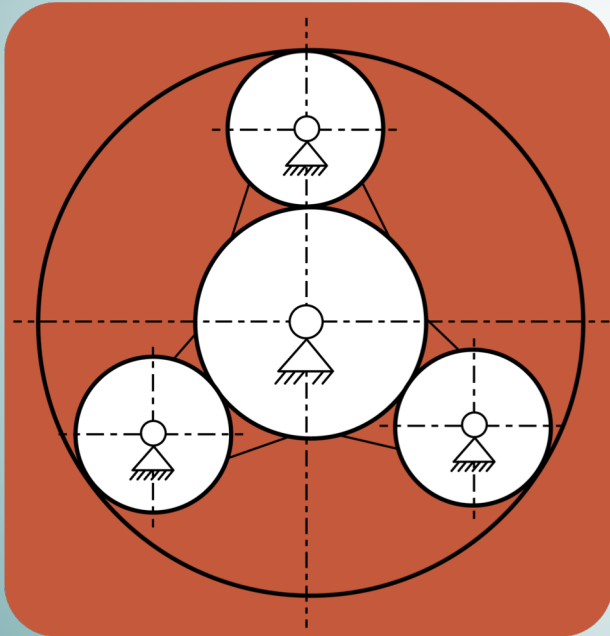


Máquinas y Mecanismos

10. Levas (I)



Alfonso Fernández del Rincón
Pablo García Fernández

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y MECÁNICA

Este material se publica bajo licencia:

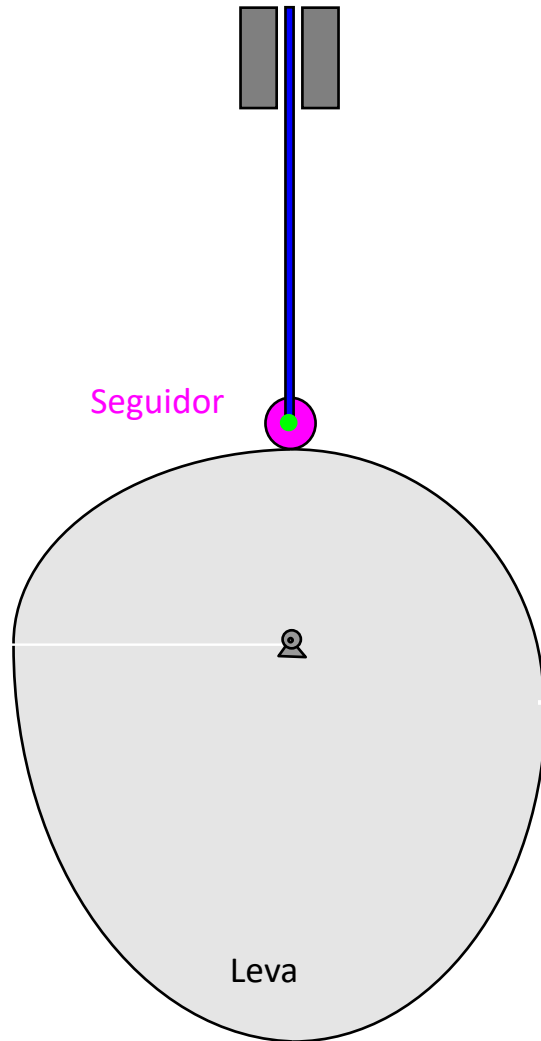
[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



Epígrafes del tema

- 10.1 Definición, nomenclatura y clasificaciones.
- 10.2 Comparación entre levas y mecanismos con pares inferiores.
- 10.3 Análisis cinemático de levas. Mecanismos equivalentes.

10.1 Definición, nomenclatura y clasificaciones



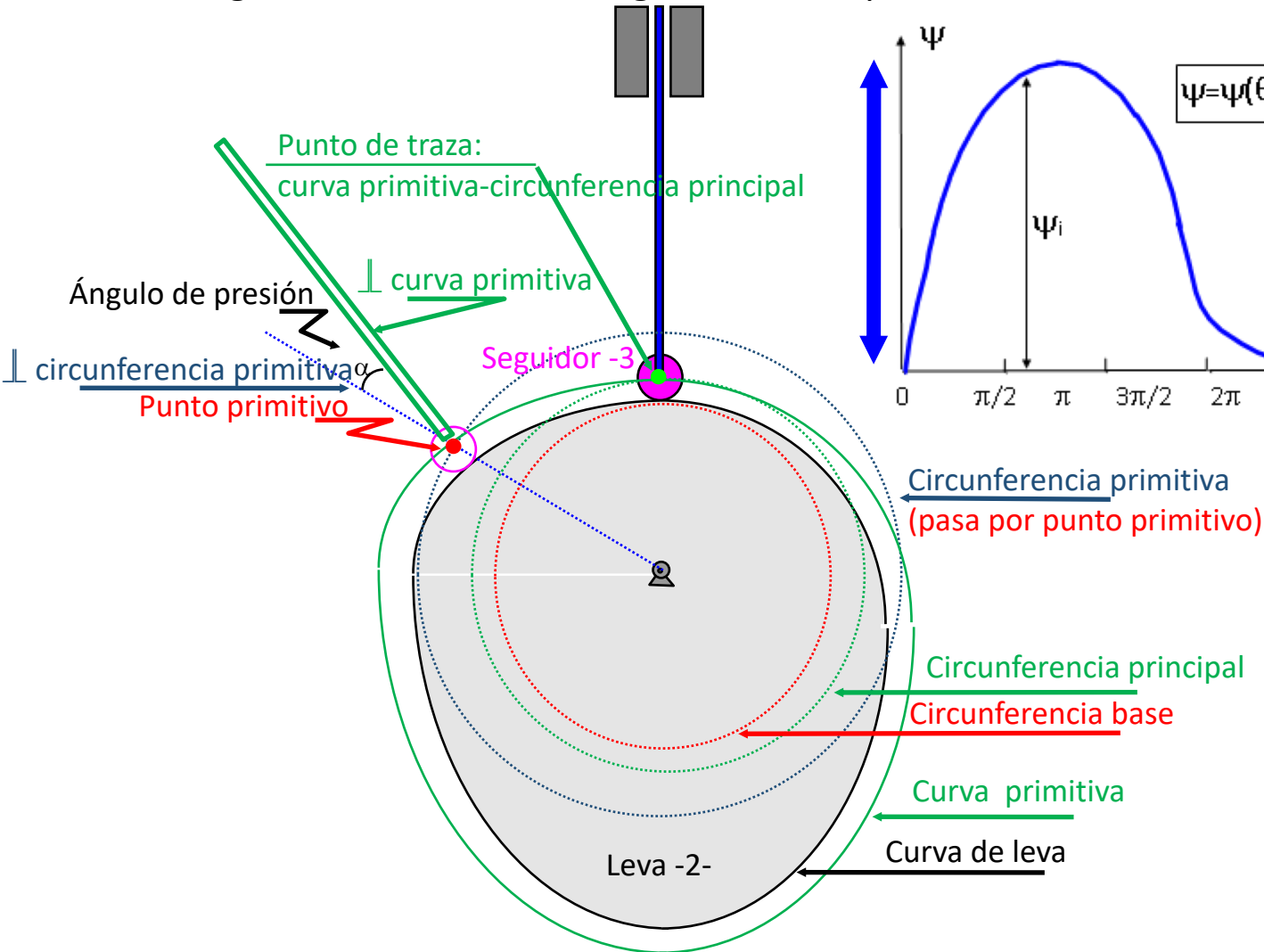
Leva: Elemento mecánico de perfil irregular que sirve para mover otro elemento denominado seguidor, de tal forma que éste último desarrolle un movimiento específico.

En general, el movimiento del seguidor sobre la leva es una rodadura con deslizamiento.

Las levas permiten obtener casi cualquier movimiento, de forma simple, con bajo coste, pocas piezas y en un espacio reducido

10.1 Definición, nomenclatura y clasificaciones

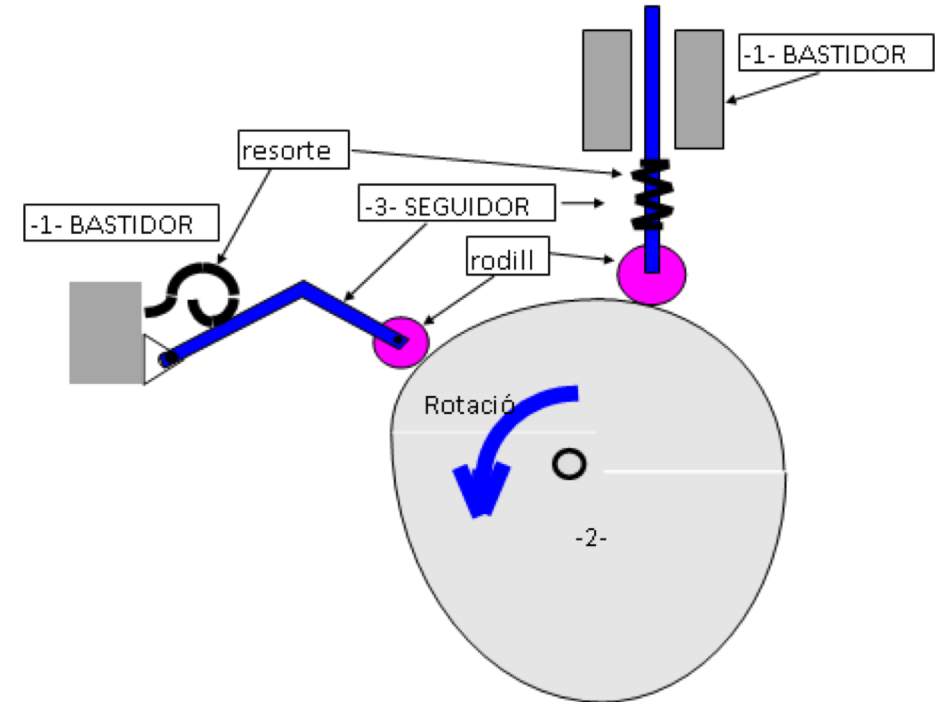
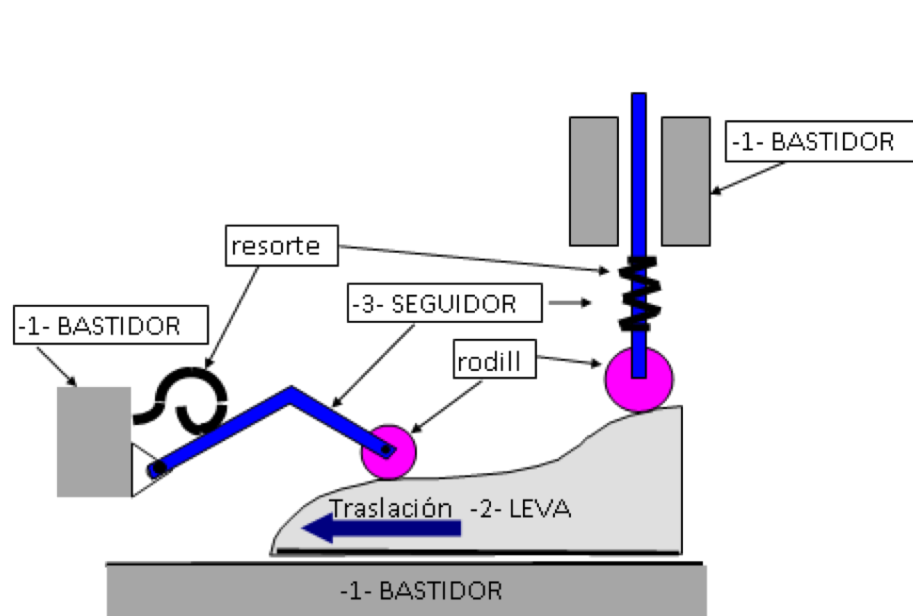
La leva se construye con objeto de que el seguidor verifique ciertas condiciones de movimiento, que quedan especificadas en un diagrama denominado diagrama de desplazamiento



Principio de inversión: Para obtener el perfil de leva, mantenerla estacionaria y girar el seguidor en sentido opuesto a la rotación de la leva.

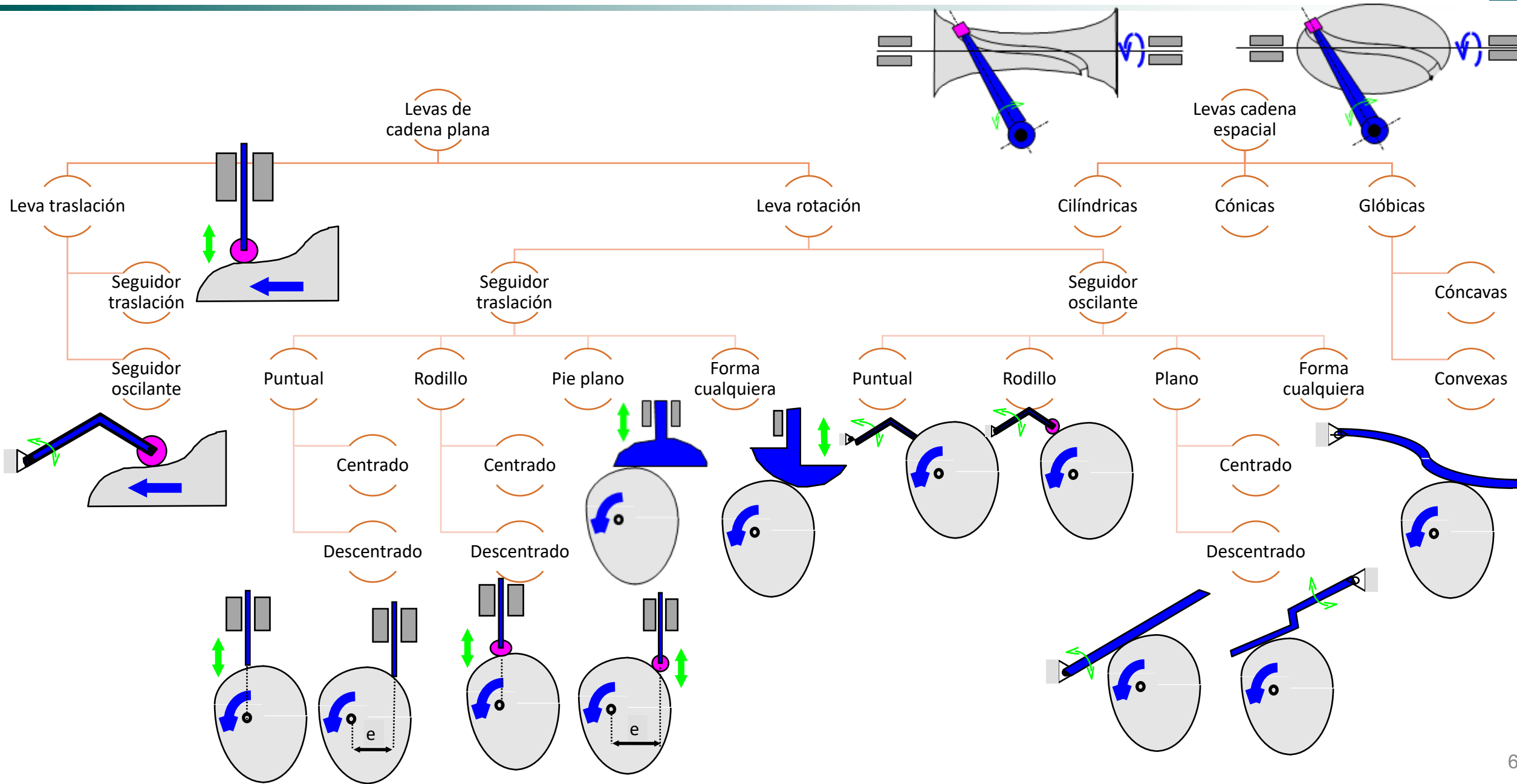
Secuencia :

- 1.- Eje de leva y seguidor de rodillo.
- 2.- Con centro eje de leva y radio hasta el punto de tangencia del seguidor $\rightarrow$ circunferencia BASE.
- 3.- Con centro eje de leva y radio hasta el eje del rodillo $\rightarrow$ circunferencia PRINCIPAL.
- 4.- Según diagrama de desplazamiento $\rightarrow$ curva PRIMITIVA.
- 5.- Con centros en puntos de curva PRIMITIVA y radio el del seguidor $\rightarrow$ curva de LEVA.
- 6.- Radiación con centro el centro de leva e intersecciones con curva PRIMITIVA.
- 7.- Por intersecciones perpendiculares a las tangentes a la curva PRIMITIVA.
- 8.- Angulos α entre radiaciones y perpendiculares a las tangentes. De ellos $\rightarrow \alpha_{\text{máx.}} \rightarrow$ punto primitivo
- 9.- Por punto primitivo con centro eje de leva $\rightarrow$ circunferencia PRIMITIVA



Cadena cinemática:	Pares de la cadena cinemática (tres pares)	
Pares de orden inferior (el contacto entre pares es superficial)	Par 1-2 Guía el movimiento de la leva	Par 1-3 Guía la trayectoria del seguidor
Pares de orden superior (el contacto entre pares es lineal o puntual)	Par 2-3 Constituido por un punto que desliza o rueda sobre la curva definida por el perfil de leva. Enlaza los elementos 2 y 3	

10.1 Definición, nomenclatura y clasificaciones



Epígrafes del tema

- 10.1 Definición, nomenclatura y clasificaciones.
- 10.2 Comparación entre levas y mecanismos con pares inferiores.
- 10.3 Análisis cinemático de levas. Mecanismos equivalentes.

Ventajas:

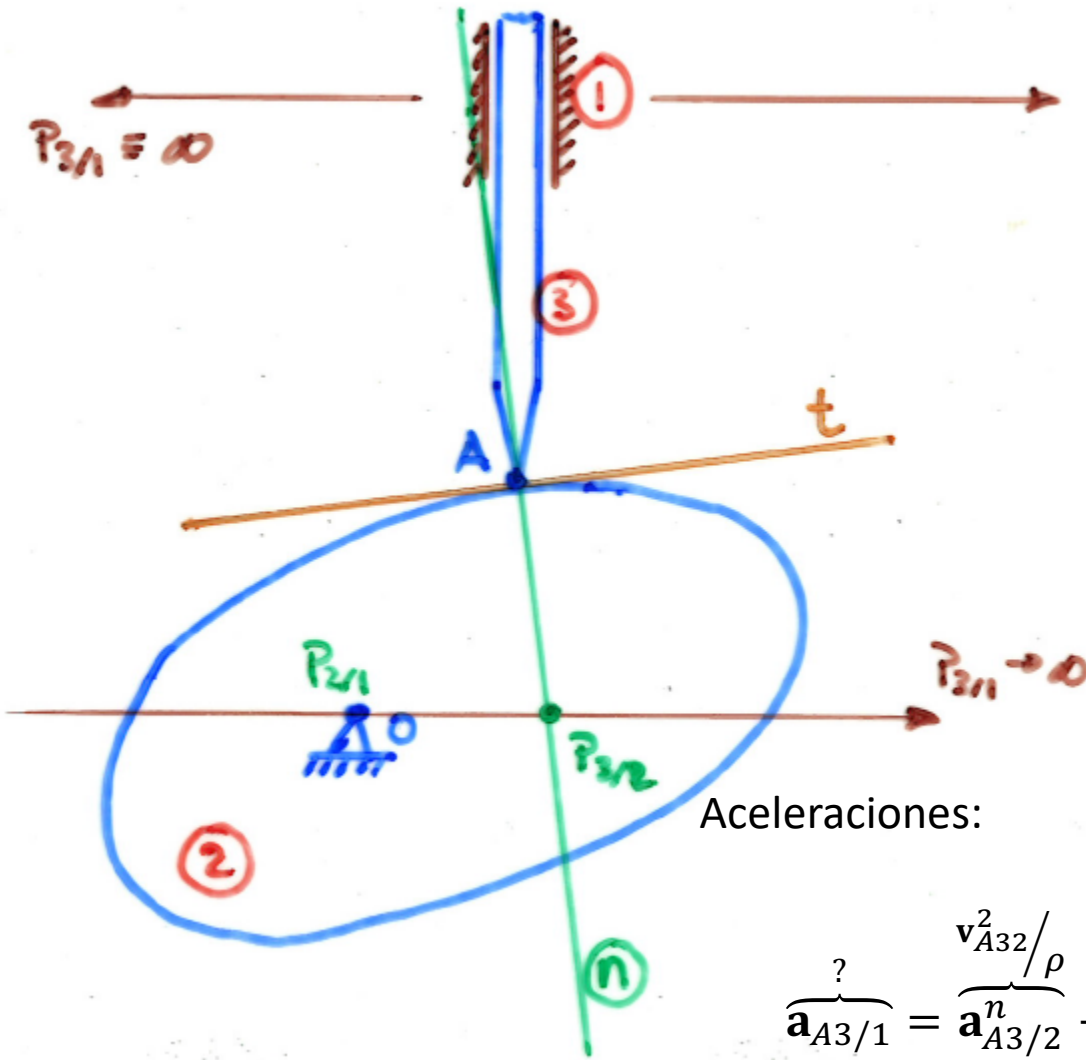
- Menor tamaño.
- Facilidad de ajuste y equilibrado.
- Facilidad para conseguir detenciones.
- Síntesis muy sencilla (frente a la síntesis de mecanismos con pares inferiores, que es fuertemente no lineal).

Inconvenientes:

- El contacto leva-seguidor no está garantizado.
- Imposibilidad de conseguir grandes desplazamientos.
- Necesidad de emplear una lubricación eficaz.
- Sensibilidad a la presencia de contaminantes, necesidad de aislar.
- Los mecanismos pueden generar funciones más complejas.
- Al incrementar el grado de complejidad del perfil de la leva se dispara el coste.

Epígrafes del tema

- 10.1 Definición, nomenclatura y clasificaciones.
- 10.2 Comparación entre levas y mecanismos con pares inferiores.
- 10.3 Análisis cinemático de levas. Mecanismos equivalentes.



Seguidor puntual:

$$\text{CIR: } \Rightarrow \begin{cases} P_{21} \equiv 0 \\ P_{31} \equiv \infty \text{ (Traslación)} \end{cases}$$

Teorema de Aronhold-Kennedy:

$$\left. \begin{array}{l} P_{23} \in r(P_{12}, P_{31}) \\ v_{A32} \parallel t \Rightarrow P_{23} \in \perp t \end{array} \right\} \Rightarrow P_{32}$$

Velocidades:

$$\underbrace{\mathbf{v}_{A3/1}}_{\text{vert}} = \underbrace{\mathbf{v}_{A3/2}}_{\parallel \text{t}} + \underbrace{\frac{\omega_{21} OA}{\mathbf{v}_{A3/1}}}_{\perp OA} \Rightarrow \begin{cases} \mathbf{v}_{A3/1} \\ \mathbf{v}_{A3/2} \end{cases}$$

Aceleraciones:

$$\mathbf{a}_{A3/1} = \mathbf{a}_{A3/2} + \mathbf{a}_{A2/1} + 2\boldsymbol{\omega}_{2/1} \times \mathbf{v}_{A3/2}$$

$$\underbrace{\mathbf{a}_{A3/1}}_{\text{vert}} = \underbrace{\mathbf{a}_{A3/2}^n}_{\parallel n} + \underbrace{\mathbf{a}_{A3/2}^t}_{\parallel t} + \underbrace{\alpha_{2/1} \mathbf{OA}}_{\perp \mathbf{OA}} + \underbrace{\omega_{2/1} \times (\omega_{2/1} \times \mathbf{OA})}_{A \rightarrow O} + \underbrace{2\omega_{2/1} \times \mathbf{v}_{A3/2}}_{\perp t} \Rightarrow \begin{cases} \mathbf{a}_{A3/1} \\ \mathbf{a}_{A3/2}^t \end{cases}$$

El radio de curvatura ρ es el del perfil de la leva en el punto A considerado

Contacto superficial (con deslizamiento):

$$\text{CIR: } \Rightarrow \begin{cases} P_{21} \equiv Q \\ P_{31} \equiv O \end{cases}$$

Teorema de Aronhold-Kennedy:

$$\left. \begin{array}{l} P_{23} \in r(P_{12}, P_{31}) \\ P_{23} \in \perp t \end{array} \right\} \Rightarrow P_{32}$$

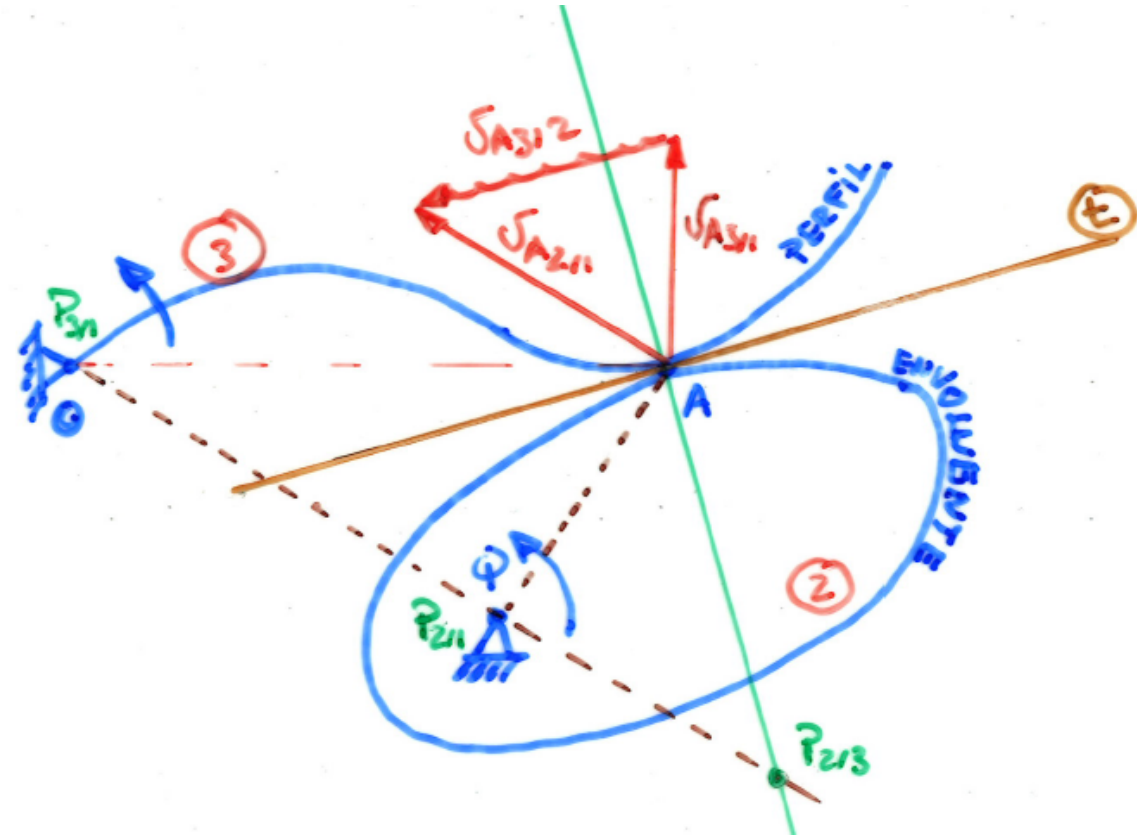
Velocidades:

$$\underbrace{\mathbf{v}_{A3/1}}_{\text{vert}} = \underbrace{\mathbf{v}_{A3/2}}_{\perp t} + \underbrace{\omega_{21} OA}_{\perp OA} \Rightarrow \begin{cases} \mathbf{v}_{A3/1} \\ \mathbf{v}_{A3/2} \end{cases}$$

Aceleraciones:

$$\mathbf{a}_{A3/1} = \underbrace{\mathbf{a}_{O3/1}}_0 + \underbrace{\alpha_{3/1} \times OA}_{\perp OA} + \underbrace{\omega_{3/1} \times (\omega_{3/1} \times OA)}_{A \rightarrow O}$$

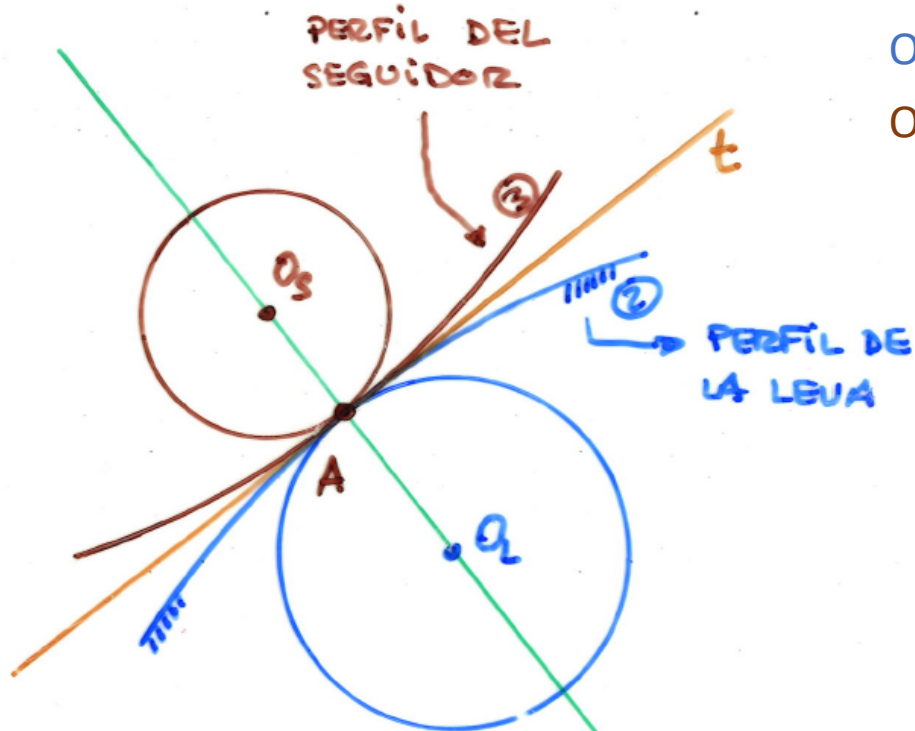
$$\mathbf{a}_{A3/1} = \underbrace{\mathbf{a}_{A3/2}^n}_{\perp n} + \underbrace{\mathbf{a}_{A3/2}^t}_{\perp t} + \underbrace{\alpha_{2/1} \times QA}_{\perp QA} + \underbrace{\omega_{2/1} \times (\omega_{2/1} \times QA)}_{A \rightarrow Q} + \underbrace{2\omega_{2/1} \times \mathbf{v}_{A3/2}}_{\perp t} \Rightarrow \begin{cases} \alpha_{3/1} \\ \mathbf{a}_{A3/2}^t \end{cases}$$



El radio de curvatura ρ se calcula aplicando Euler-Savary generalizado.

10.3 Análisis cinemático de levas.

El radio de curvatura ρ se calcula aplicando Euler-Savary generalizado.



O_L : Centro de curvatura del perfil de la leva

O_S : Centro de curvatura del perfil del seguidor

Aplicando Euler-Savary generalizado a los centros de curvatura de los perfiles de la leva y del seguidor:

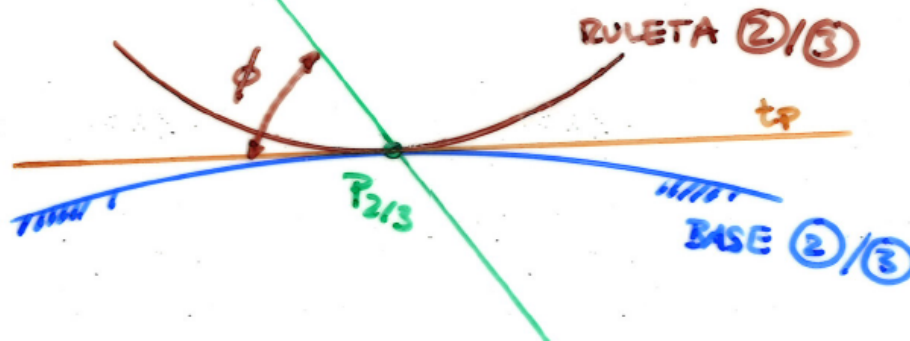
$$\left(\frac{1}{O_S P_{23}} + \frac{1}{P_{23} O_L} \right) \sin \phi = cte$$

En donde ϕ es desconocido.

Aplicando Euler-Savary de nuevo al movimiento de $A_{3/2}$:

$$\left(\frac{1}{A P_{23}} + \frac{1}{P_{23} O_A} \right) \sin \phi = cte$$

En donde $P_{23} O_A$ es desconocido.



Igualando ambas expresiones se obtiene $P_{23} O_A$, con lo que, mediante el análisis cinemático anterior es posible obtener $\alpha_{3/1}$ y $a_{A3/2}^t$.

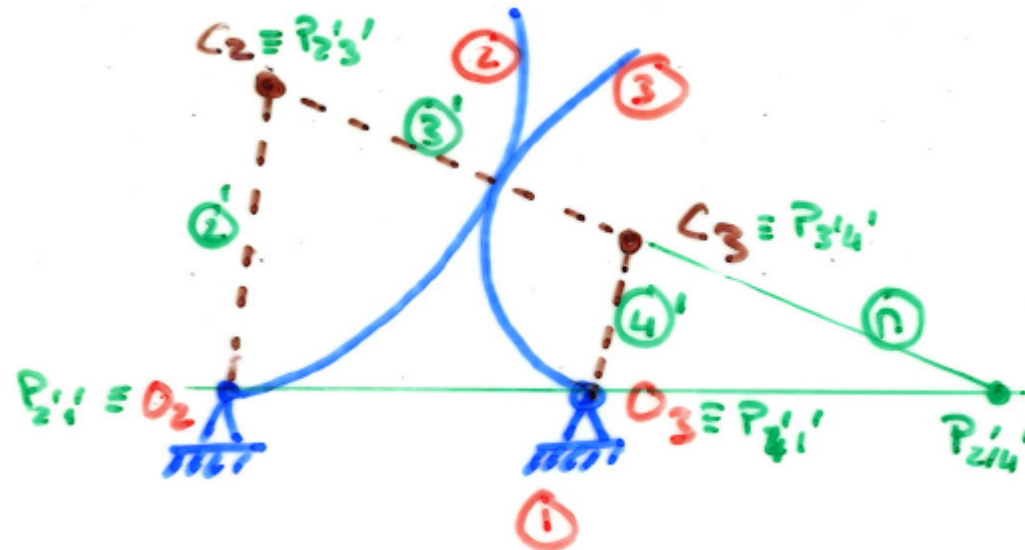
En ocasiones es difícil realizar un análisis de aceleraciones en un mecanismo de contacto directo, siendo posible su estudio mediante un cuadrilátero articulado equivalente:

Cuadrilátero articulado equivalente: Aquél cuyos elementos unidos al fijo tienen las mismas velocidades y aceleraciones angulares en ese instante que los elementos del mecanismo de contacto directo ② ③.

Con la misma entrada en la leva y en el cuadrilátero $\omega_{2/1} \equiv \omega'_{2/1}$, se obtiene el mismo campo de velocidades.

$$P_{2'/4'} \equiv P_{2/3} \Rightarrow v_{P_{2'/4'}} = \omega'_{4/1}(P_{4'/1'}P_{2'/4'}) = \omega'_{2/1}(P_{2'/1'}P_{2'/4'})$$

Como $P_{2'/3'}$ y $P_{3'/4'}$ no pueden tener velocidad relativa $\parallel$ a n , C_2 y C_3 tampoco la tendrán, por lo que instantáneamente es como si $C_2 \in (2)'$ y $C_3 \in (4)'$ y se comportan como se fueran los extremos de una barra rígida.



Existen otros mecanismos equivalentes:

