

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE MECANISMOS PLANOS

Cinemática de Mecanismos

Tema 3

Itziar Martija López

Maidier Loizaga Garmendia

Departamento de Ingeniería Mecánica

Mekanika Ingeniaritza Saila

OCW
OpenCourseWare



ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE MECANISMOS PLANOS

1. Accionamiento de mecanismos: rotabilidad, puntos muertos y ángulo de transmisión
2. Leyes de Grashof



3.1 Accionamiento de mecanismos: rotabilidad, puntos muertos y ángulo de transmisión

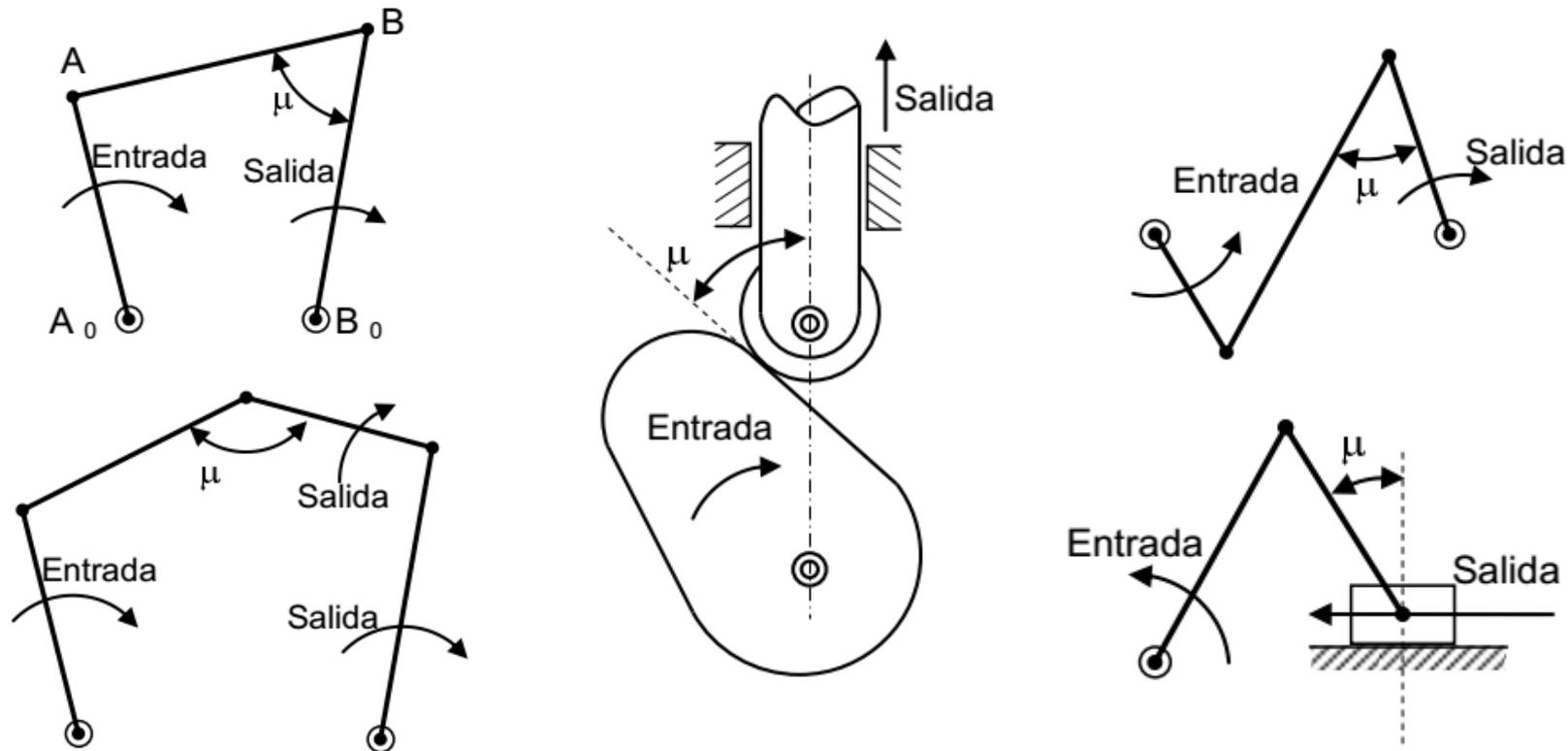
- ✿ Es importante estudiar el rango de los movimientos de los elementos de un mecanismo, sobre todo la localización de los elementos que giran 360° respecto al elemento fijo.
- ✿ Este estudio es un problema NO LINEAL y salvo para el caso del cuadrilátero articulado, hay que hacerlo con ordenador por procedimientos iterativos.
- ✿ Si el elemento motor no da vueltas completas tendrá dos puntos en que deberá cambiar el sentido del movimiento para seguir moviéndose: los denominados PUNTOS MUERTOS.
- ✿ En el caso de los robots hay que accionar g.d.l. Relativos entre dos elementos móviles y tendremos que detectar también los puntos muertos del movimiento relativo.
- ✿ Directamente relacionado con los puntos muertos está el **ÁNGULO DE TRANSMISIÓN**



3.1 Accionamiento de mecanismos: rotabilidad, puntos muertos y ángulo de transmisión

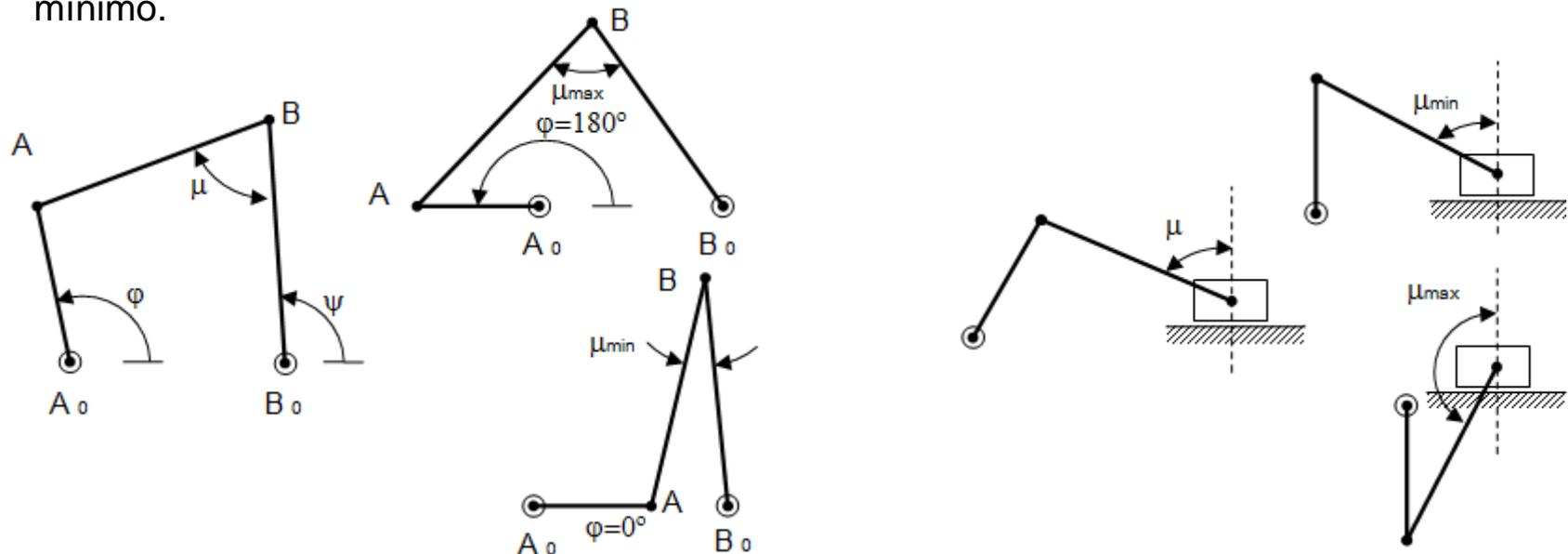
ÁNGULO DE TRANSMISIÓN μ

El que forman lo dirección de movimiento absoluto de la barra de salida y la dirección de movimiento de la barra transmisora respecto a la conductora.



3.1 Accionamiento de mecanismos: rotabilidad, puntos muertos y ángulo de transmisión

- El valor más favorable del ángulo de transmisión es 90° . Los más desfavorables son 0° y 180° , que corresponden a las posiciones de puntos muertos. El rango adecuado para el correcto funcionamiento de un mecanismo es: $45 \leq \mu \leq 135$
- Valores pequeños de m producen bloqueos y que la transmisión de las fuerzas sea menos efectiva.
- Para evaluar la calidad de un mecanismo hay que determinar su ángulo de transmisión mínimo.

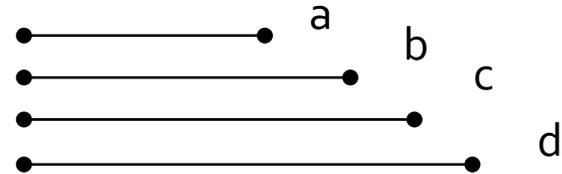


Valores máximo y mínimo del ángulo de transmisión en un cuadrilátero articulado y en una biela-manivela

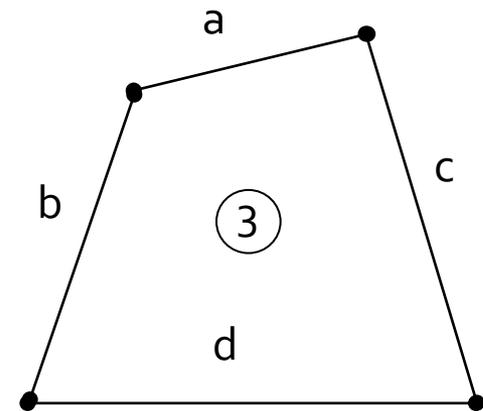
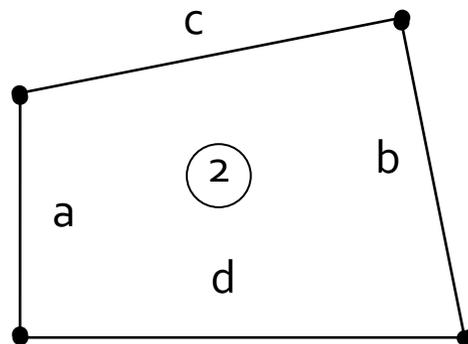
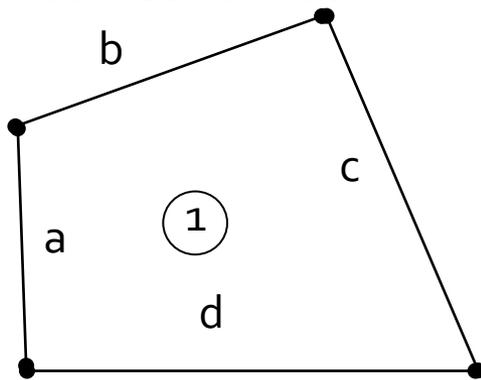


3.2 Leyes de Grashof

- Para la utilización de los mecanismos es importante conocer si una barra es o no manivela, ya que la conducción habitual de los mecanismos se efectúa mediante motores de movimiento circular permanente.
- Para el caso del cuadrilátero articulado la respuesta nos la dan las leyes de Grashof que hacen referencia a las condiciones de rotabilidad.
- Sean las dimensiones de las barras: $a < b < c < d$.



- En estas condiciones, el conexionado de las barras sólo se puede efectuar de tres formas

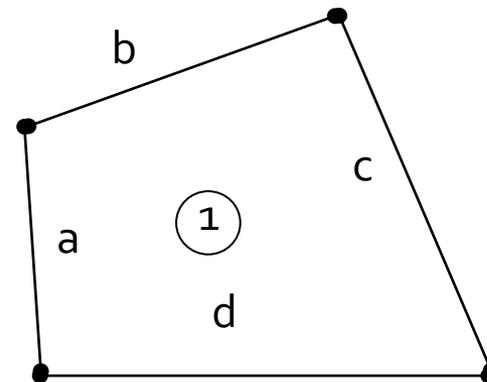
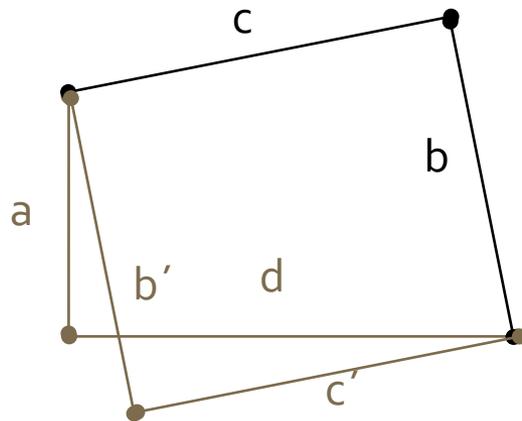


3.2 Leyes de Grashof

- Para analizar la rotabilidad habría que comparar la posibilidad de giro relativo entre las barras, lo que supone hacer 6 estudios para cada configuración, en total 18 casos que se pueden reducir a 6.

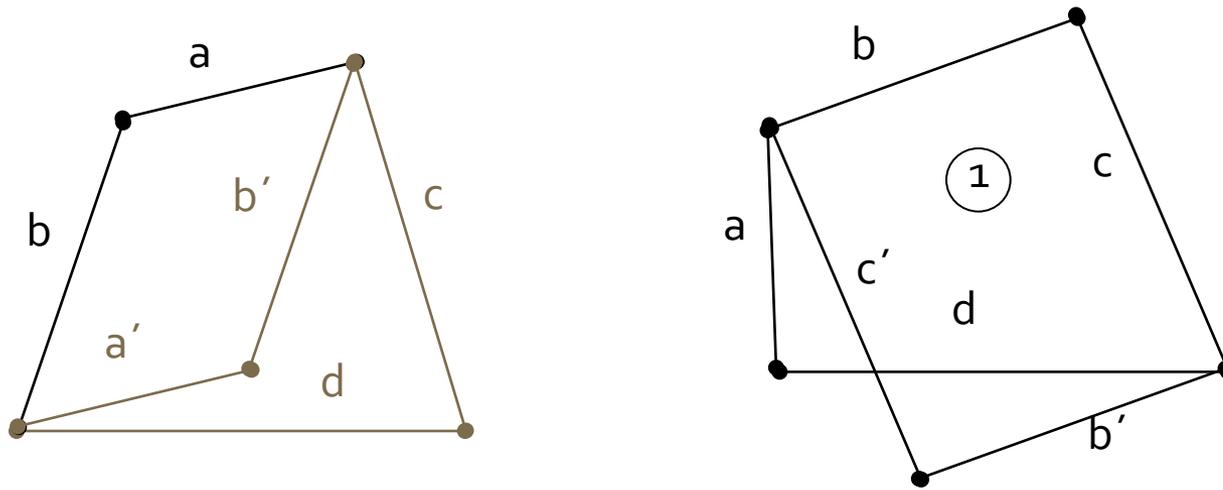
$$\begin{cases} a/b & b/c \\ a/c & b/d \\ a/d & c/d \end{cases}$$

- Si en el mecanismo 2 dibujamos barras paralelas a **b** y a **c**, vemos que **b** y **b'** y **c** y **c'** permanecen paralelas a lo largo del movimiento del mecanismo, de modo que estudiar la rotabilidad en los mecanismos **abcd** y **ab'c'd** es lo mismo y por tanto el estudio del mecanismo 2 se puede reducir al estudio del mecanismo 1.



3.2 Leyes de Grashof

- Si en el mecanismo 3 dibujamos barras paralelas a **a** y a **b**, vemos que **a** y **a'** y **b** y **b'** permanecen paralelas a lo largo del movimiento del mecanismo, de modo que estudiar la rotabilidad en los mecanismos **abcd** y **a'b'cd** es lo mismo y por tanto el estudio del mecanismo 3 se puede reducir al estudio del mecanismo 1.
- En resumen, los resultados que obtengamos de analizar la rotabilidad en el mecanismo 1 son válidos para los otros dos montajes.



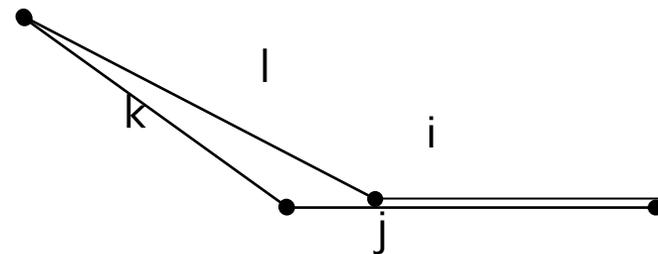
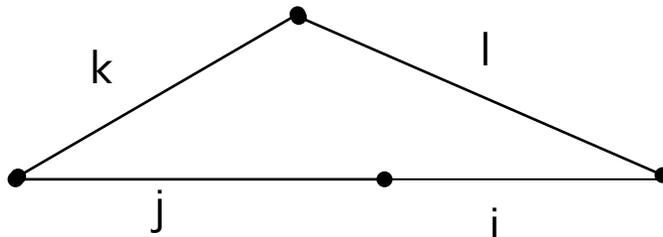
3.2 Leyes de Grashof

- Condiciones que deben cumplir dos barras contiguas (i, j) para dar vueltas completas una alrededor de otra:
 - PARA DAR LA VUELTA POR LA PARTE EXTERIOR: La suma de las longitudes de las barras en estudio debe ser menor que la suma de las otras dos:

$$i+j < k+l$$

- PARA DAR LA VUELTA POR LA PARTE INTERIOR: La diferencia de longitudes de las barras en estudio debe ser mayor que la diferencia de las otras dos:

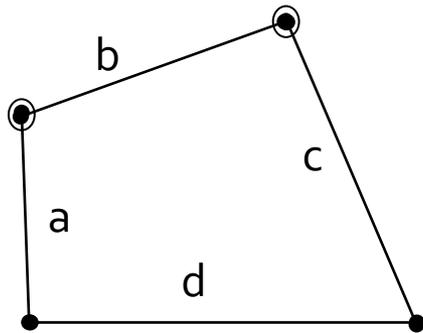
$$j-i > l-k$$



3.2 Leyes de Grashof

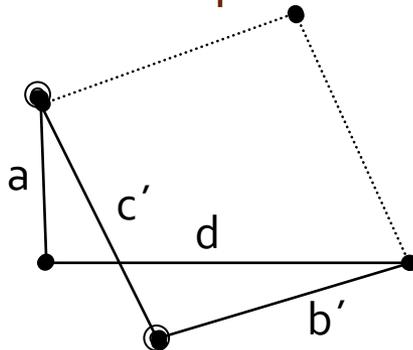
Vamos a estudiar ahora las relaciones que deben cumplir las barras a , b , c y d para dar vueltas completas unas respecto a otras:

1.- Vueltas completas a/b



- $a+b < c+d \Leftrightarrow$ se cumple
- $b-a > d-c$: para que **a** de vueltas completas alrededor de **b** debe cumplirse que $b+c > a+d$

2.- Vueltas completas a/c

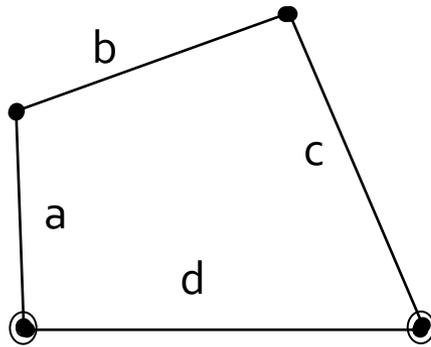


- $a+c < b+d \Leftrightarrow$ es evidente que se cumple.
- $c-a > d-b$, es decir $b+c > a+d$



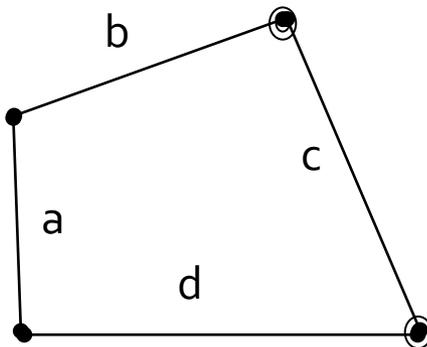
3.2 Leyes de Grashof

3.- Vueltas completas a/d



- $a+d < b+c$, es decir $b+c > a+d$
- $d-a > c-b$, es decir $a+c < b+d$, lo que es evidente

4.- Vueltas completas b/c

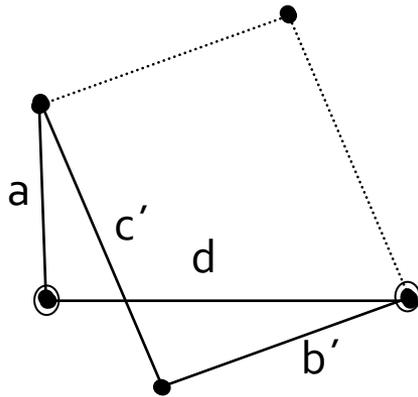


- $b+c < a+d$
- $c-b > d-a \Rightarrow$ IMPOSIBLE, si se cumple que $a < b < c < d$.
NUNCA DARÁ VUELTAS COMPLETAS



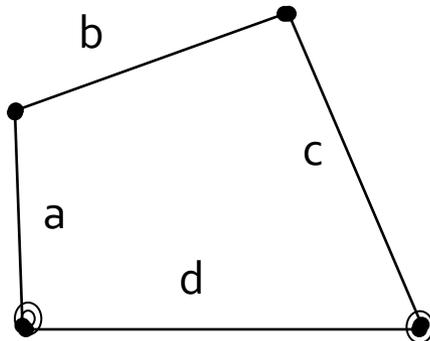
3.2 Leyes de Grashof

5.- Vueltas completas b/d



$b+d < a+c \Rightarrow$ IMPOSIBLE
NUNCA DARÁ VUELTAS COMPLETAS

6.- Vueltas completas c/d



$c+d < a+b \Rightarrow$ IMPOSIBLE
NUNCA DARÁ VUELTAS COMPLETAS



3.2 Leyes de Grashof

- Del estudio de los 6 casos vemos que la barra más pequeña (a) es la única que puede dar vueltas completas alrededor de las otras tres, y para que esto ocurra debe cumplirse que :

$$b + c > a + d$$

- LEY DE GRASHOF: La barra más corta de un cuadrilátero articulado da vueltas completas respecto a todas las demás si se cumple que la suma de la barra más corta y la más larga es menor que la suma de las otras dos, siendo imposible que las otras tres barras giren completamente entre si.

- CASOS QUE SE PUEDEN PRESENTAR**

- **CASO I: EL MECANISMO CUMPLE GRASHOF**

- **a** ES EL ELEMENTO FIJO \Leftrightarrow DOBLE MANIVELA
 - **a** ES EL ELEMENTO OPUESTO AL FIJO \Leftrightarrow DOBLE BALANCÍN
 - **a** ES EL ELEMENTO ADYACENTE AL FIJO \Leftrightarrow MANIVELA-BALANCÍN

- **CASO II: EL MECANISMO NO CUMPLE GRASHOF**
LAS CUATRO INVERSIONES SON DOBLE BALANCÍN

- **CASO III: $b+c = a+d$**

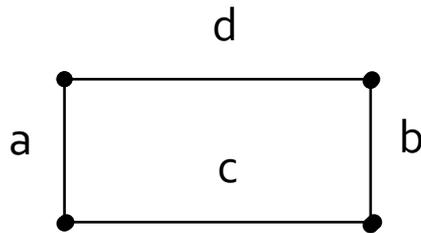


3.2 Leyes de Grashof

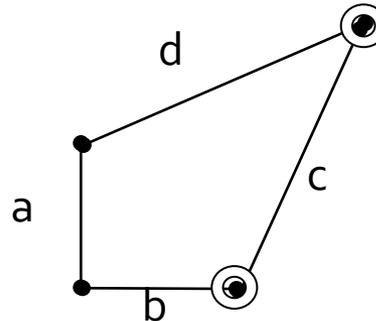
CASO III: $b+c = a+d$

Es equivalente al caso I pero en ocasiones todas las barras se encuentran alineadas y el movimiento siguiente queda indeterminado.

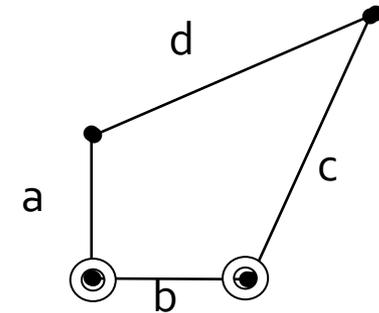
Si además $a=b$ y $c=d$, tendremos



Fijando a ó c: doble manivela



Cometa manivela-balancín



Cometa doble manivela

