

# CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE MECANISMOS Y MÁQUINAS

---

Cinemática de Mecanismos

Tema 1

Itziar Martija López

Maidier Loizaga Garmendia

Departamento de Ingeniería Mecánica

Mekanika Ingeniaritza Saila

OCW  
OpenCourseWare



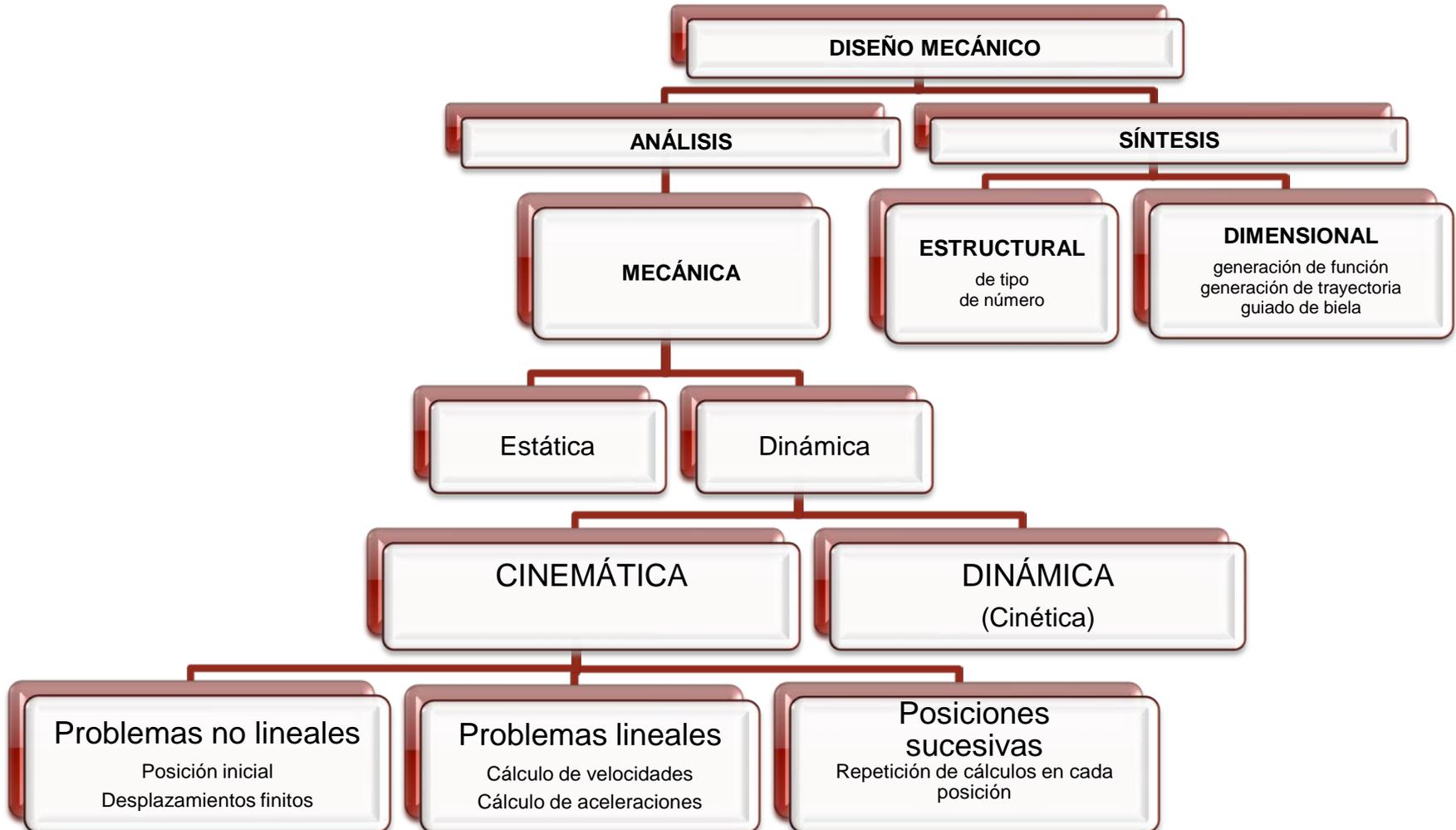
# CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE MECANISMOS Y MÁQUINAS

---

1. Conceptos básicos
2. Tipos de mecanismos y sus aplicaciones
3. Diseño de mecanismos
4. Clasificaciones de los elementos y pares cinemáticos
5. Modelización
6. Cadena cinemática
7. Mecanismos e inversiones
8. Grados de libertad. Criterios de Grübler y Malishev



# 1.1 Conceptos básicos



# 1.1 Conceptos básicos

---

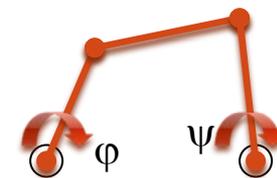
- ✿ División tradicional de la Teoría de Mecanismos y Máquinas
  - **Cinemática**: Estudio del movimiento sin tener en cuenta las causas que lo producen
  - **Dinámica**: Incluye las acciones que producen el movimiento.
- ✿ Las dos funciones básicas que se buscan en mecanismos y máquinas son generar una serie de movimientos y obtener una fuerza motriz.
- ✿ El dispositivo será denominado **mecanismo** cuando en su análisis solo aparece el concepto de movimiento (posición, velocidad, aceleración)
- ✿ Y será denominado **máquina** cuando intervenga la transmisión de fuerzas



## 1.2 Tipos de mecanismos y sus aplicaciones

**Mecanismo:** Conjunto de elementos mecánicos, uno de los cuales es fijo, en contacto unos con otros mediante uniones imperfectas de forma que puede haber movimiento relativo entre ellos con el objetivo de transmitir movimiento desde un elemento de entrada a otro de salida.

La mayoría de los mecanismos los acciona un solo actuador o conductor, el mecanismo establece unas relaciones de movimiento y fuerza entre la entrada y la salida



# 1.2 Tipos de mecanismos y sus aplicaciones

---

## ✿ **Actuadores o fuentes de potencia**

Pueden ser rotativos (motor eléctrico de CC o CA, motores paso a paso...), lineales (cilindros hidráulicos o neumáticos...), manuales (Manivelas, palancas...), de energía almacenada (volantes de inercia, muelles...).

## ✿ **Clasificación de mecanismos**

Existen muchas clasificaciones de mecanismos, en cualquier caso hay dos criterios para su clasificación:

✓ **Tipología**: según la naturaleza de las partes que los componen (levas, engranajes, tornillos, elementos flexibles, barras...)

✓ **Función**: Según el objeto del mecanismo



## 1.3 Diseño de mecanismos

---

### ✿ **Presente y futuro de los mecanismos**

Aunque pudiera parecer que los mecanismos están ya inventados hay ámbitos como la Robótica, la Aeronáutica, la Automoción o las tecnologías de fabricación en los que el diseño mecánico es crucial, combinado con componentes eléctricos, electrónicos, sistemas de control, etc. ...

El diseño de máquinas también se ha revolucionado por el uso de nuevos materiales (plásticos, materiales compuestos, titanio, cerámicas)

La realidad virtual y el software de simulación aún deben avanzar mucho para el diseño de mecanismos espaciales



## 1.3 Diseño de mecanismos

---

### ✿ Nociones sobre diseño de mecanismos

Proceso complejo que incluye el análisis y la síntesis, además de grandes dosis de capacidad creativa (artística...)

**Análisis:** tiene como misión entender el funcionamiento de un mecanismo dado, obteniendo sus características.

**Síntesis:** tiene por objeto la concepción del mecanismo que verifique los requisitos de funcionamiento.

El proceso es complejo y ocupa una serie de etapas



# 1.3 Diseño de mecanismos

---

1. Definición de la función que debe realizar el mecanismo y especificaciones de diseño

2. Síntesis estructural:

- **Síntesis de tipo:** Elección del tipo de mecanismo apropiado (depende fuertemente de la experiencia del diseñador). Hay que elegir el tipo de estructura cinemática (levas, engranajes, barras, una combinación...)
- **Síntesis de número:** Obtención de los distintos mecanismos posibles con un número determinado de elementos. La tabulación de familias de mecanismos permite comparar mecanismos de similar grado de complejidad.

3. Síntesis dimensional, obtención de las dimensiones principales

4. Comprobación mediante los análisis cinemáticos y dinámicos pertinentes

- Comprobación de trayectorias, ángulos de transmisión, cálculos de velocidades y aceleraciones...
- Comprobación de las fuerzas requeridas para accionar el mecanismo, fuerzas de inercia que aparecen, etc.

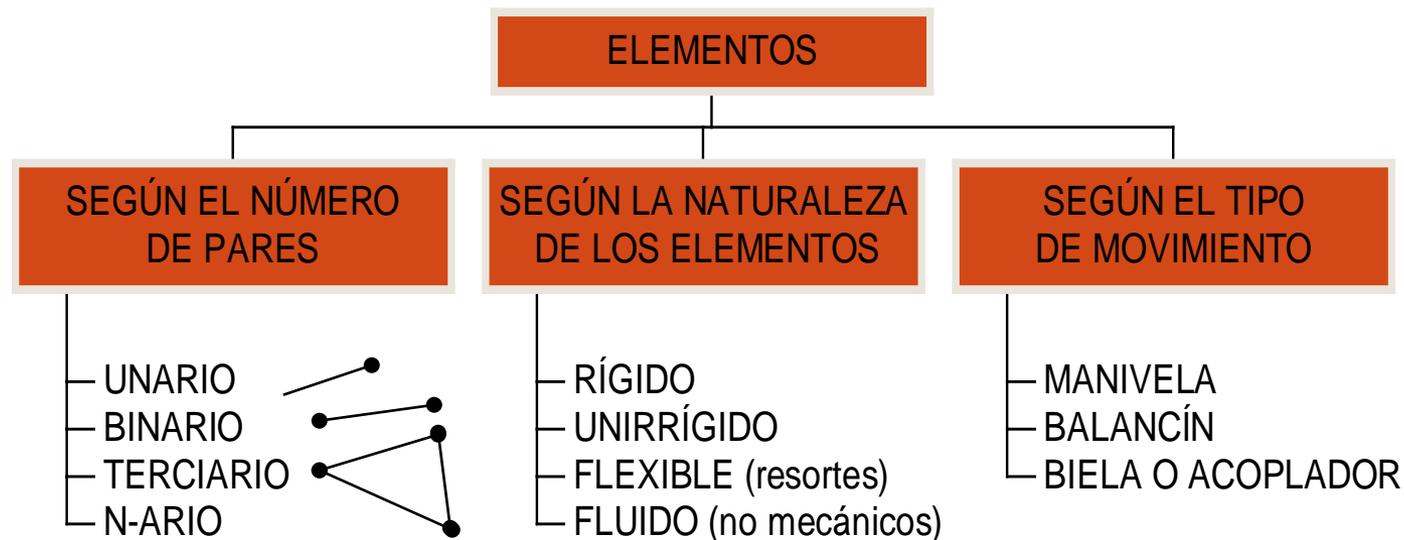


# 1.4 Clasificaciones de los elementos y pares cinemáticos

## □ ELEMENTO O BARRA

Cada una de las partes en que puede descomponerse el sistema mecánico, de modo que tenga movimiento relativo respecto al resto de las partes, y en relación con las cuales existe una discontinuidad de tipo físico.

## □ CLASIFICACIÓN

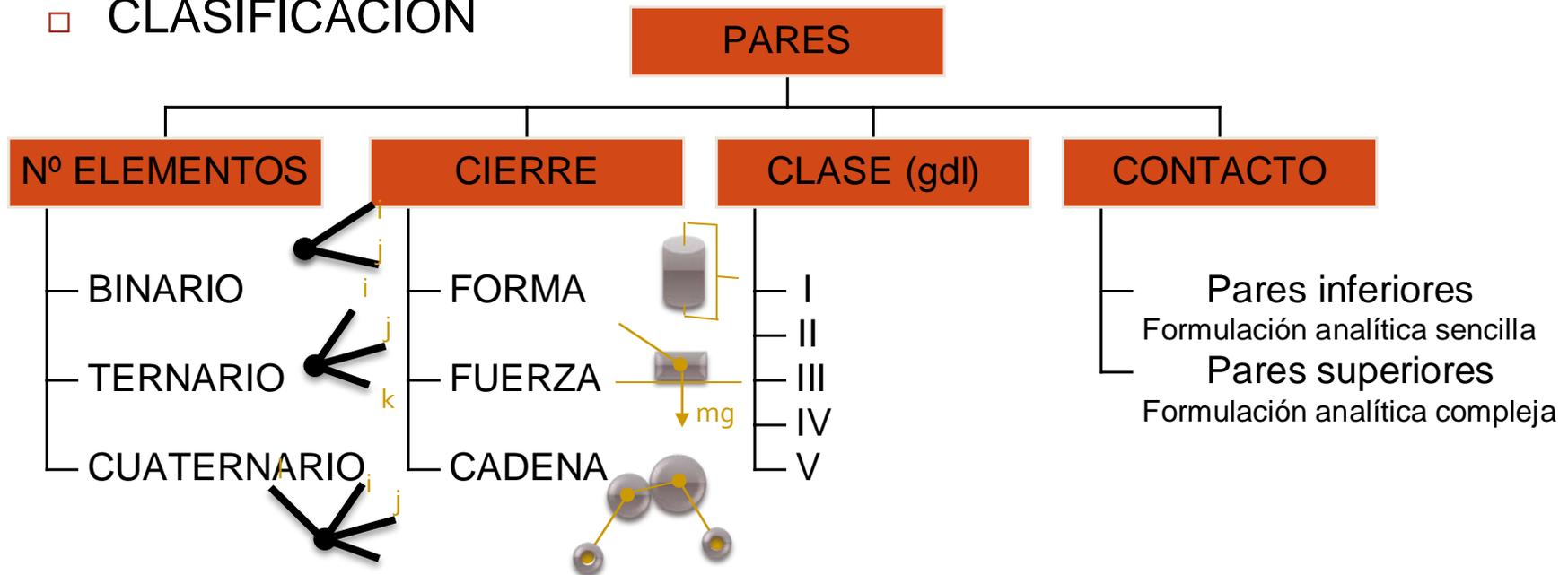


# 1.4 Clasificaciones de los elementos y pares cinemáticos

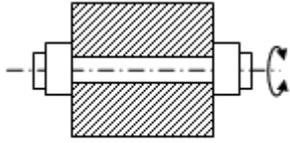
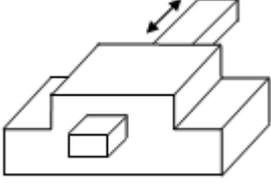
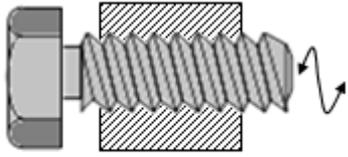
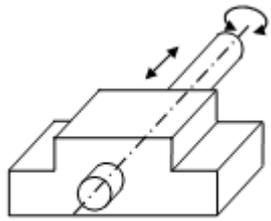
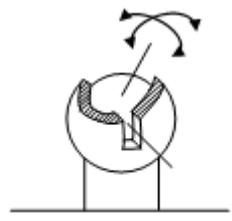
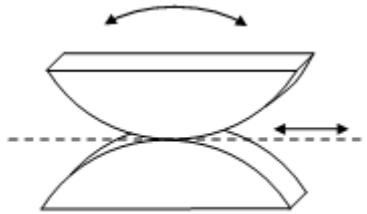
## □ PAR CINEMÁTICO

Unión imperfecta entre dos elementos de un mecanismo. Impide siempre algún grado de libertad.

## □ CLASIFICACIÓN

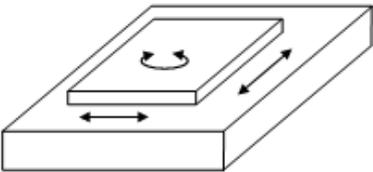
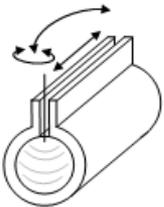
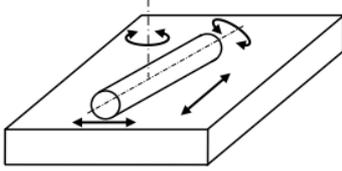
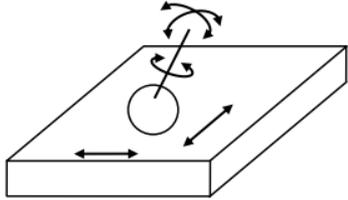
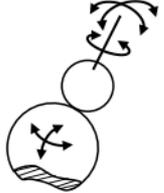


# 1.4 Clasificaciones de los elementos y pares cinemáticos: representación

Clase	GDL	Esquemas, nombres y símbolos de pares cinemáticos		
I	1	 <p>Par de rotación R</p>	 <p>Par prismático P</p>	 <p>Par helicoidal H</p>
II	2	 <p>Par cilíndrico C</p>	 <p>Par esférico ranurado</p>	 <p>Par de leva L</p>

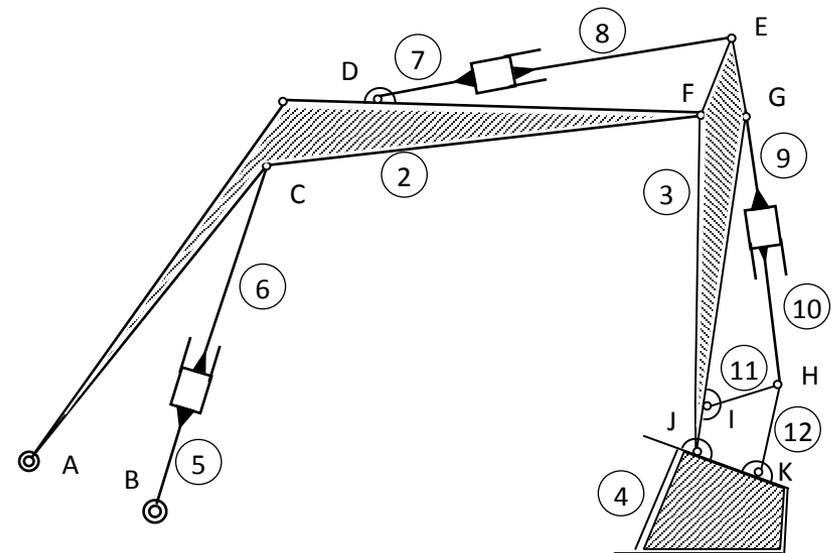


# 1.4 Clasificaciones de los elementos y pares cinemáticos: representación

Clase	GDL	Esquemas, nombres y símbolos de pares cinemáticos		
III	3	 <p>Par esférico</p>	 <p>Par plano P</p>	 <p>Par cilíndrico ranurado</p>
IV	4	 <p>Par esfera cilindro</p>	 <p>Par plano cilindro</p>	
V	5	 <p>Par plano esfera</p>	 <p>Par esfera esfera</p>	

## 1.5 Modelización

Los sistemas mecánicos se representan mediante modelos simplificados que permiten el análisis estructural y el análisis de velocidades y aceleraciones. Por ejemplo el brazo de excavadora de la figura se representa mediante barras, uniones de rotación y pares prismáticos

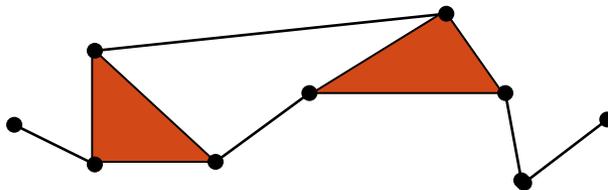


# 1.6 Cadena cinemática

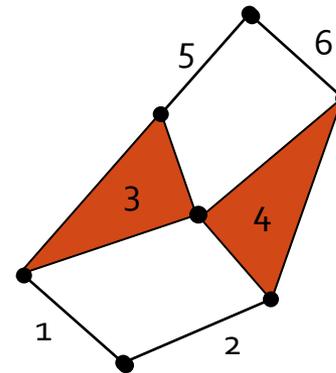
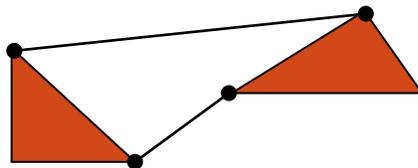
## ✿ CADENA CINEMÁTICA

Conjunto de barras unidas por pares cinemáticos, con movimiento relativo entre si.

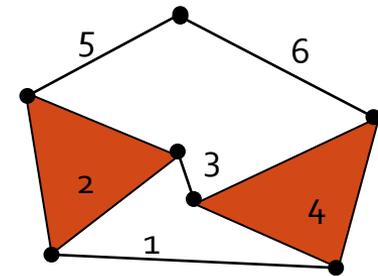
### CADENA ABIERTA



### CADENA CERRADA



WATT

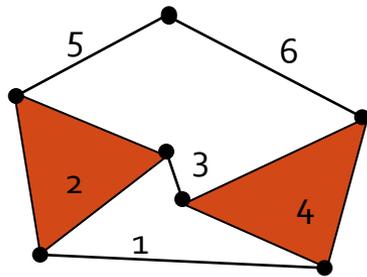


STEPHENSON

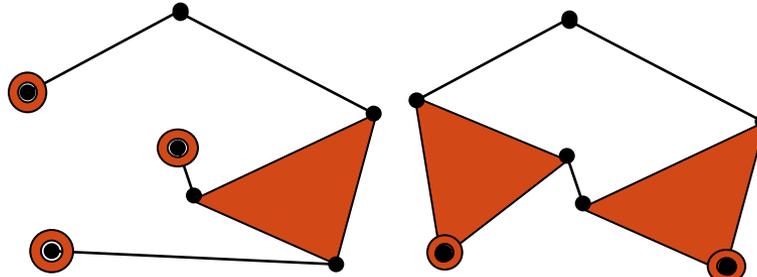
## ✿ MOVILIDAD (M)

Número de parámetros que es necesario conocer para que quede definida la posición de todos los elementos de la cadena.

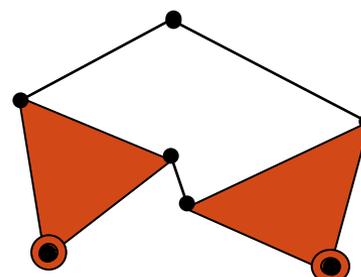
# 1.7 Mecanismos e inversiones



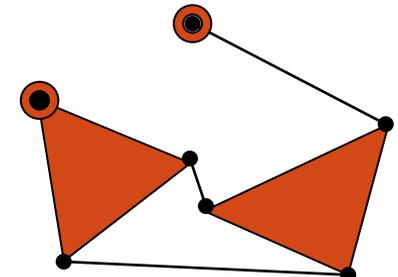
STEPHENSON



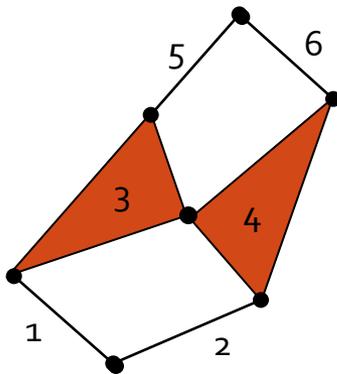
Fijando 2 ó 4



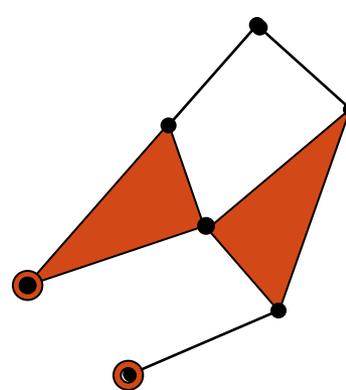
Fijando 1 ó 3



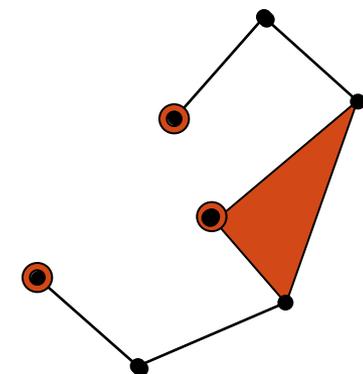
Fijando 5 ó 6



WATT



Fijando 1, 2, 5 ó 6



Fijando 3 ó 4

# 1.8 Grados de libertad. Criterios de Grübler y Malishev

## GRADOS DE LIBERTAD

Número de parámetros necesario para fijar la posición de un mecanismo. Está relacionado con la movilidad.

PLANO:  $G = M-3$

ESPACIO:  $G = M-6$

## CRITERIO DE GRÜBLER para el movimiento plano

Siendo N el nº de elementos del mecanismo

Cada elemento tiene 3 grados de libertad ( $x, y, \theta$ )

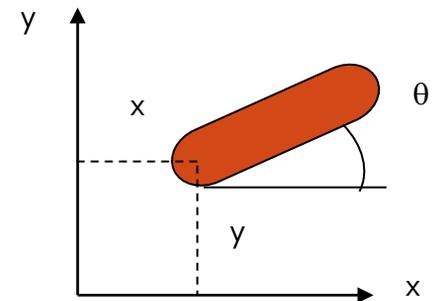
Par de clase I permite 1 gdl (restringe 2)

Par de clase II permite 2 gdl (restringe 1)

Elemento fijo: no tiene ningún gdl

$$G = 3(N - 1) - 2P_I - P_{II}$$

- $G < 0$  Estructura HIPERESTÁTICA
- $G = 0$  Estructura ISOSTÁTICA
- $G = 1$  Mecanismo DESMODRÓMICO
- $G = 2$  Mecanismo DIFERENCIAL o de 2 gdl
- $G > 2$  Mecanismo de n grados de libertad



# 1.8 Grados de libertad. Criterios de Grübler y Malishev

## CRITERIO DE MALISHEV para el movimiento ESPACIAL

Siendo N el nº de elementos del mecanismo

- Cada elemento tiene 6 grados de libertad EN EL ESPACIO
- Pares de clase I, II, III, IV ó V permiten 1, 2, 3, 4 ó 5 gdl respectivamente
- El elemento fijo: no tiene ningún gdl

$$G = 6(N - 1) - 5P_I - 4P_{II} - 3P_{III} - 2P_{IV} - P_V$$

## Restricciones al uso de los criterios de Grübler y Malishev

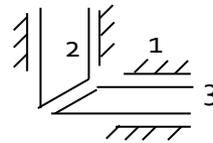
- Al construir un mecanismo ninguna barra debe estar constituida por una longitud exacta
- Deben detectarse las partes del mecanismo que sean sólido rígido y contarlas como un solo elemento.



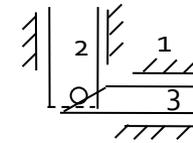
# 1.8 Grados de libertad. Criterios de Grübler y Malishev

## ✿ Inconsistencias de estos criterios

- Hay un par inferior que puede sustituirse por uno superior.

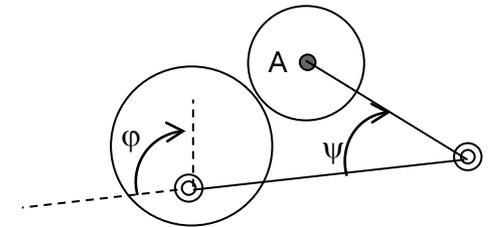


$$G = 3(3-1) - 2.3 = 0$$



$$G = 3(3-1) - 2.2 - 1.1 = 1$$

- Hay un par cinemáticamente redundante (A): aunque se elimine el giro en A, la relación entre los ángulos de entrada y salida será la misma



- Restricción redundante: Eliminando cualquiera de las tres barras paralelas el movimiento no cambia

