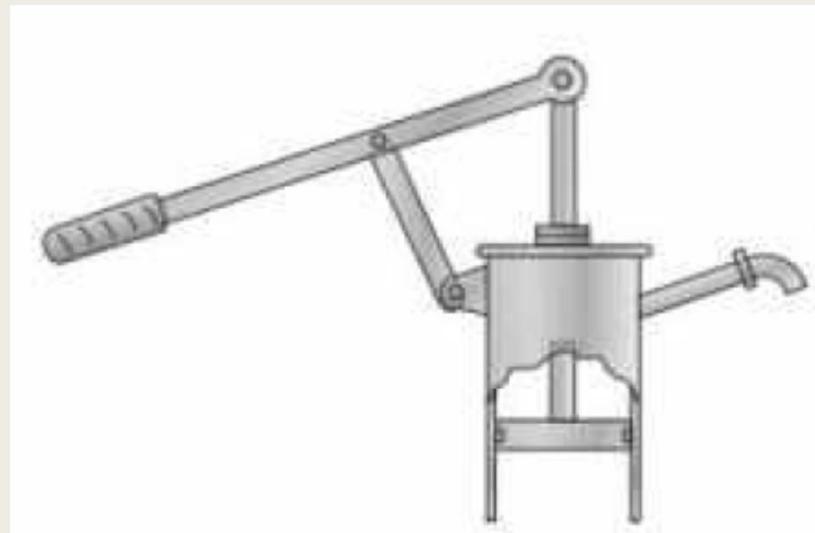
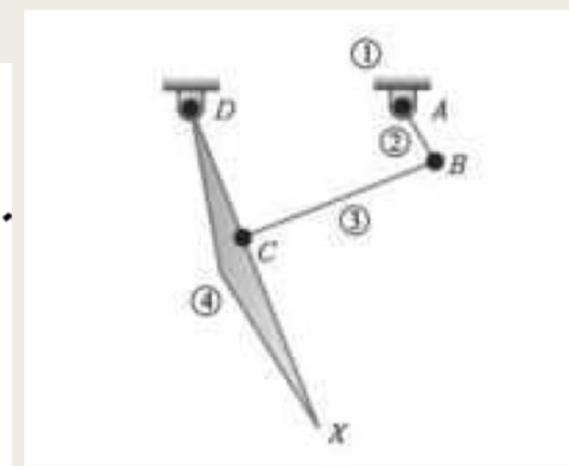
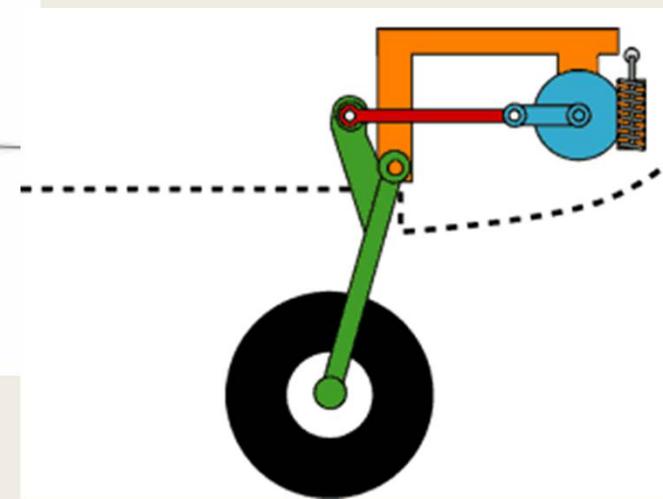
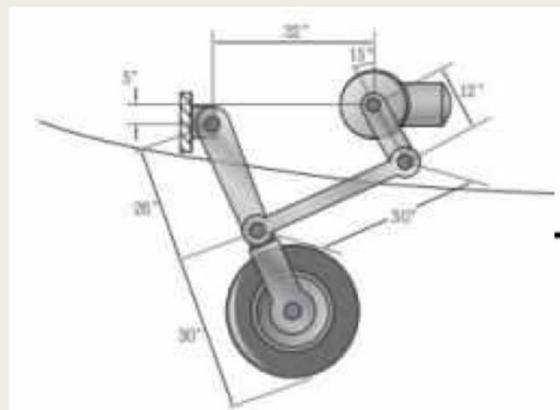
**5) El diagrama cinemático es el siguiente:**



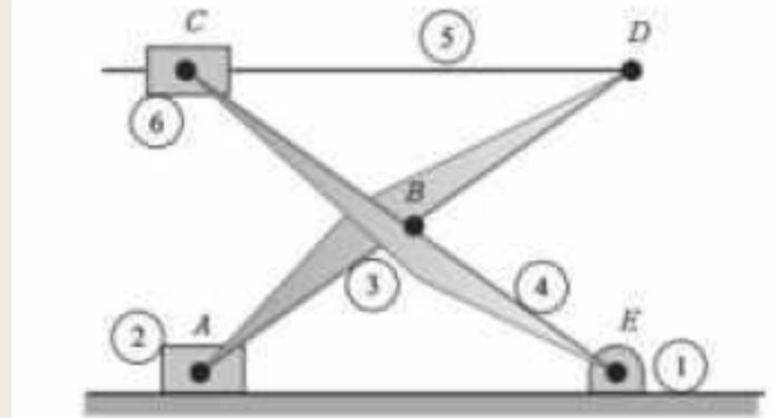
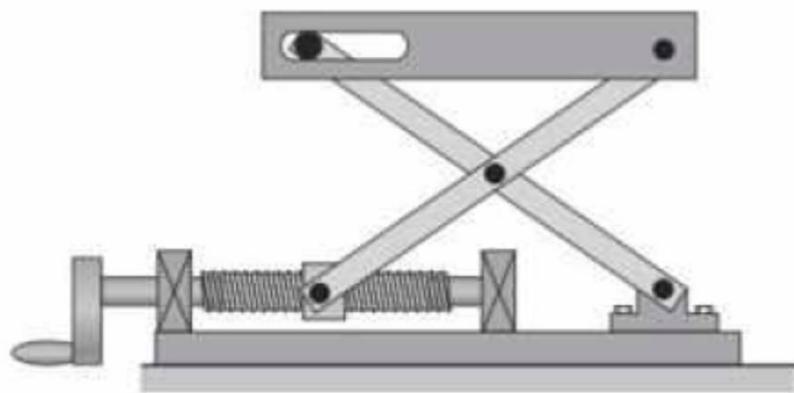
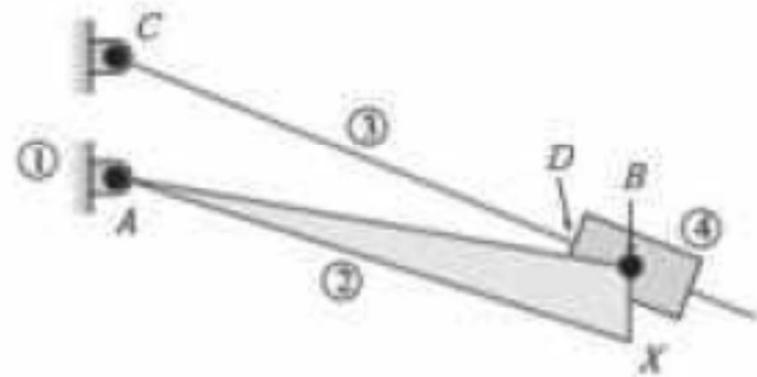
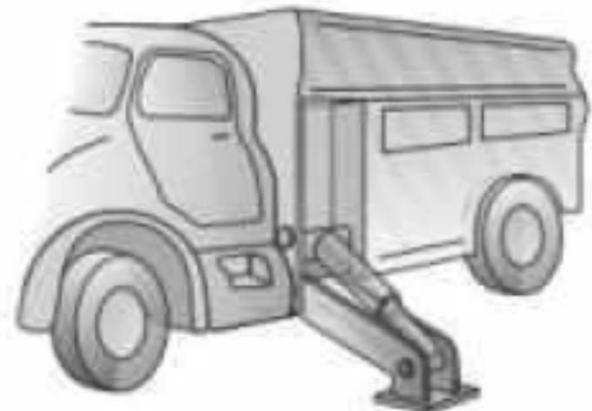
## MECANISMO DE CUATRO BARRAS

Es una combinación de cuatro eslabones, uno designado como bancada y conectado por cuatro uniones de perno.





20:41

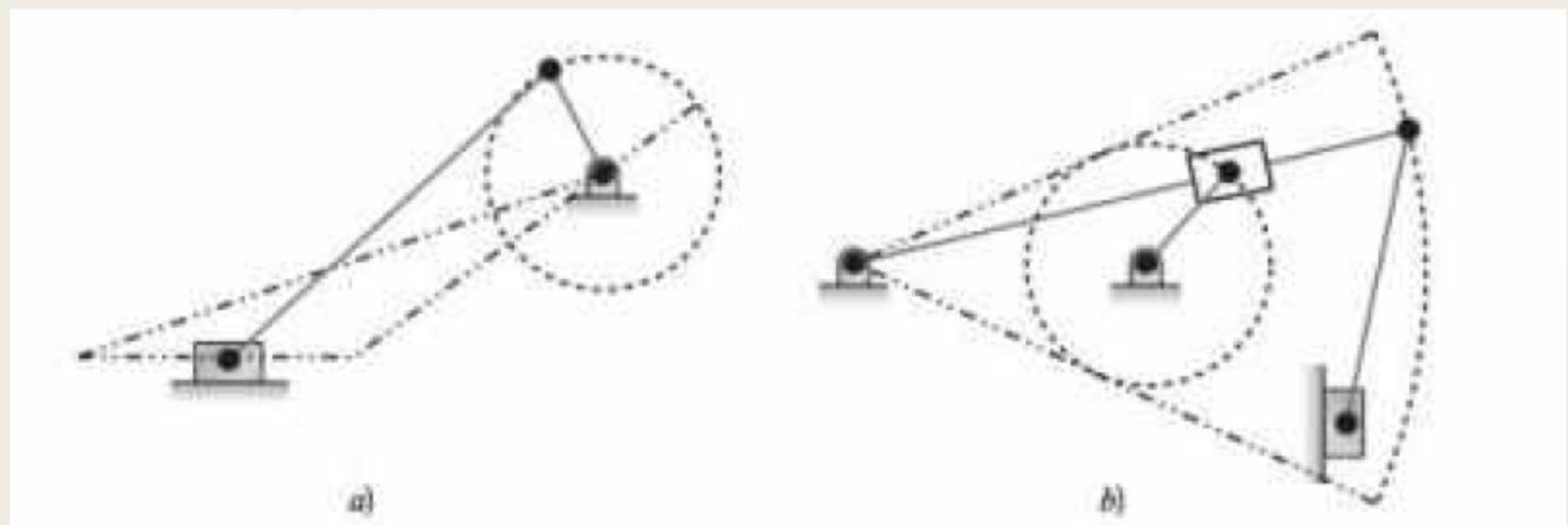


Cátedra:

MECÁNICA  
APLICADA-  
MECÁNICA Y  
MECANISMOS

## MECANISMOS DE AVANCE RÁPIDO

Estos mecanismos tienen un avance más rápido en una dirección que en la otra. Se utilizan en máquinas herramientas que requieren una carrera de corte lento y una de retorno rápido. La primera figura corresponde a un torno y la segunda a una limadora.



# PARES CINEMATICOS PLANOS

**Los pares cinemáticos anteriores están formados por mecanismos en los que los puntos de sus elementos describen trayectorias no planas o trayectorias que se encuentran en planos que se cruzan.**

**En la práctica están difundidos los mecanismos en los que los puntos de sus elementos describen trayectorias planas que se encuentran en planos paralelos. Tales mecanismos se denominan mecanismos planos.**

Un elemento libre al moverse en el plano xy puede tener solo tres movimientos independientes: dos de traslación y uno giratorio alrededor del eje perpendicular al plano xy. En un plano pueden existir solo pares cinemáticos del tipo G, T y GT.

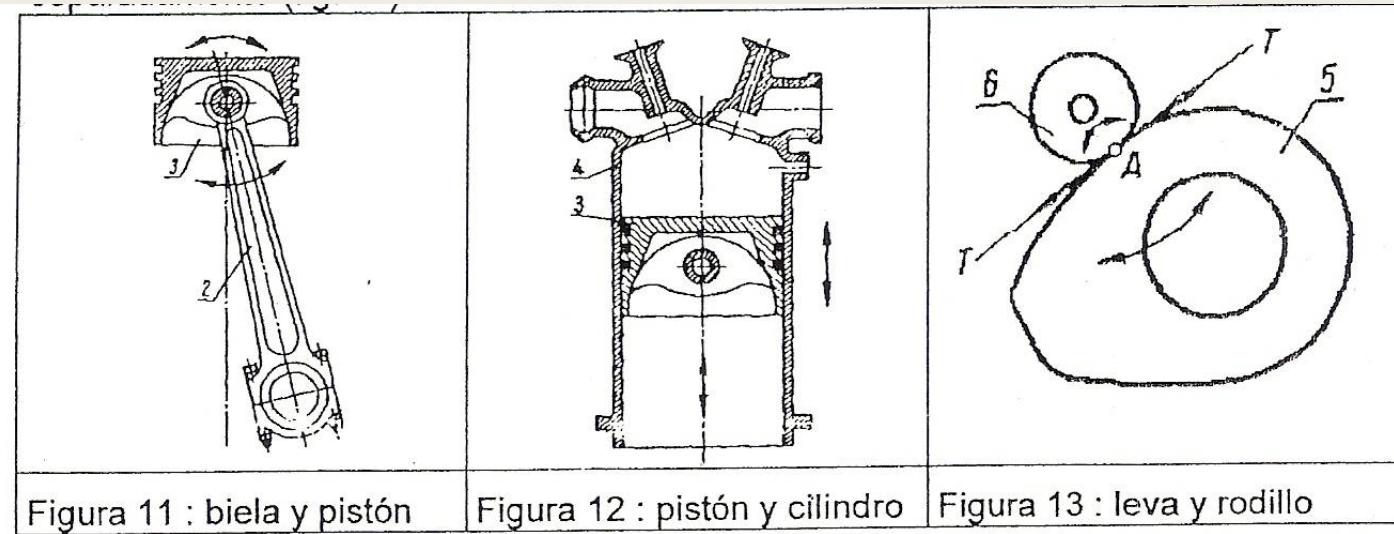
Por ej.: los pares cinemáticos del motor puede ser considerado como un mecanismo plano.

Para poder determinar que par cinemático forman la biela 2 y el pistón 3 analicemos estos dos elementos separadamente. El pistón respecto a la biela puede solo girar, es decir tiene solo un movimiento. El pistón y la biela forman un par cinemático del tipo G.

Analicemos ahora el pistón y el cilindro. Considerando el movimiento solo en el plano se observa que el pistón con relación al cilindro puede moverse en traslación. Es decir que forman un par cinemático de un grado de movilidad tipo T.

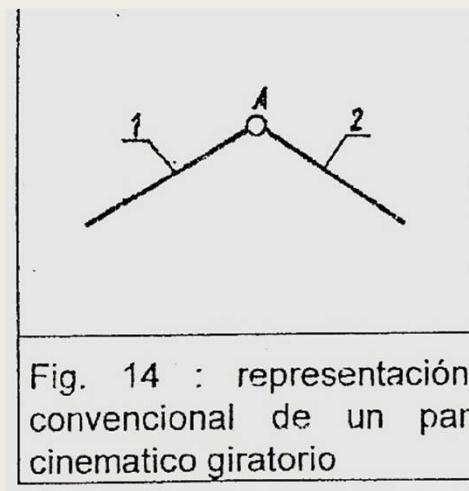
Otro ejemplo: la leva y el rodillo forman un par cinemático de dos grados de movilidad del tipo GT.

En conclusión, para determinar que par cinemático forman dos elementos se deben examinar estos dos elementos por separado y establecer cuantos y que clase de movimientos puede tener cada elemento respecto al otro.



**Para una representación mas cómoda de los pares cinemáticos planos y de sus elementos, se usan signos convencionales.**

**Un par cinemático de giro se representa de la siguiente manera:**



**Un par de translación se representa:**

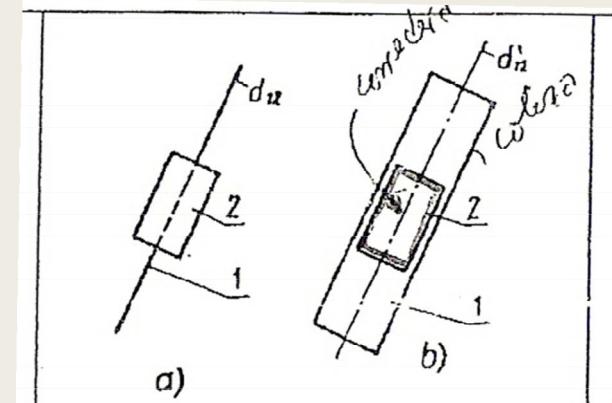


Fig. 15 : ídem de un par cinemático de translación

**Un par cinemático de dos grados de movilidad se representa:**

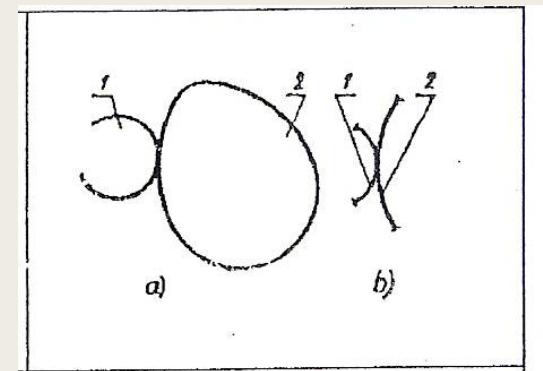
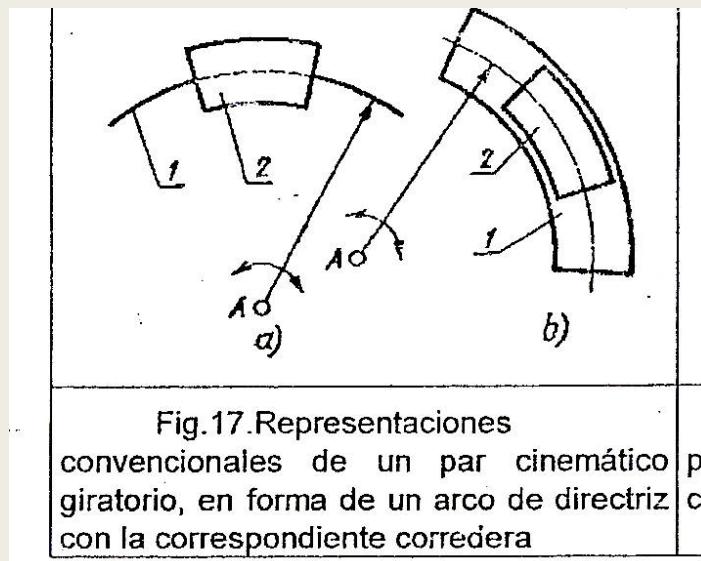


Fig. 16 : ídem de un par cinemático plano de dos movimientos

**En un par de traslación es característica la dirección del movimiento relativo, la cual es paralela a la directriz de este par. Como directriz de un par de traslación se toma la línea media**

**La construcción de los pares cinemáticos puede ser muy variada.**

**Por ejemplo en la figura se muestra una representación esquemática de un par cinemático de giro, mediante una directriz que tiene la forma de un arco**



**El elemento que constituye dos pares giratorios se representa esquemáticamente en forma de una línea recta con dos círculos en sus extremos.**

20:41

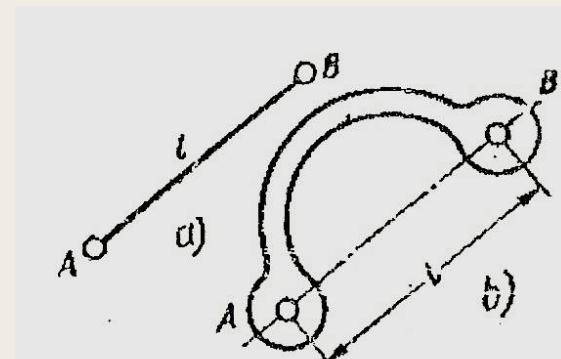


Fig.18. Elemento que constituye dos pares de giro: a, representación convencional; b, forma real del elemento

**El elemento que forma parte de tres o mas pares giratorios, se representa esquemáticamente con un triangulo o como un polígono, sin tener en cuenta la estructura constructiva real del elemento.**

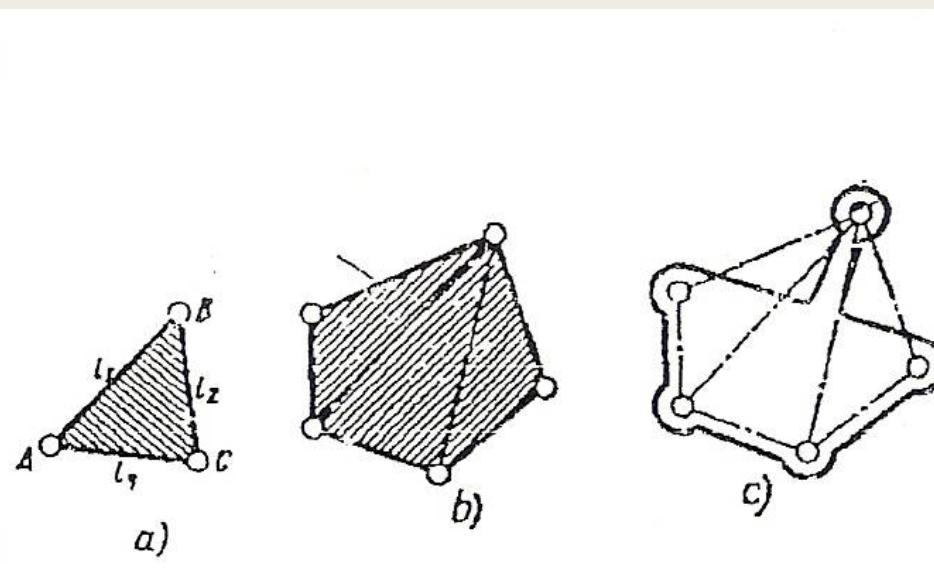


Fig.19. Representaciones convencionales de un elemento a: que forma parte de tres pares giratorios; b: que Constituye cinco pares de giro; c: forma real del mismo.

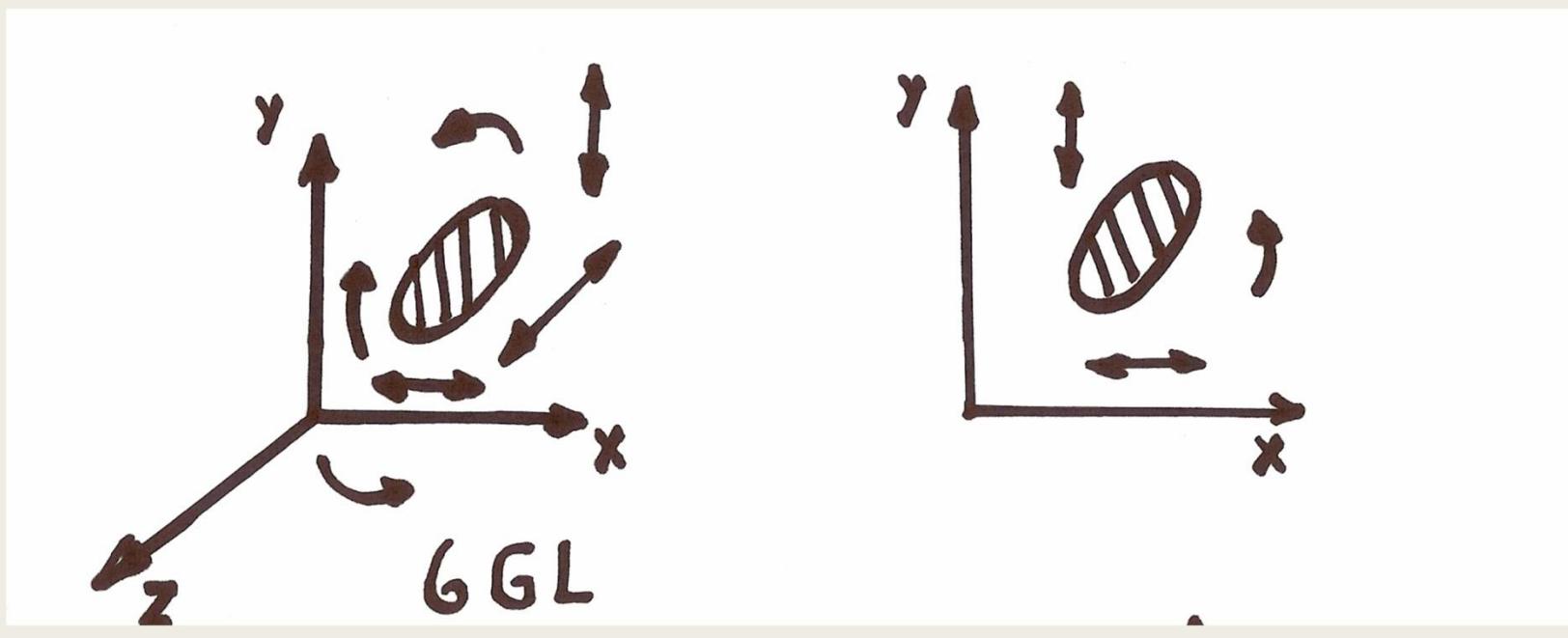
## NUMEROS DE GRADOS DE LIBERTAD DE UN MECANISMO

Cuando el mecanismo funciona, todos sus elementos excepto el elemento inmóvil (soporte), se desplazan y en cada instante ocupan posiciones definidas. Las posiciones de los elementos dependen de los parámetros dados. Dichos parámetros pueden ser los ángulos de giro de los elementos (coordenadas angulares) o sus desplazamientos lineales (coordenadas lineales).

Estas coordenadas se denominan coordenadas generalizadas del mecanismo.

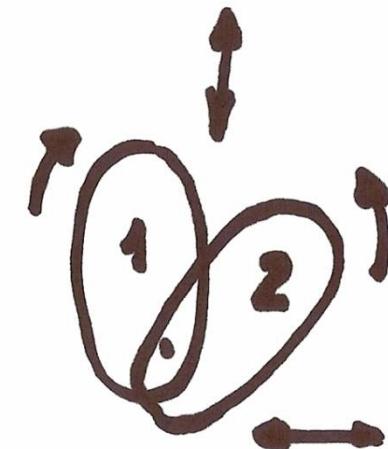
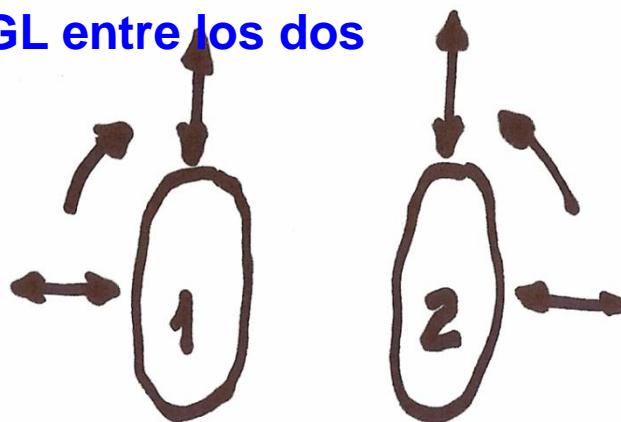
El número de coordenadas generalizadas del mecanismo se denomina también número de grados de libertad del mecanismo.

También se lo define como la cantidad de entradas que debe tener para poder obtener una salida predecible.



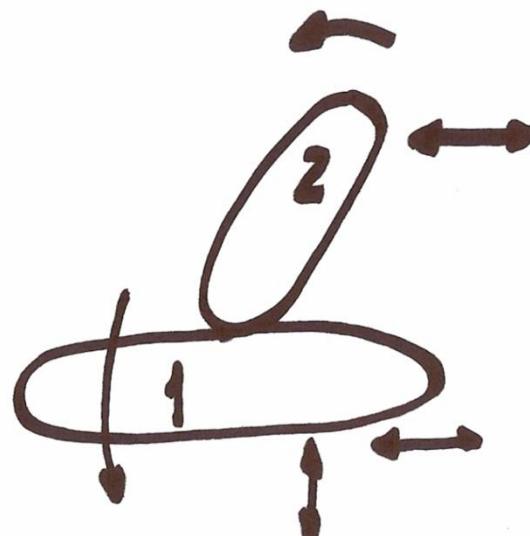
2 Elementos separados

Tienen 6 GL entre los dos



Si los uno mediante un Par Inferior

Tienen 4 GL entre los dos



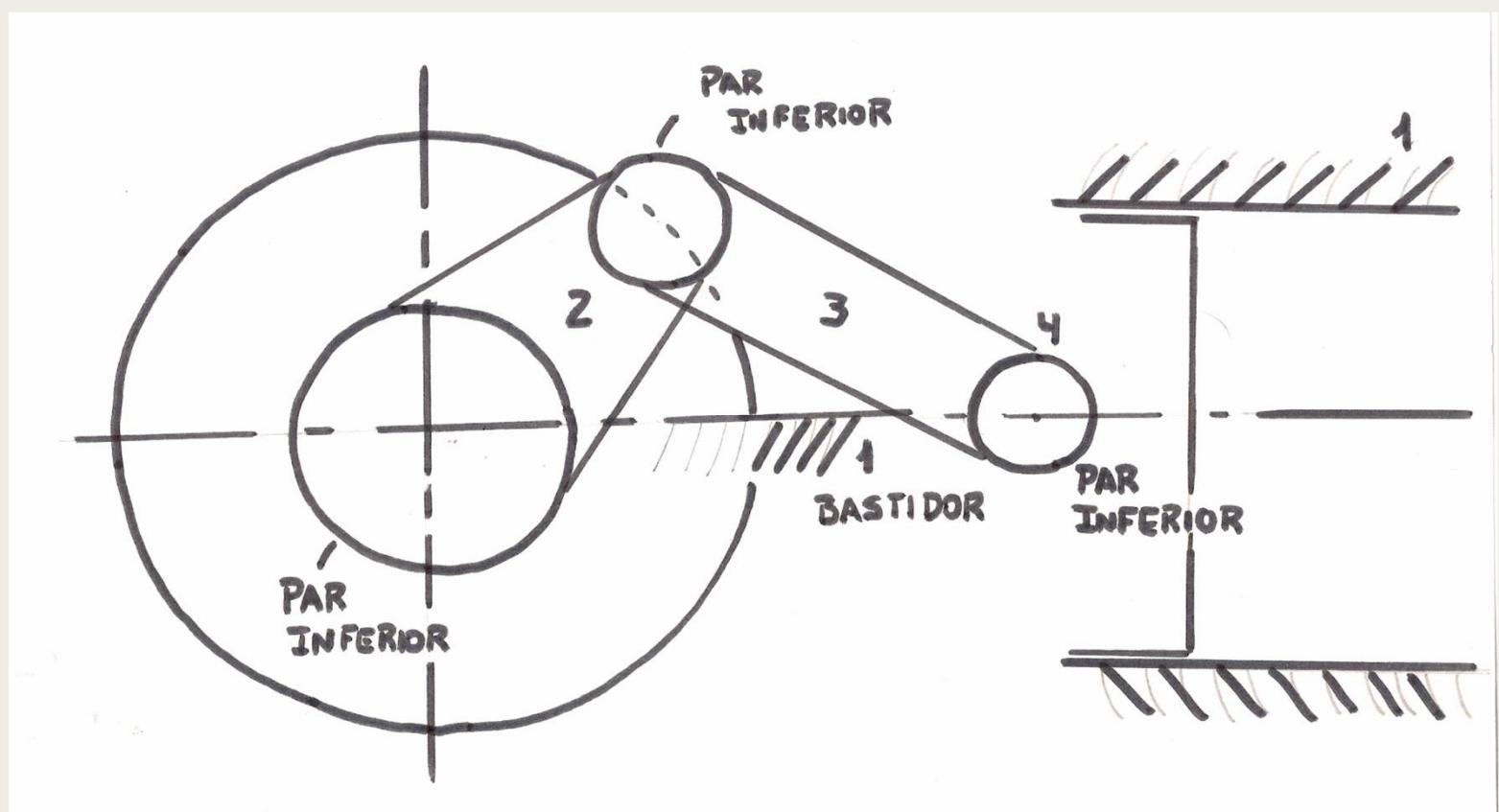
Si los uno mediante un Par Superior

Tienen 5 GL entre los dos

$$GDL = 3*n - 2*Pi - 1*Ps$$

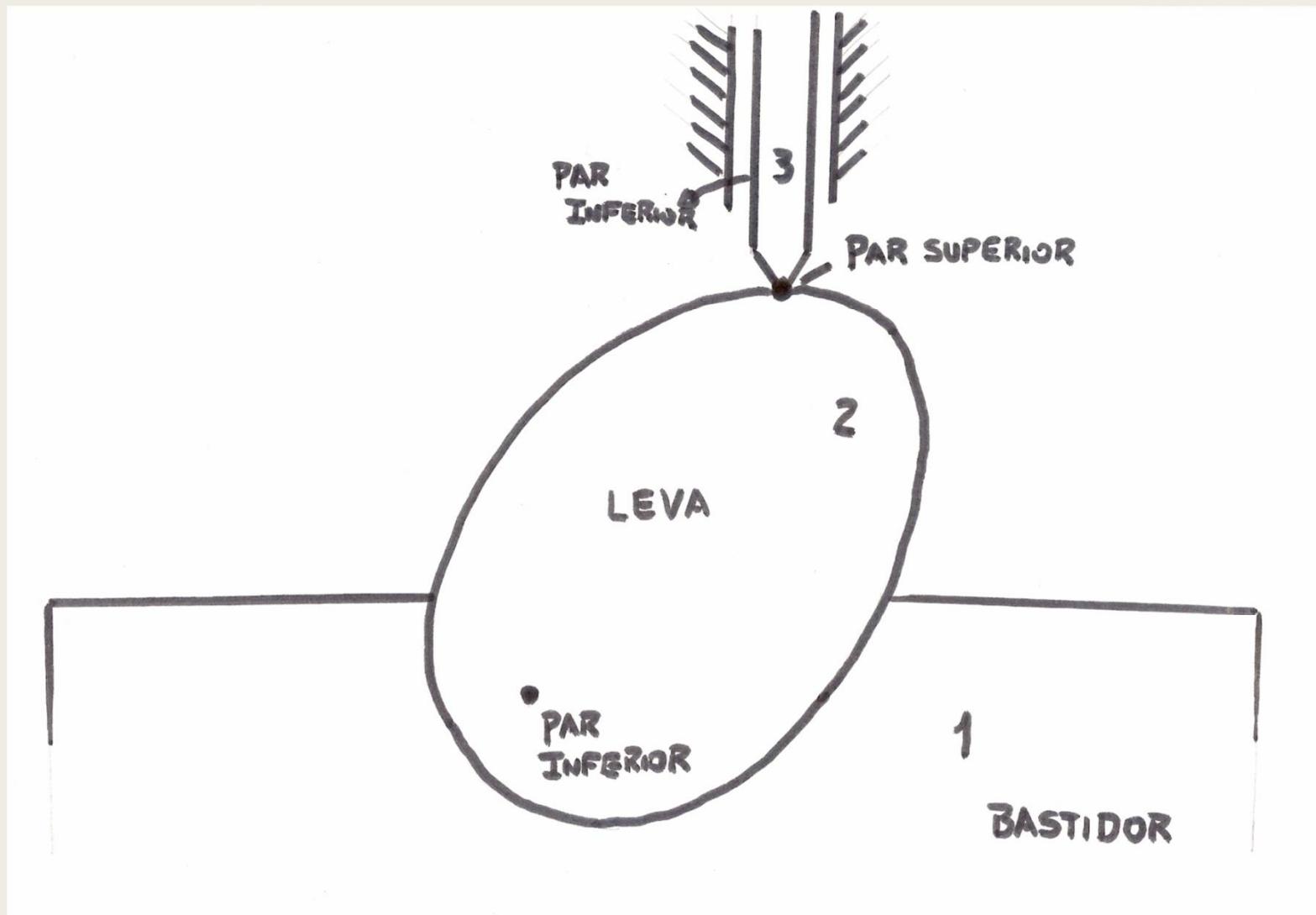
Condición de Gruebler o  
Formula de Chebishev

Si  $GDL = 1$  se dice que el movimiento es Obligado- Movimiento Desmodromico

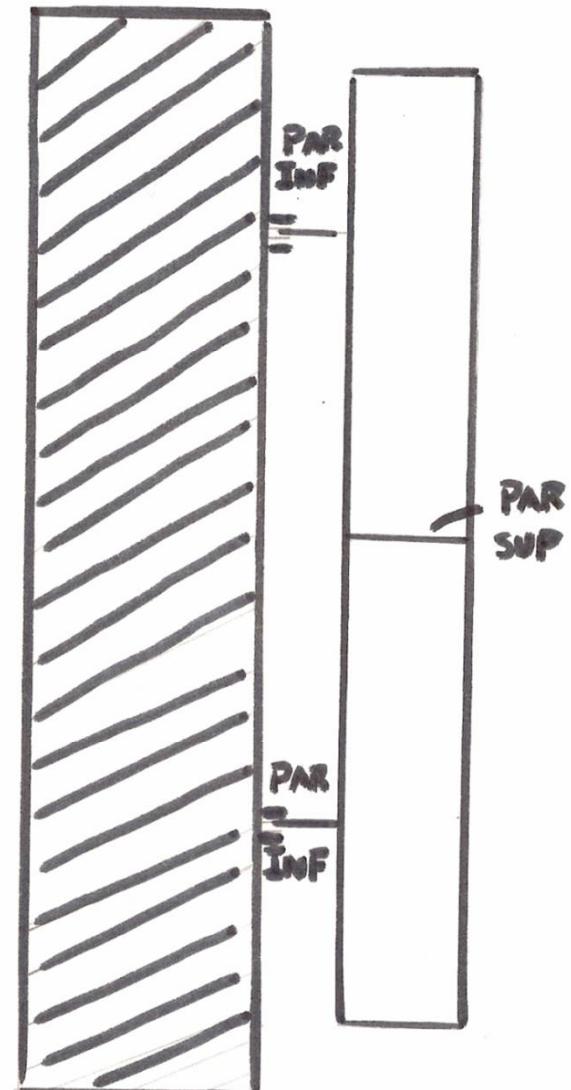
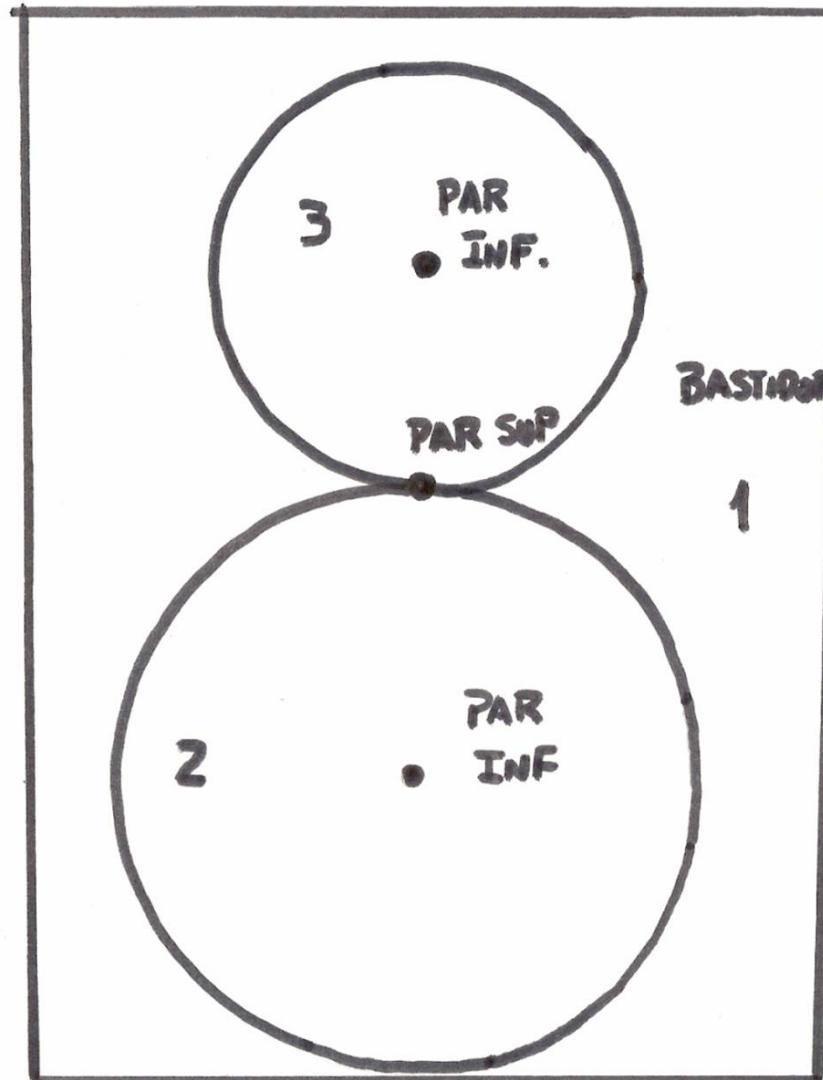


$$GDL = 3*3 - 2*4 - 0 = 1 \text{ Mov. Es obligado}$$

20:41



$$GDL = 3*2 - 2*2 - 1*1 = 1 \quad \text{Mov. Es obligado.}$$



$$GDL = 3*2 - 2*2 - 1*1 = 1 \quad \text{Mov. Es obligado.}$$

## ESTUDIO DEL MECANISMO BIELA-MANIVELA

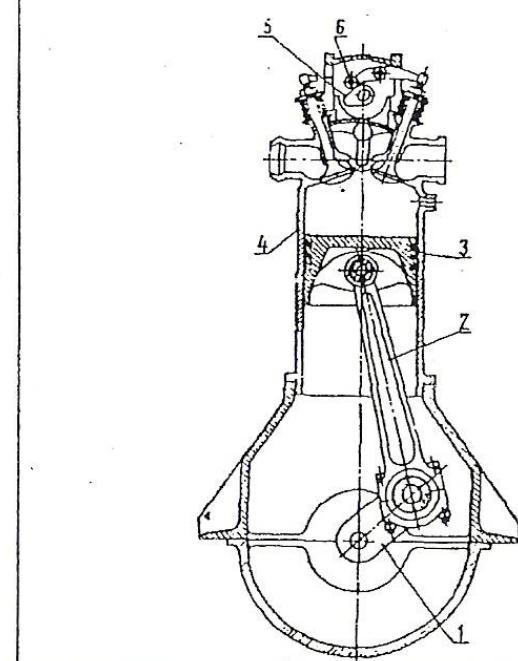


Figura 1 : motor monocilíndrico alternativo

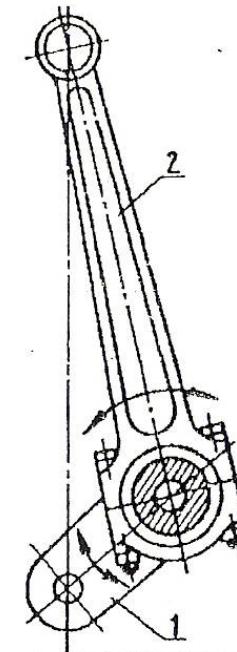


Figura 2 : biela y manivela

**El mecanismo biela-manivela se utiliza en los motores de combustión interna y permite transformar el movimiento rotativo del cigüeñal en un movimiento alternativo de un pistón**

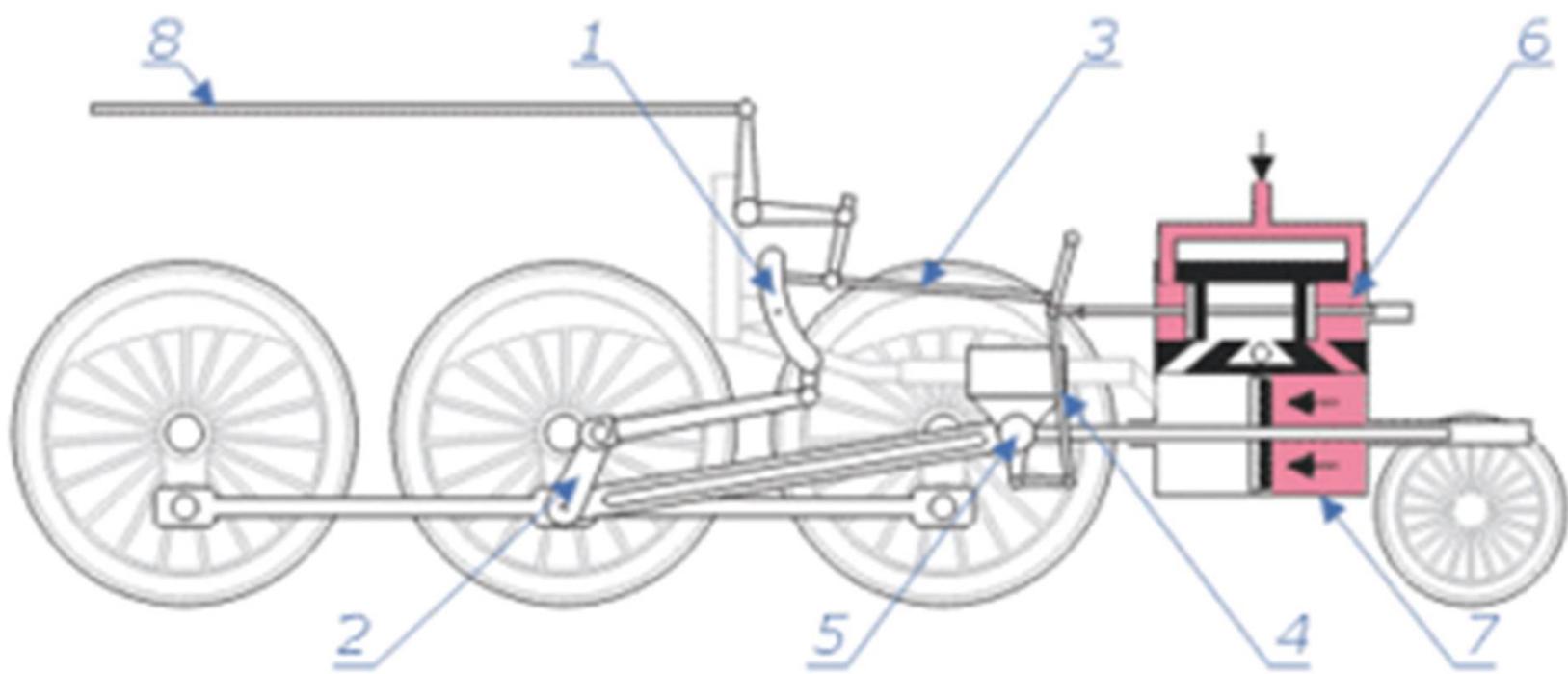


UNCUYO  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD  
DE INGENIERÍA

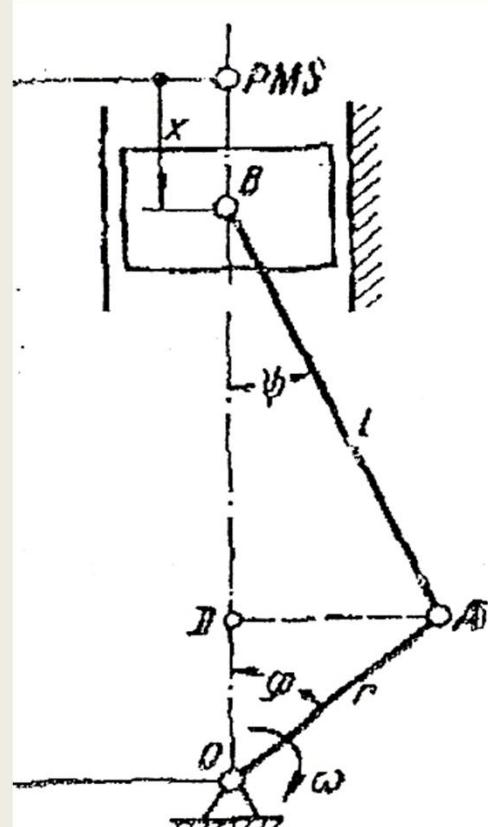
Cátedra:  
MECÁNICA  
APLICADA-  
MECÁNICA Y  
MECANISMOS



20:41

Ing. Carlos Barrera

En la figura se representa esquemáticamente el mecanismo y vamos a definir como:



x Desplazamiento del centro perno (B) desde su punto superior ( PMS )

PMS punto muerto superior ( indica la posición más alejada del centro del perno B desde O )

r radio de manivela o cigüeña!

$C = 2 \cdot r$  Carrera del pistón ( recorrido entre el PMS y el PMI )

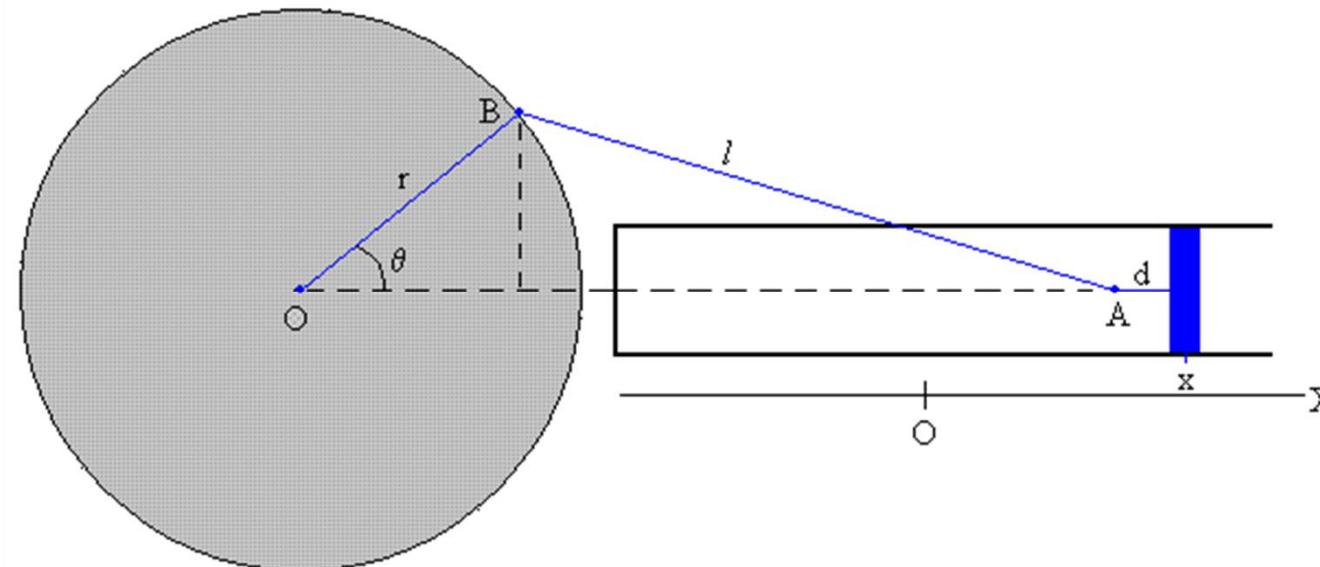
PMI Punto muerto inferior . Indica la posición más cercana del pistón al eje .

L longitud de la biela

$\omega t = \varphi$  = Angulo girado por la manivela o cigüeñal desde el PMS hasta una posición cualesquiera

$\psi$  ángulo girado por la biela en el mismo intervalo. .

## Descripción del movimiento

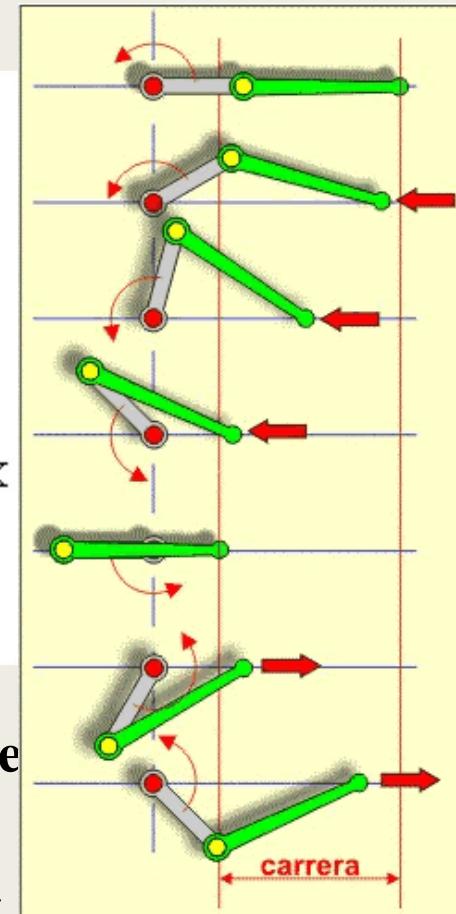


Supongamos que la manivela tiene radio  $r$ , y la biela tiene una longitud  $l$  ( $l > 2r$ ).

La manivela gira con velocidad angular constante  $\omega$ , y el pistón oscila.

La posición del pistón respecto del centro de la rueda es

$$x_e = r \cdot \cos \theta + \sqrt{l^2 - r^2 \sin^2 \theta} + d$$



Si situamos el origen en la posición del pistón para  $\theta=90^\circ$

$$x_O = \sqrt{l^2 - r^2} + d$$

## Posición del pistón

$$x = x_e - x_O = r \cdot \cos \theta + \sqrt{l^2 - r^2 \sin^2 \theta} - \sqrt{l^2 - r^2}$$

Si la manivela se mueve con velocidad angular  $\omega$  constante, la posición del pistón en función del tiempo es

$$x = r \cdot \cos(\omega t) + \sqrt{l^2 - r^2 \sin^2(\omega t)} - \sqrt{l^2 - r^2}$$

El valor máximo se obtiene para  $\omega t=0$ , y vale

$$x = r + l - \sqrt{l^2 - r^2}$$

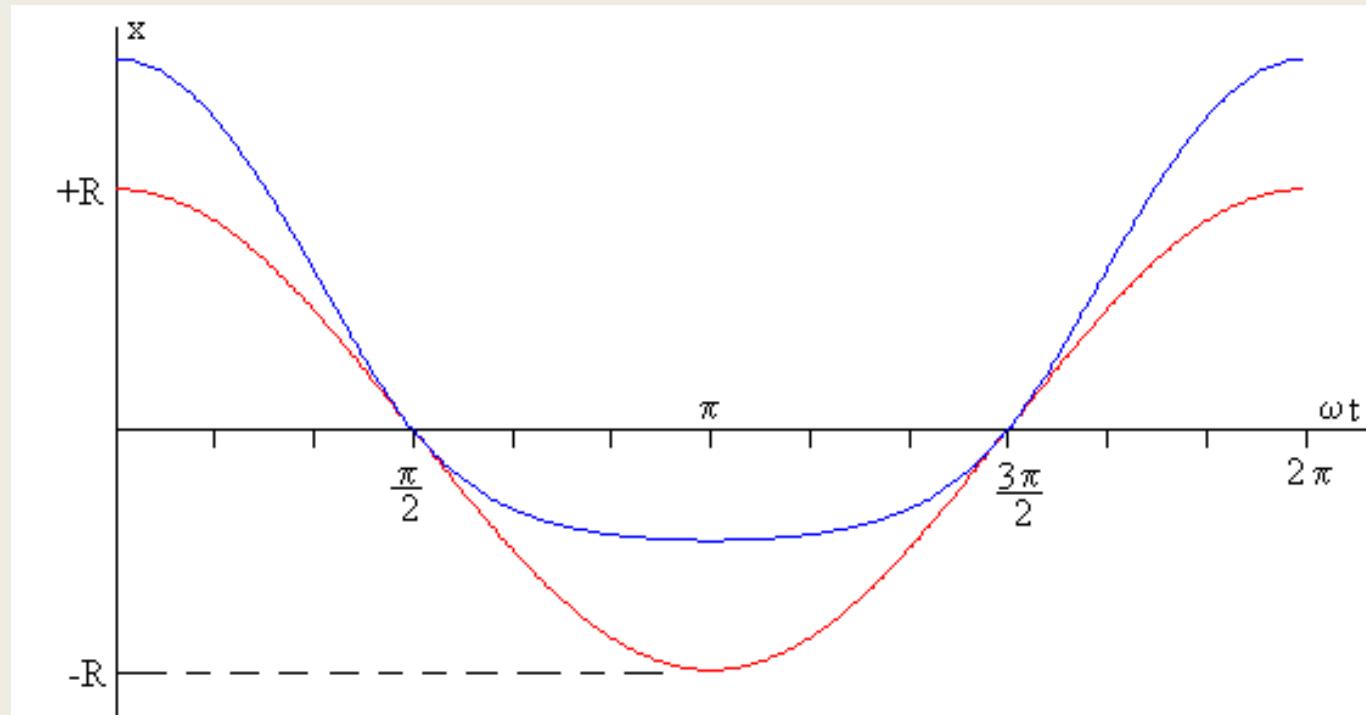
El valor mínimo se obtiene para  $\omega t = \pi$ ,

$$x = -r + l - \sqrt{l^2 - r^2}$$

$$x = r \cdot \sin(\omega \cdot t + \pi/2) = r \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

El valor máximo se obtiene para  $\omega t = 0$ , y vale  $x = +r$

El valor mínimo se obtiene para  $\omega t = \pi$ , y vale  $x = -r$

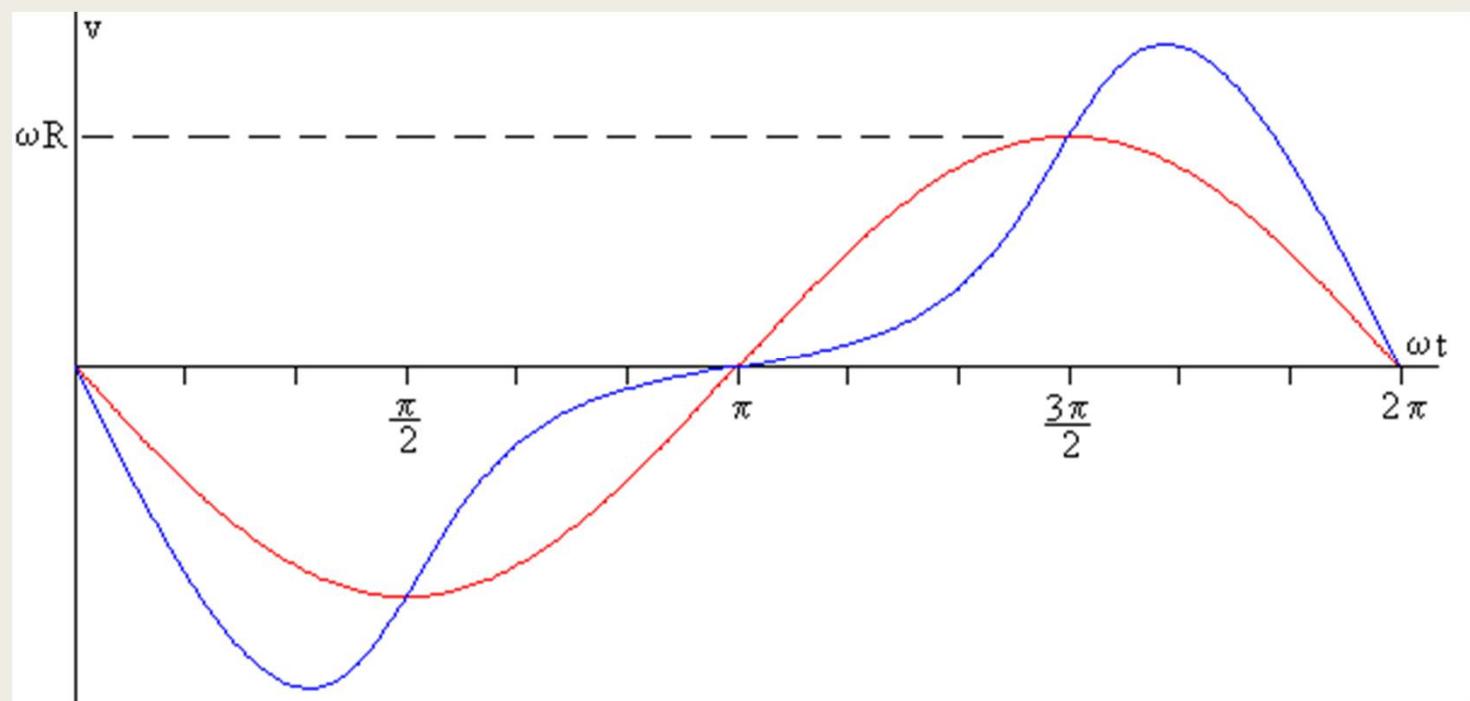


## Velocidad

Derivando la posición  $x$  con respecto al tiempo obtenemos la velocidad

$$v = \frac{dx}{dt} = -r\omega \sin(\omega t) \left( 1 + \frac{r \cos(\omega t)}{\sqrt{l^2 - r^2 \sin^2(\omega t)}} \right)$$

$$v = -r \cdot \omega \cdot \sin(\omega \cdot t)$$



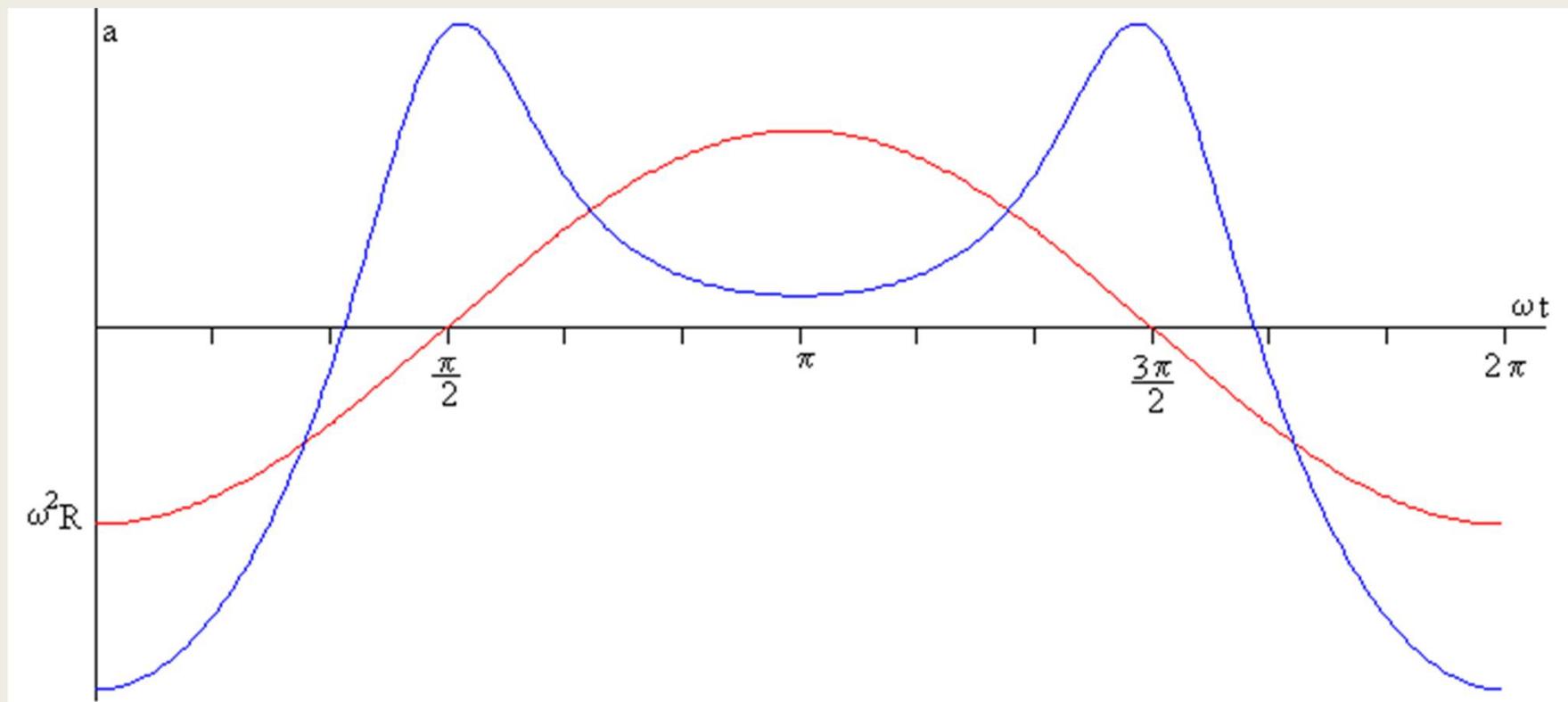
## Aceleración

Derivando la velocidad  $v$  con respecto al tiempo obtenemos la aceleración

$$\begin{aligned} a &= \frac{dv}{dt} = -r\omega^2 \cos(\omega t) \left( 1 + \frac{r \cos(\omega t)}{\sqrt{l^2 - r^2 \sin^2(\omega t)}} \right) - \\ &\quad r\omega \sin(\omega t) \left( \frac{-r\omega \sin(\omega t) \sqrt{l^2 - r^2 \sin^2(\omega t)} + r \cos(\omega t) \frac{r^2 \omega \cos(\omega t) \sin(\omega t)}{\sqrt{l^2 - r^2 \sin^2(\omega t)}}}{l^2 - r^2 \sin^2(\omega t)} \right) = \\ &= -r\omega^2 \cos(\omega t) + \\ &\quad \frac{-r^2 \omega^2 \cos^2(\omega t) (l^2 - r^2 \sin^2(\omega t)) + r^2 \omega^2 \sin^2(\omega t) (l^2 - r^2 \sin^2(\omega t)) - r^4 \omega^2 \cos^2(\omega t) \sin^2(\omega t)}{(l^2 - r^2 \sin^2(\omega t))^{3/2}} \\ a &= \frac{dv}{dt} = -r\omega^2 \left( \cos(\omega t) + \frac{r(l^2 \cos(2\omega t) + r^2 \sin^4(\omega t))}{(l^2 - r^2 \sin^2(\omega t))^{3/2}} \right) \end{aligned}$$



$$a = -r \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t)$$



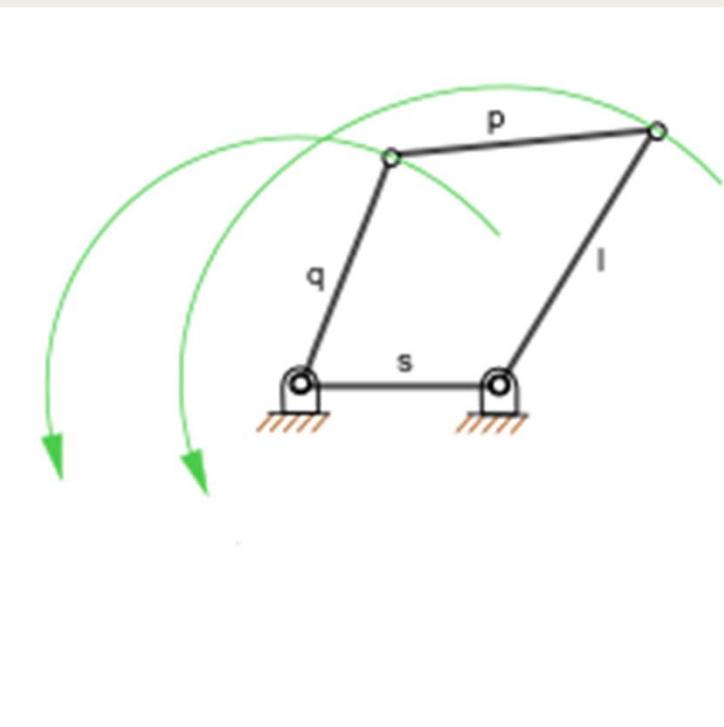
## MECANISMOS DE 4 BARRAS

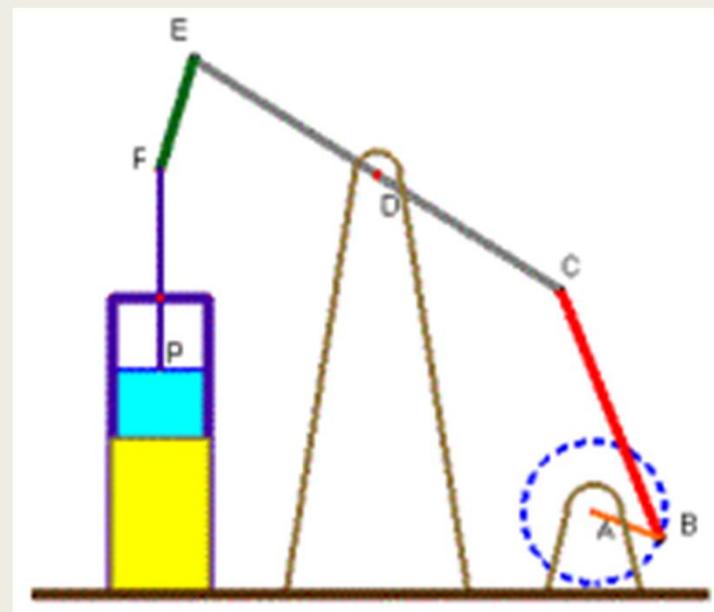
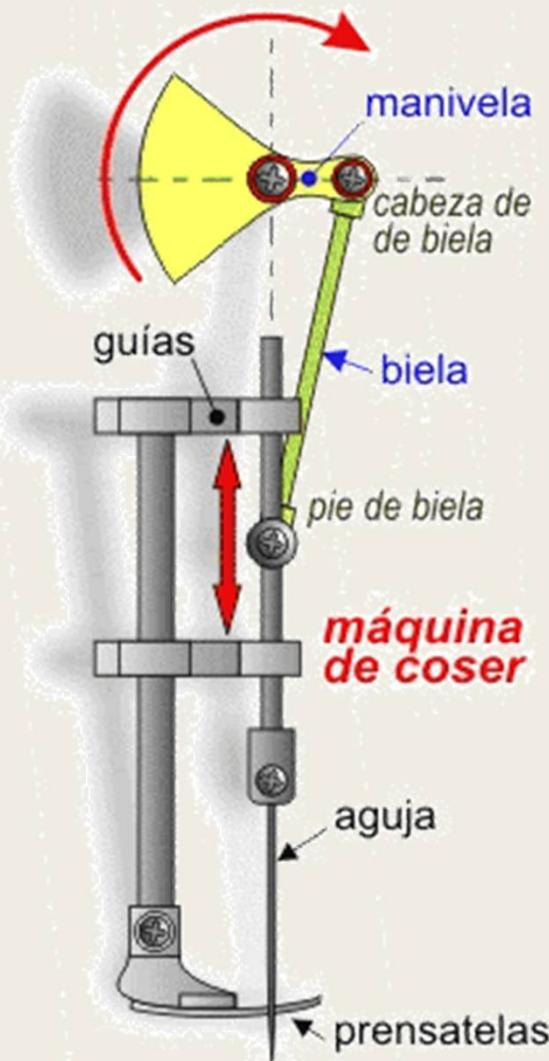
**INVERSIÓN:** Son los movimientos del mecanismo de acuerdo al eslabón o elemento que se fije.

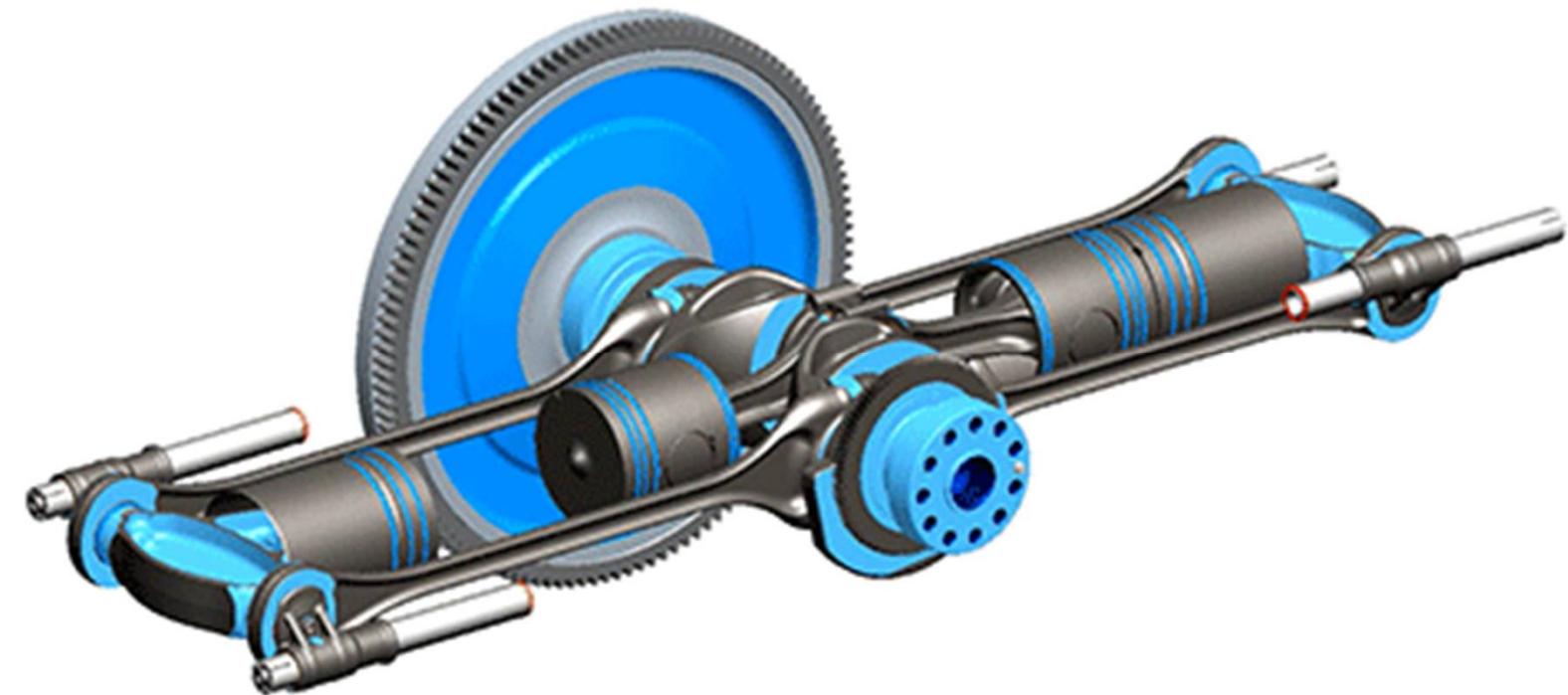
La condición necesaria para que al menos una barra del mecanismo de 4 barras pueda realizar giros completos se conoce como **condición de Grashof** y se enuncia como sigue:

*"Si  $s + l < p + q$  entonces, al menos una barra del mecanismo podrá realizar giros completos"*

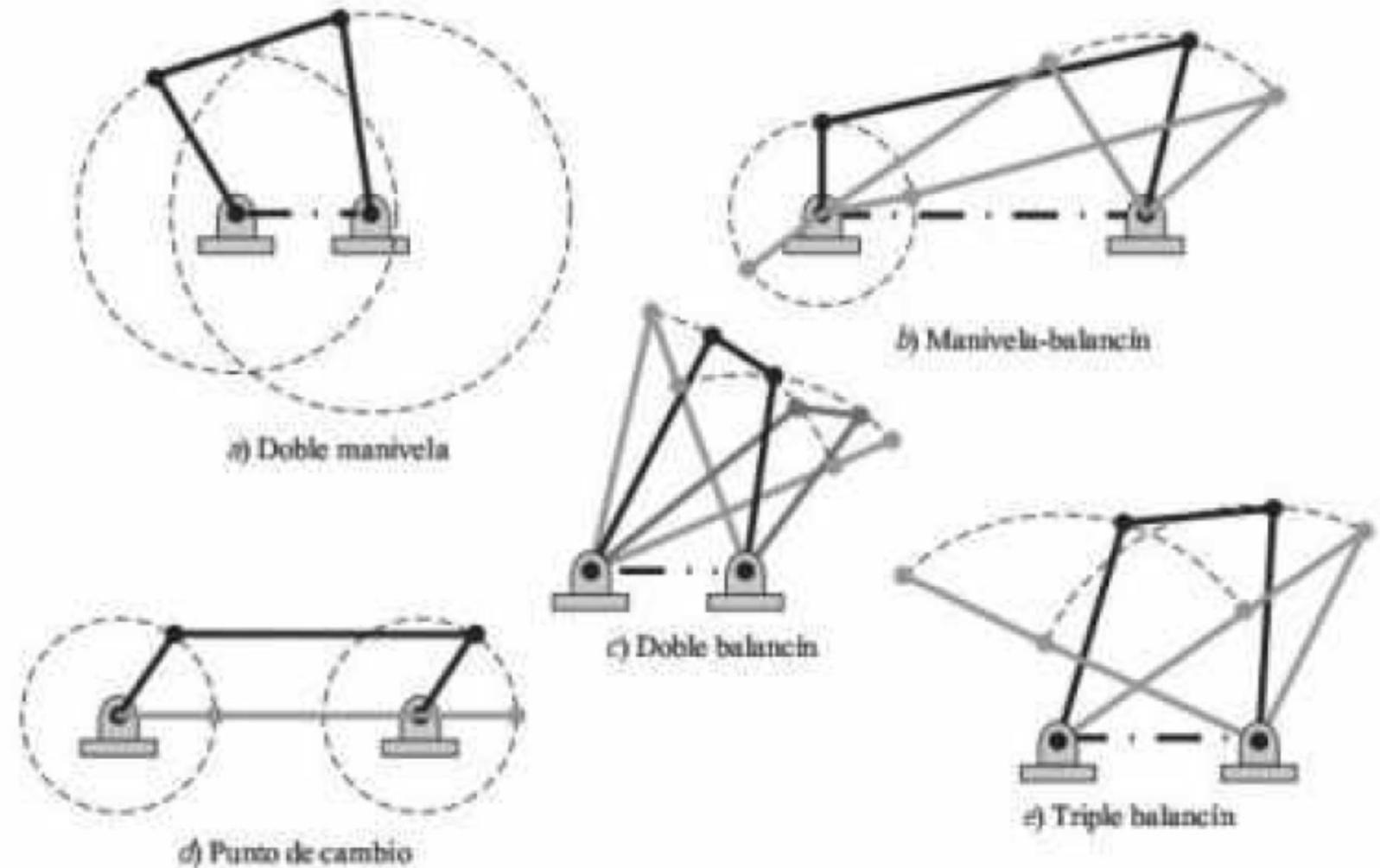
donde  $s$  es la longitud de la barra más corta,  $l$  es la longitud de la barra más larga y  $p$ ,  $q$  son las longitudes de las otras dos barras.







# Mecanismos de 4 Barras



## CENTRO INSTANTÁNEO DE ROTACIÓN

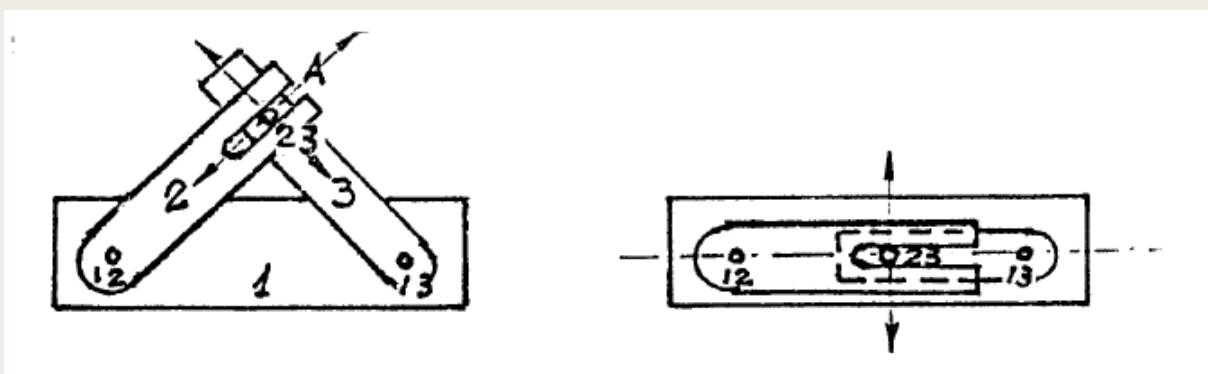
- Los eslabones se pueden considerar que en cada instante realizan un giro alrededor de un centro. Dicho centro se llama centro instantáneo de rotación o polo de velocidades.
- Cuando un eslabón está efectuando una traslación en un momento dado, su centro instantáneo de rotación se encuentra en el infinito y en una dirección perpendicular al movimiento del eslabón. Esto se denota fácilmente porque las velocidades de todos sus puntos son iguales y sus vectores paralelos.
- El Centro Instantáneo de una pareja de eslabones es el punto alrededor del cual uno de los eslabones puede considerarse que gira con respecto al otro en un momento dado.
- Se denomina Centro a un punto común entre dos cuerpos que tienen velocidad relativa nula.
- Los centros sirven para determinar la velocidad de distintos puntos de un mecanismo.

$$N(N - 1)$$

- Número de centros  $Z = \frac{N(N - 1)}{2}$

## LEY DE LOS TRES CENTROS O TEOREMA DE KENNEDY

Cuando tres cuerpos cualesquiera tienen movimiento plano, sus tres centros instantáneos están en línea recta.

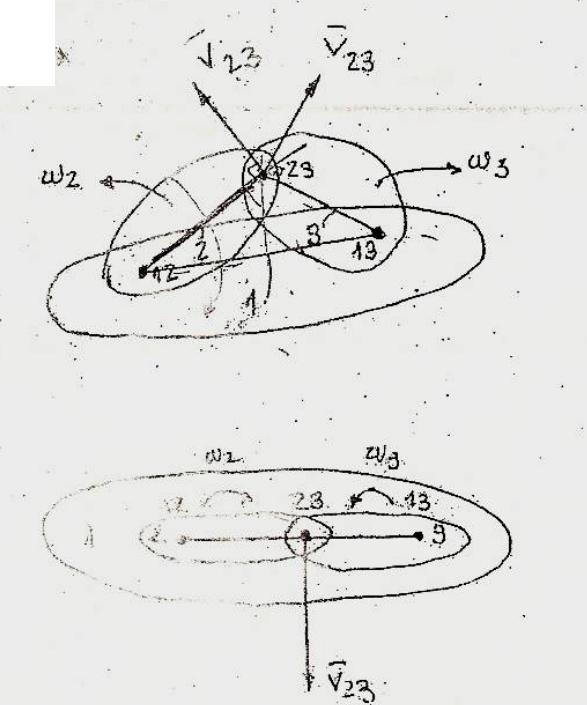


Un centro es un punto común a 2 cuerpos.  
23 gira alrededor de 12 porque pertenece a 2

Pero 23 pertenece a 3 y 3 está girando alrededor de 13.

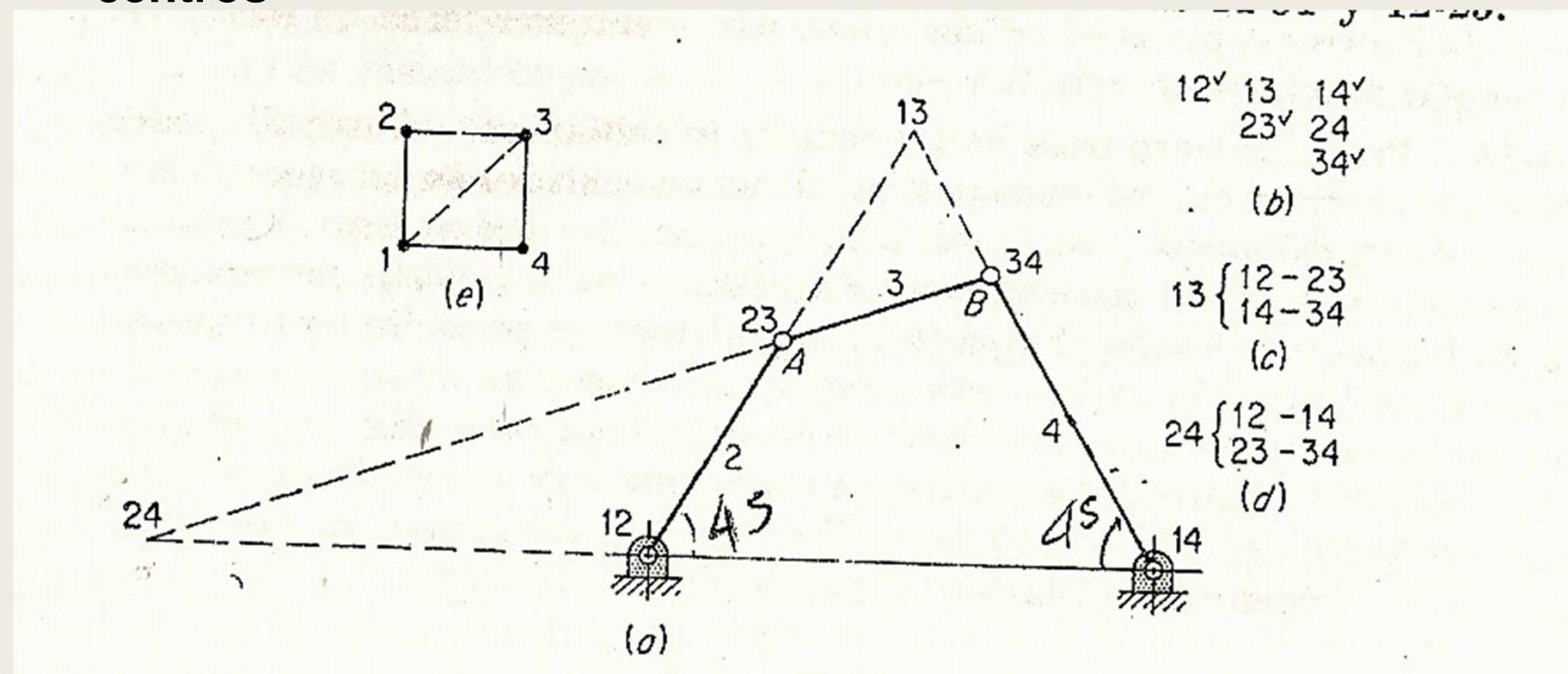
Vemos que un mismo punto 23 tiene 2 velocidades distintas y esto no puede ser porque estamos trabajando con cuerpos rígidos.

La única solución es que los 3 centros estén alineados.



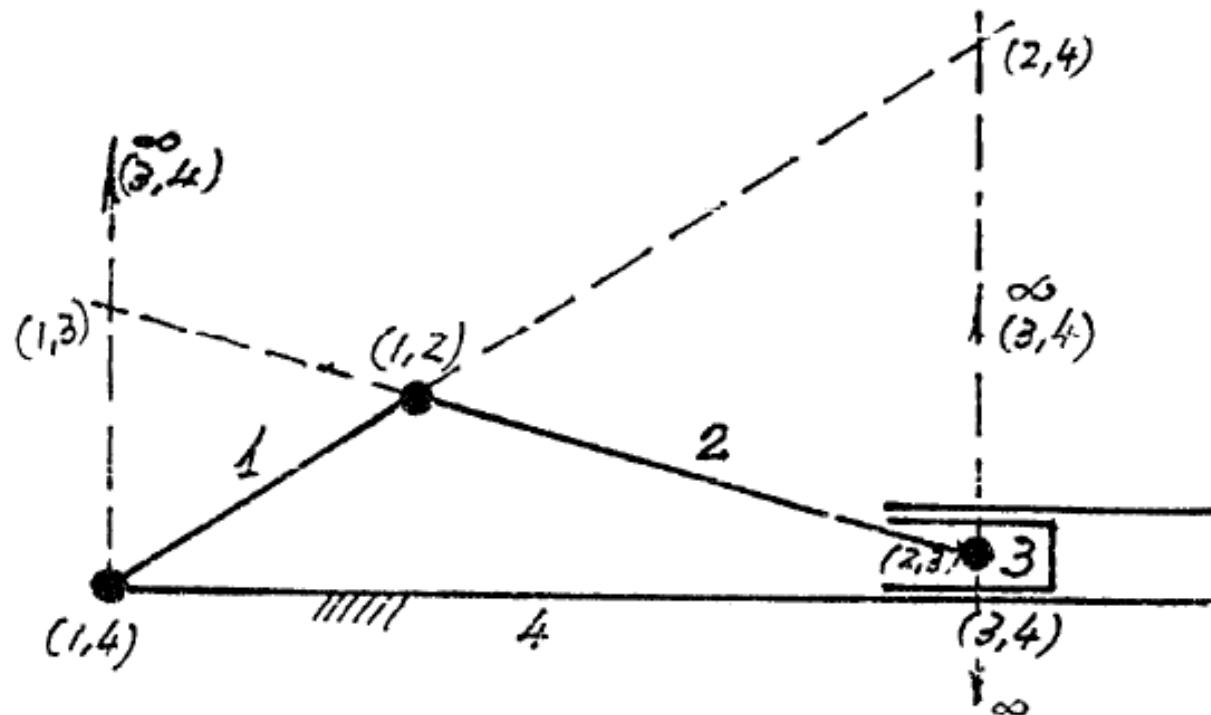
## PROCEDIMIENTO PARA HALLAR CENTROS INSTANTANEOS

- 1) Hallar el número de centros.
- 2) Hacer una lista de todos los centros.
- 3) Localizar por simple inspección tantos como sea posible
- 4) Localizar los restantes centros usando la Ley de los tres centros



## MECANISMO BIELA MANIVELA

Es una variante del mecanismo de cuatro barras, el par de rotación entre los elementos 3 y 4 se ha reemplazado por un par de deslizamientos cuyo centro geométrico podemos considerarlo en el infinito en la dirección normal al desplazamiento de ambos elementos.



## BIBLIOGRAFIA

- **Elementos de Mecanismos** Doughtie-James
- **Elementos de Máquinas** Niemann
- **Diseño de Maquinaria** R. Norton