

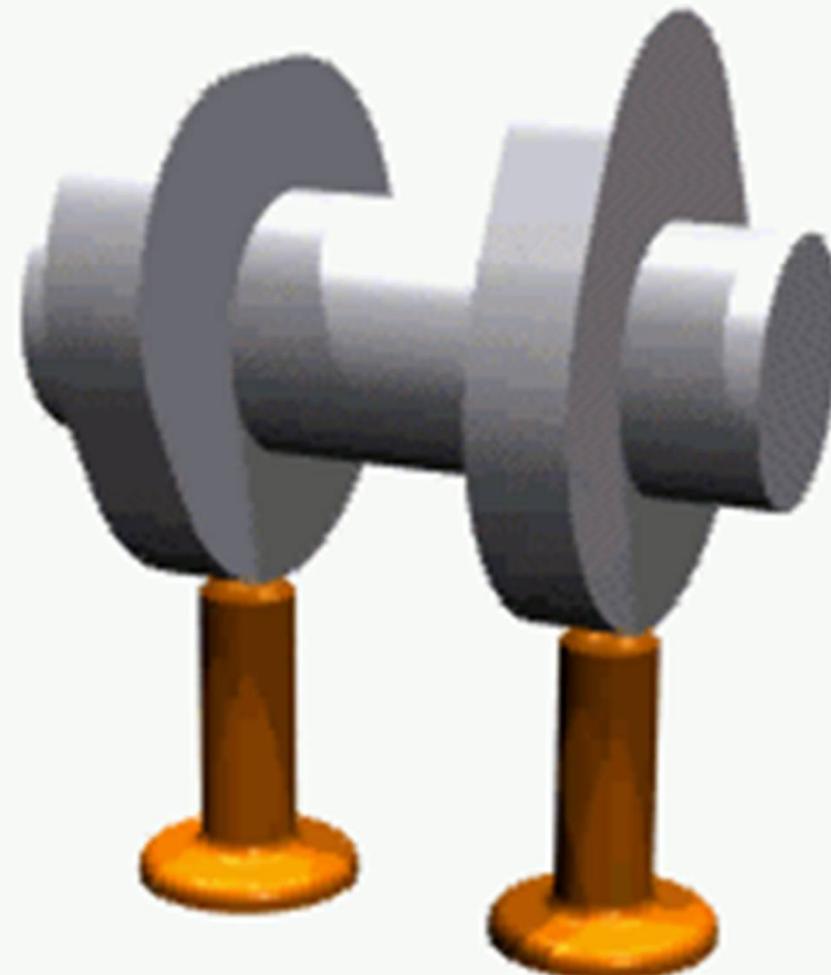
**MECÁNICA APLICADA  
MECÁNICA Y MECANISMOS**

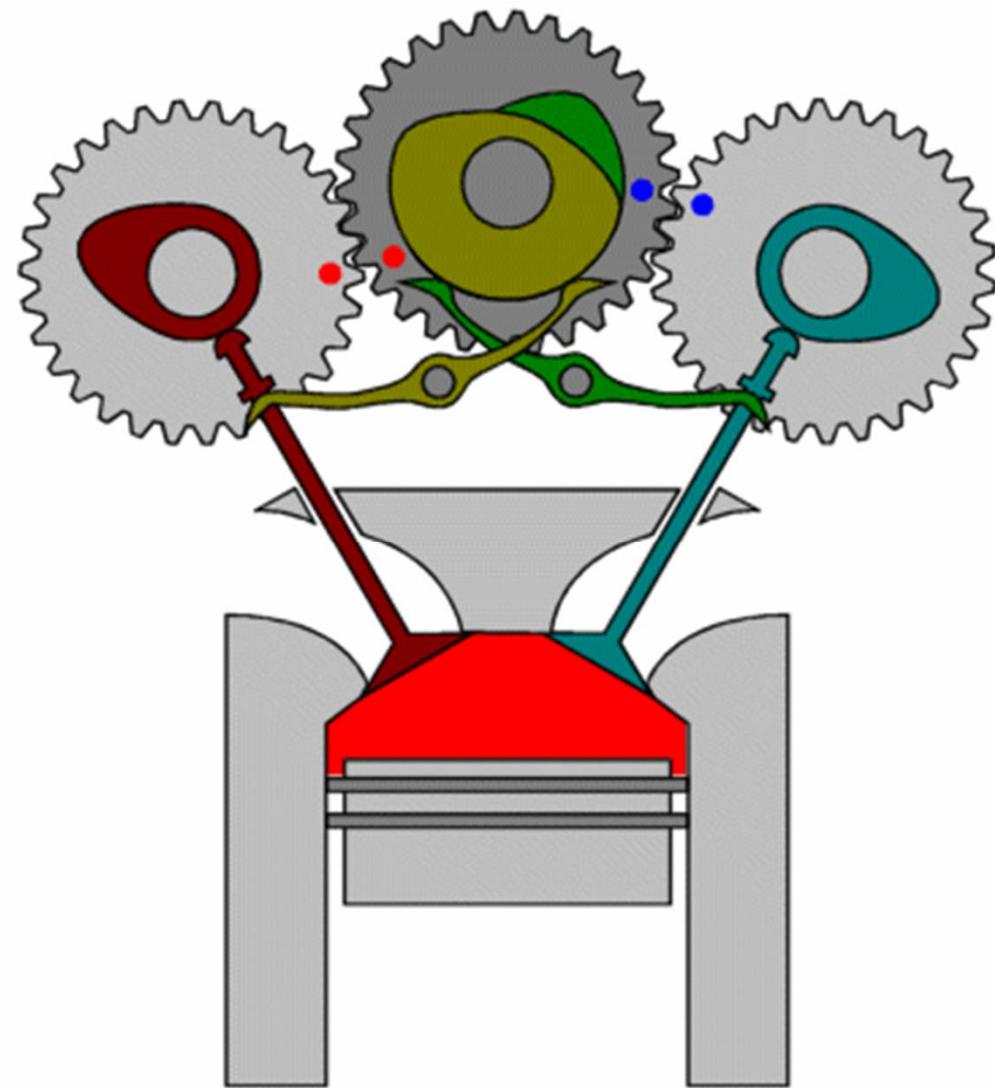


**FACULTAD  
DE INGENIERÍA**

# **LEVAS**

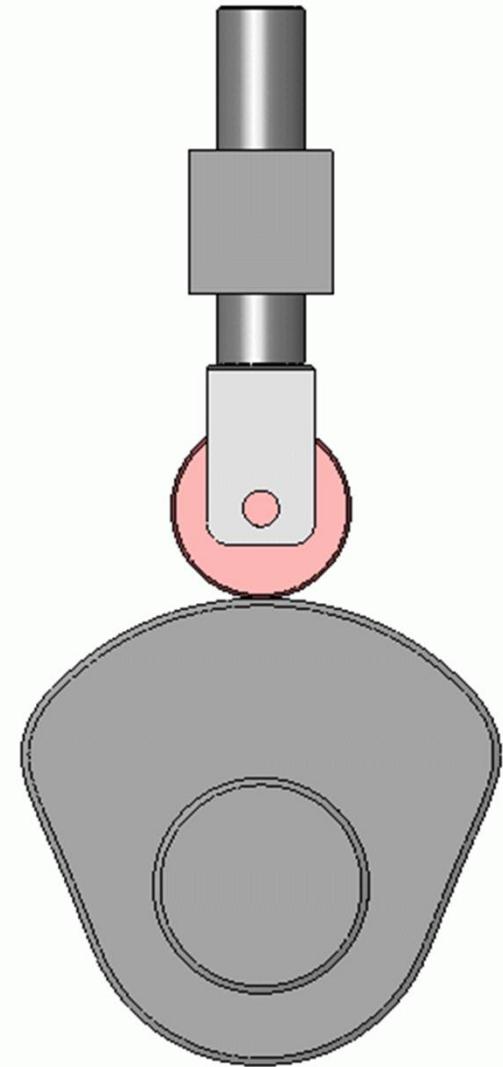
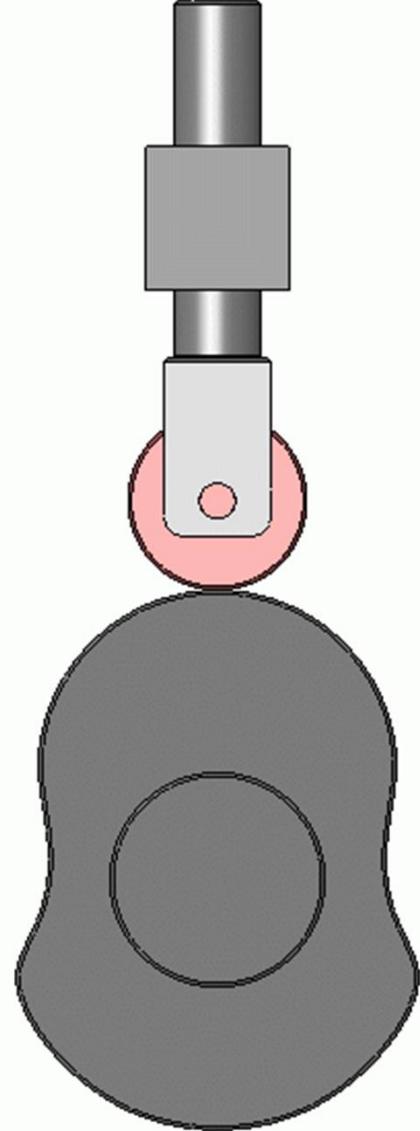
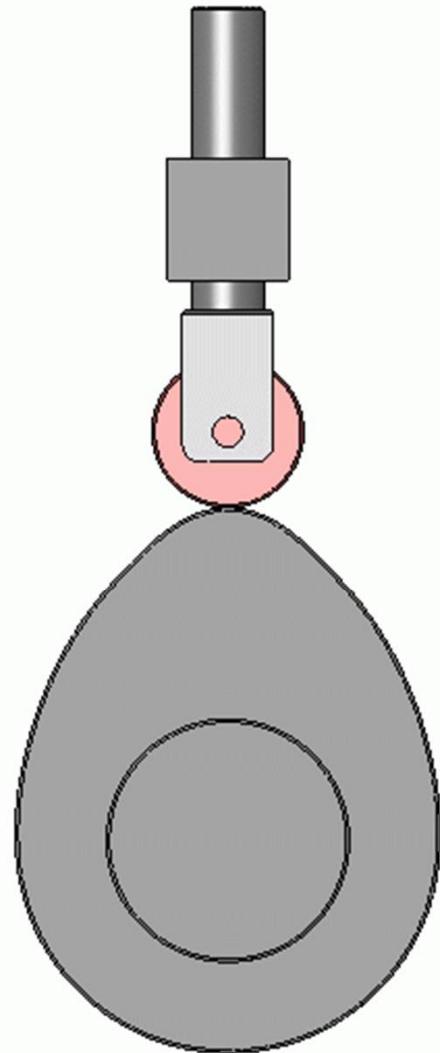
**Ing. Carlos Barrera-2025**







**1956: el ingeniero de Ducati Fabio Taglioni diseña un sistema desmodrómico para instalarlo en la Ducati 125 de competición**



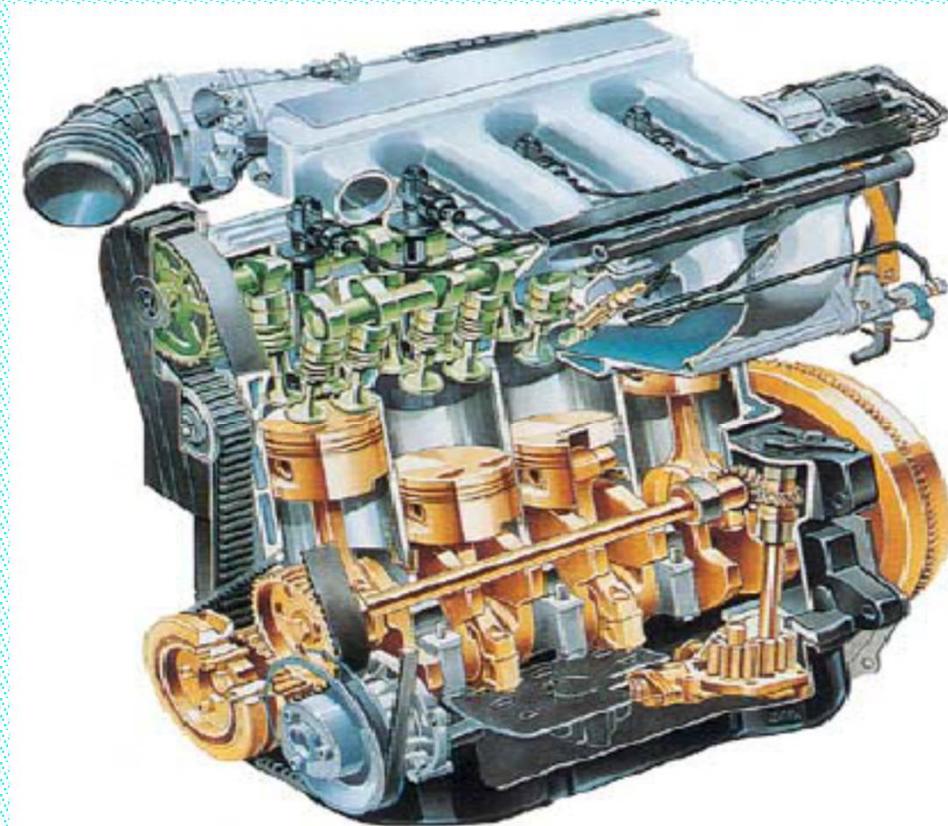
# OBJETIVOS

- **Describir las partes componentes de una leva**
- **Analizar los parámetros característicos.**

**Un mecanismo de levas es un par cinemático superior, en la que uno de sus elementos animado de un movimiento rotatorio, oscilante o alternativo, imparte a otro llamado seguidor un movimiento determinado, alternativo u oscilante.**

**Este mecanismo consta de 3 eslabones o elementos: la leva, el seguidor y la bancada o bastidor, con la particularidad de que la leva es el eslabón guía o unidad conductora y el seguidor, la unidad conducida.**

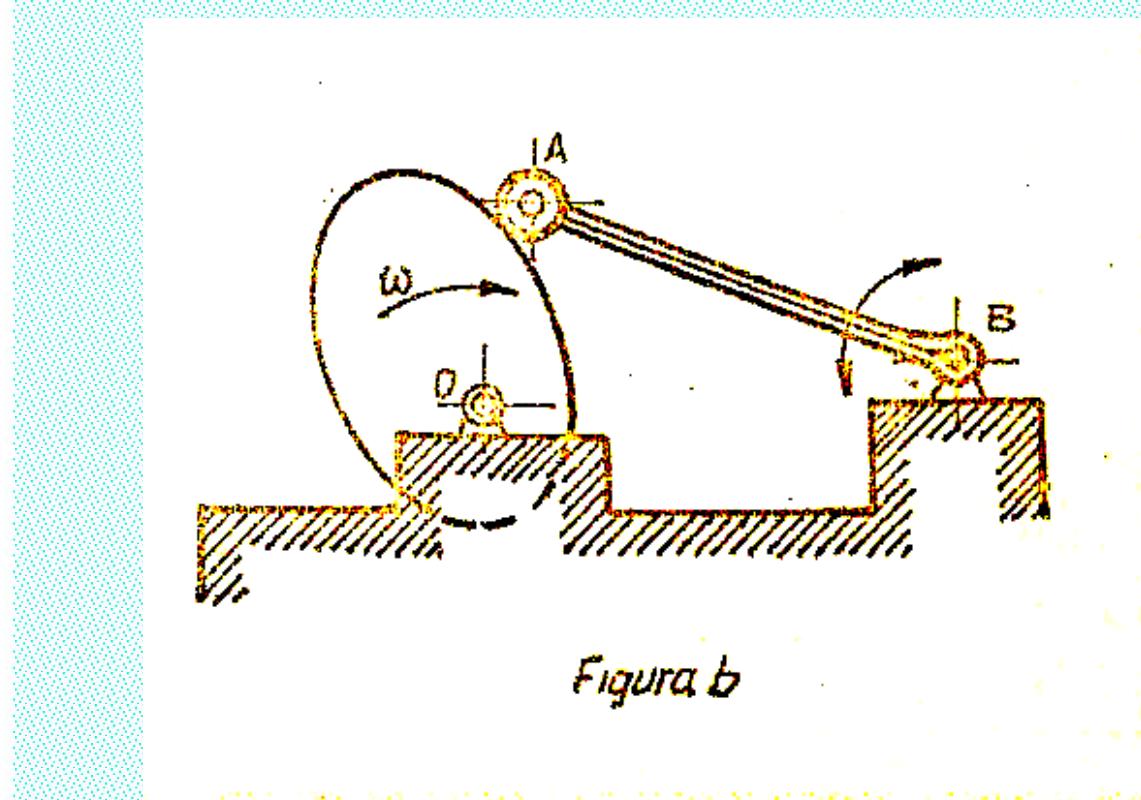
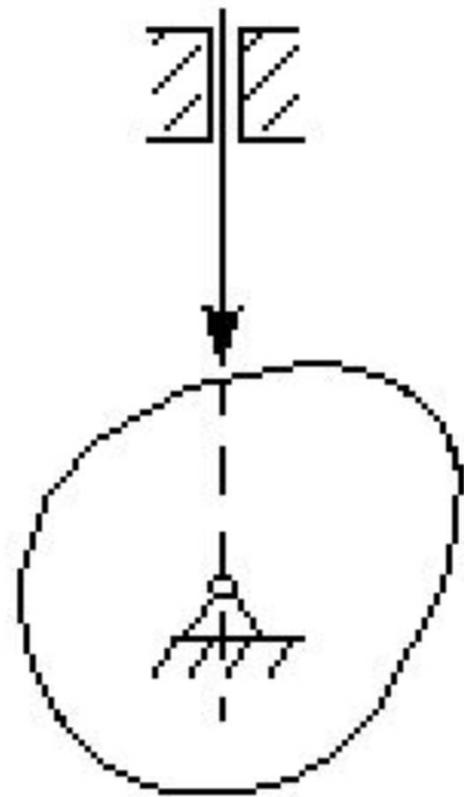
**Estos mecanismos pertenecen a la clase de los mecanismos con pares cinemáticos superiores.**

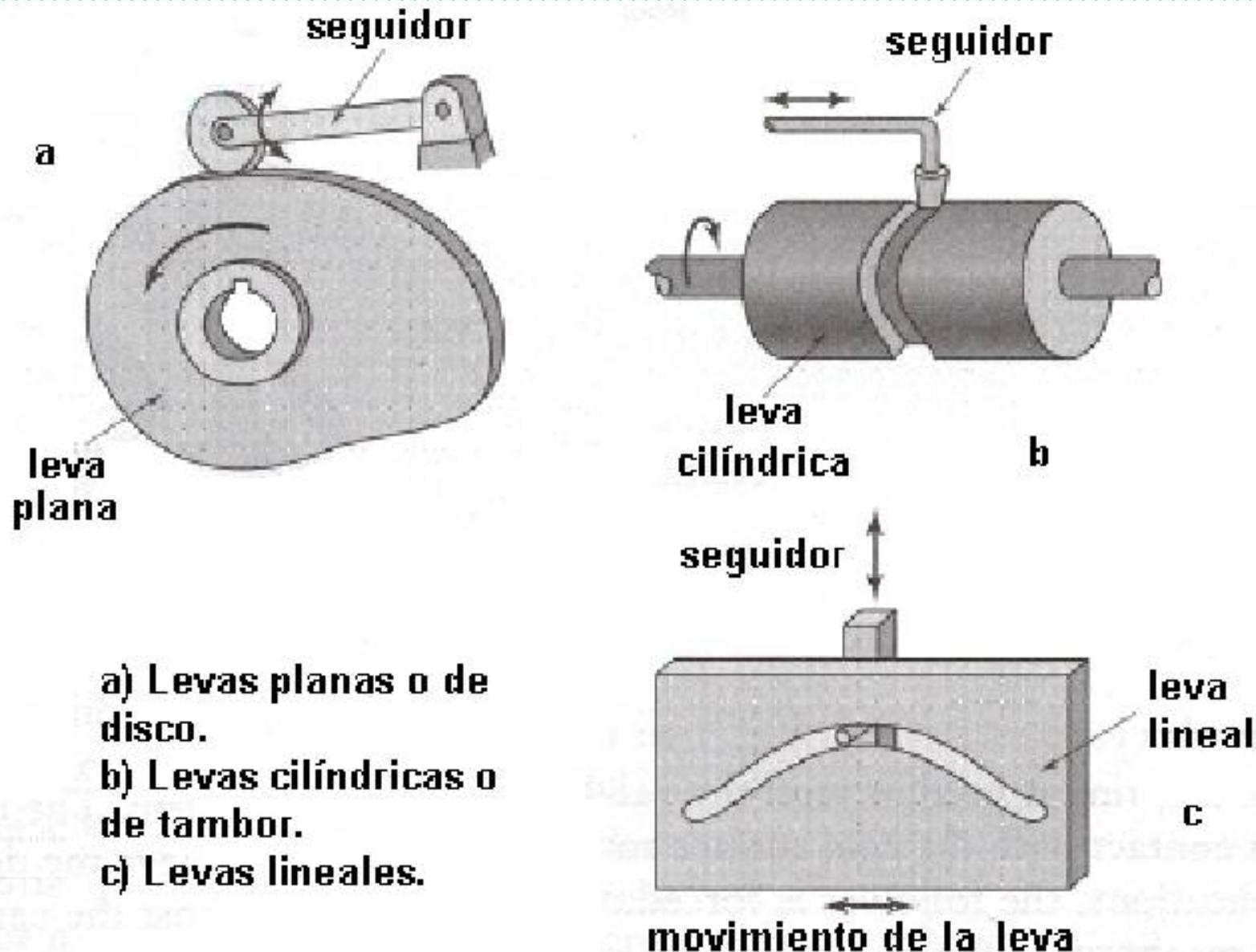


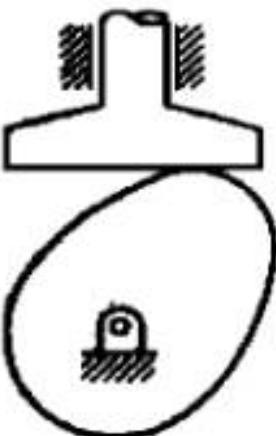
**Las levas tienen distintas formas y por consiguiente la ley de movimiento de los seguidores es distinta.**

En la figura A el movimiento de rotación de la leva se puede transformar en movimiento de traslación del seguidor.

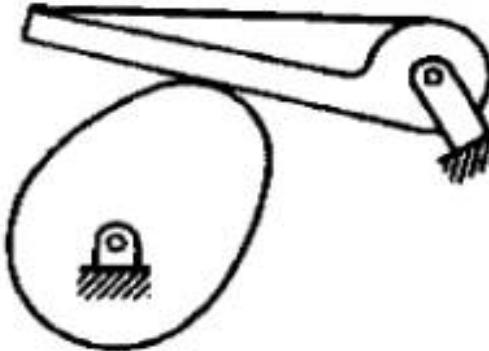
En la figura b el movimiento de rotación de la leva se transforma en movimiento de rotación del seguidor.



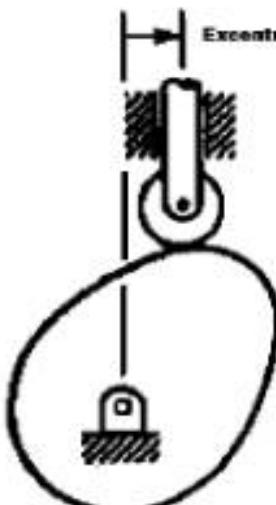




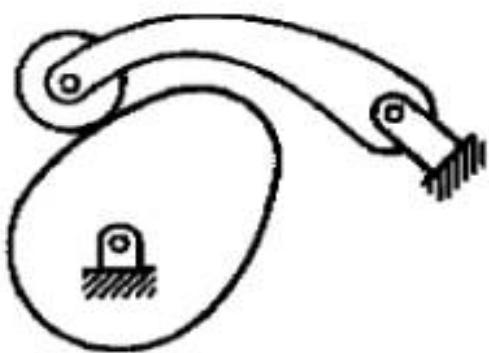
Seguidor Traslacional de Cara Plana



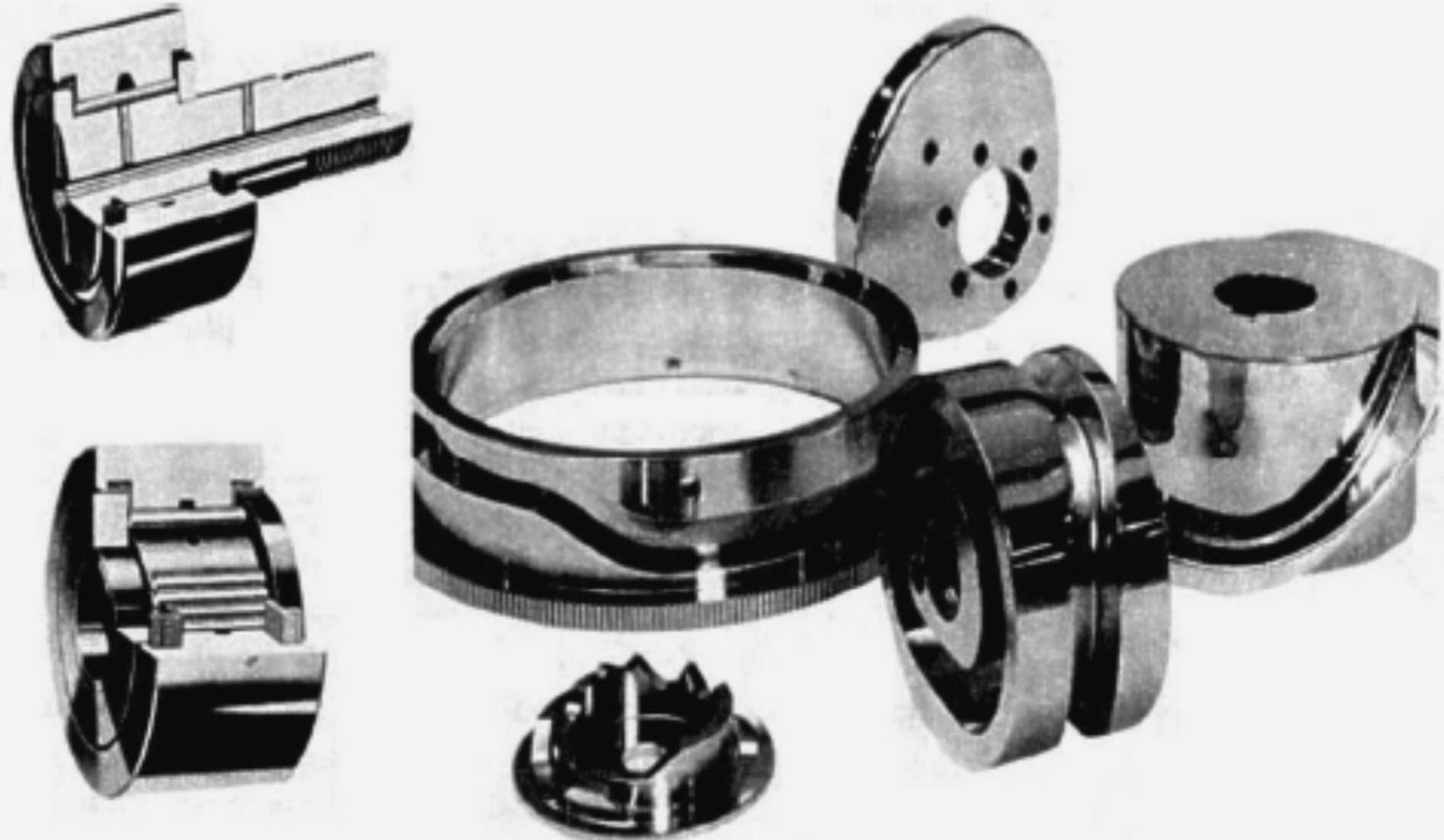
Seguidor Oscilante de Cara Plana



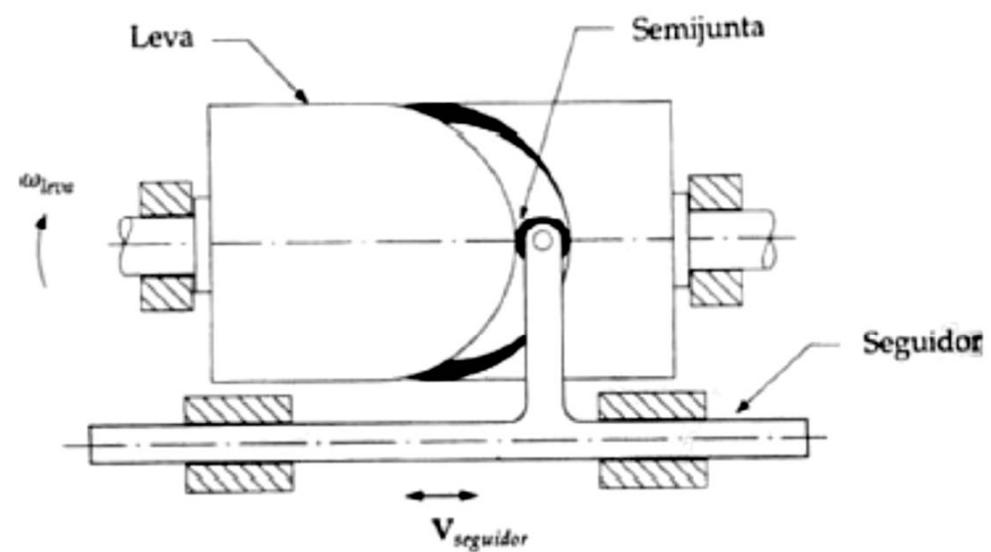
Seguidor Traslacional de Rodillo Excéntrico



Seguidor Oscilante de Rodillo



# Levas Axiales



# Levas Globoidales

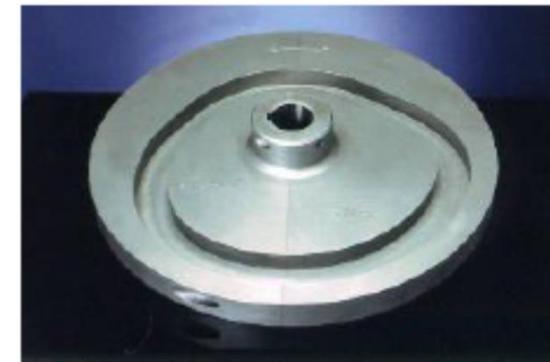


# Levas Planas



# Levas Especiales

LEVA DE CANAL EN GRILLON



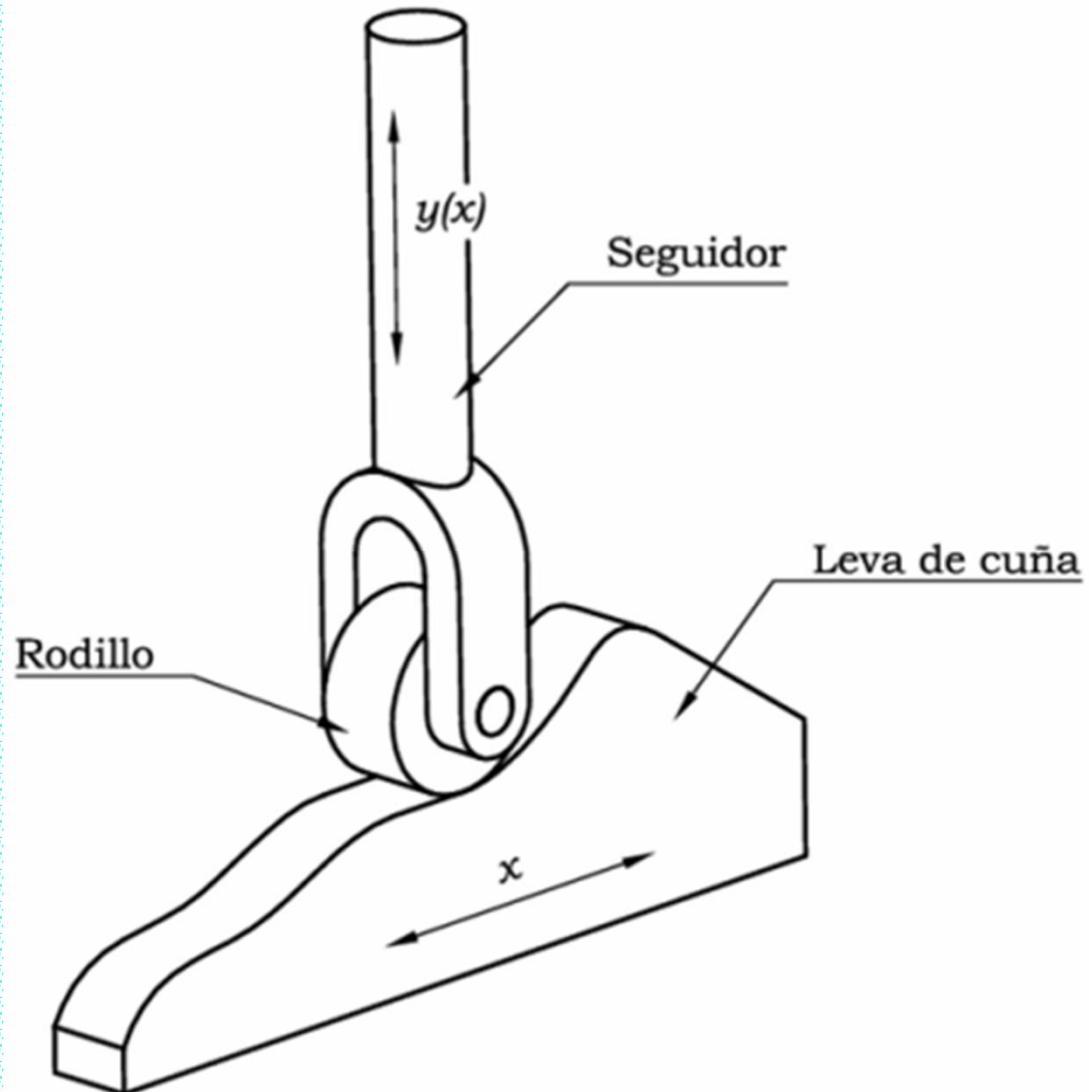
LEVA DE CANAL



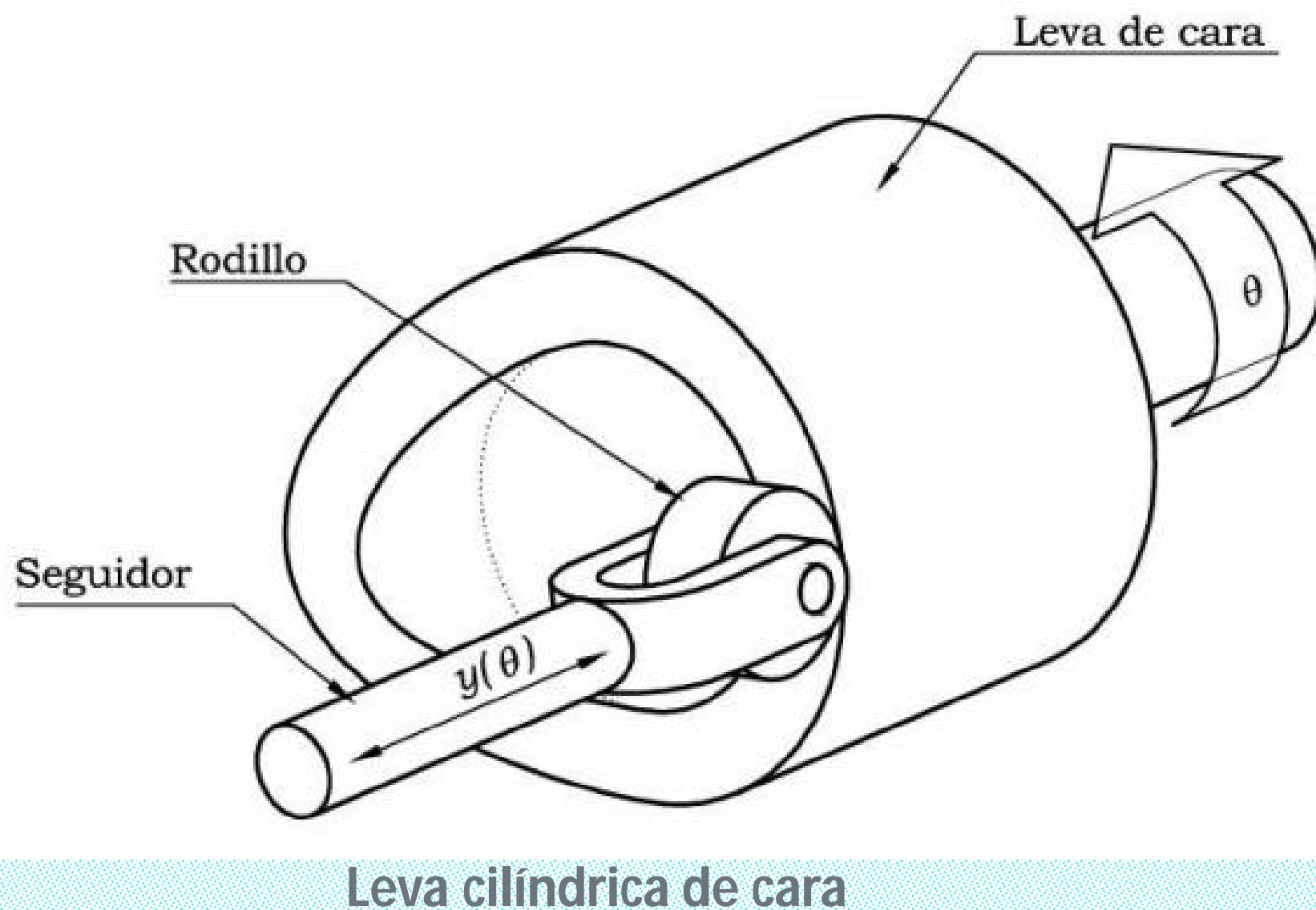
LEVA COMPLEMENTARIA



LEVA INDEX



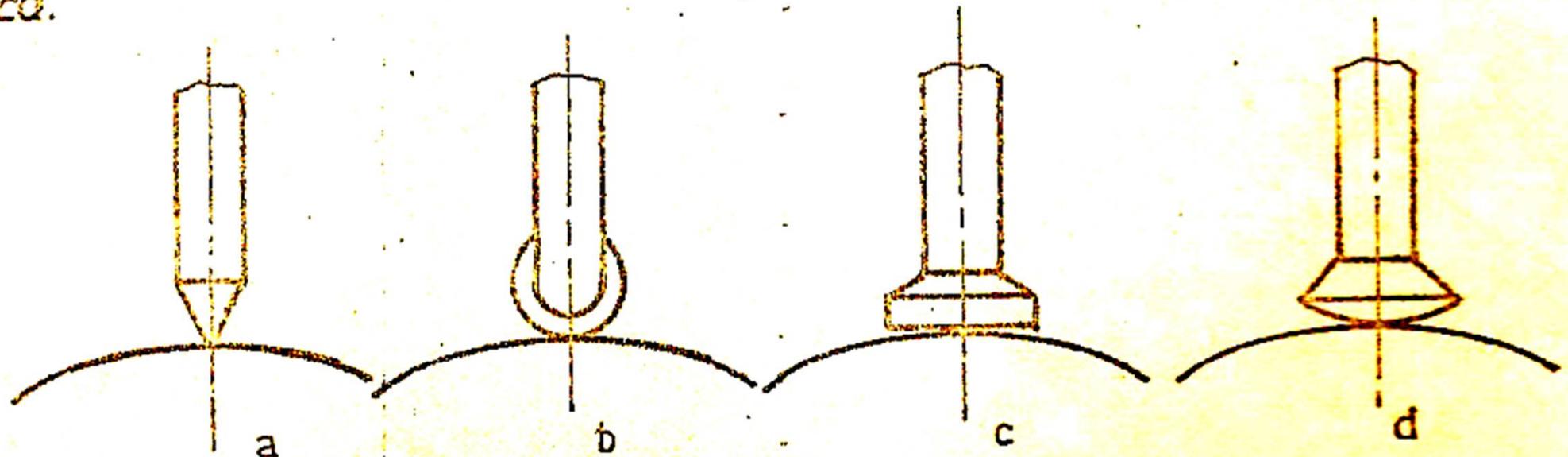
Leva cilíndrica ranurada



Leva cilíndrica de cara

**El seguidor es una varilla cuya extremidad en contacto con la leva tiene una forma especial que lo caracteriza.**

tica.



El seguidor de **borde agudo o filo**: por las tensiones de contacto tiene un elevado desgaste.

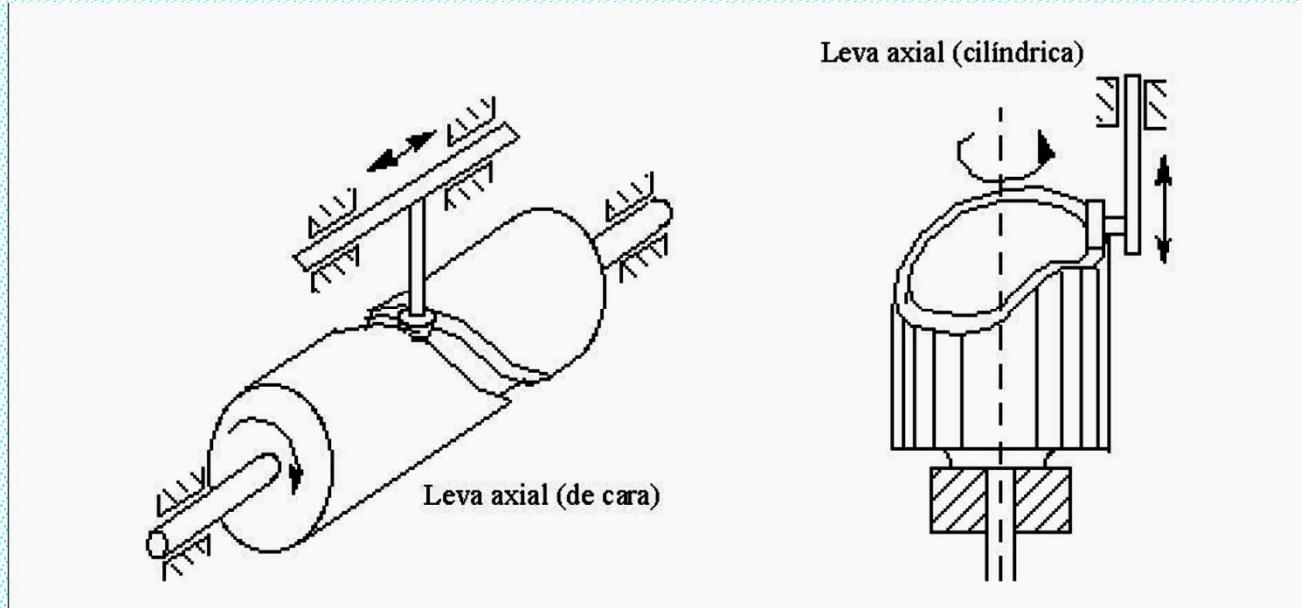
El seguidor a **rodillo** tiene la ventaja que el contacto entre las superficies es una rodadura aunque siempre hay deslizamiento debido a la inercia del rodillo.

El seguidor **plano** si bien da lugar a deslizamientos planos de las dos superficies en contacto tiene la ventaja de que produce empujes laterales bajos sobre las guías.

Las levas se clasifican en:

- RADIALES**: en los que la superficie de trabajo o contacto produce el movimiento del seguidor en un plano perpendicular al eje de rotación de la leva.
- CILINDRICAS**: en las que el seguidor se mueve en un plano paralelo al eje de la leva.
- GLOBOIDALES**: Cónicas o convexas.

En la mayor parte de los casos, el movimiento del seguidor está determinado positivamente durante una parte de su carrera, en tanto que la restante, el contacto se mantiene debido a una fuerza exterior por ej: un resorte.



**Levas axiales**  
(movimiento del seguidor paralelo al eje de rotación de la leva).

**Una característica de las levas es que pueden impartir movimientos bien distintos a su seguidor, de hecho las levas pueden ser usadas para obtener movimientos inusuales o irregulares que serían muy difíciles de obtener con otros mecanismos.**

Los mecanismos de leva tienen imperfecciones relacionadas con la existencia de un par cinemático superior, los elementos que forman el par de dos movimientos, teóricamente entran en contacto por una línea, por lo que la presión específica en el lugar de contacto debe ser grande.

En la práctica debido a la deformación elástica de los elementos del mecanismo el contacto se realiza en un área muy pequeña, siendo la presión específica debido a esto limitada, pero superior a la que se produce cuando el contacto se realiza en un área mayor, como sucede en los pares cinemáticos inferiores.

El seguidor, necesita mantenerse en contacto con la superficie de la leva para alcanzar el movimiento deseado. El contacto permanente del par cinemático superior en el mecanismo de leva se puede garantizar por un cierre cinemático, o por fuerza con la ayuda de distintas cargas, por ej los resortes.

En los casos donde el seguidor está en el plano vertical, el peso del seguidor y de las partes unidas a él puede ser suficiente para mantener el contacto.

## **PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS**

- **PUNTO PRIMITIVO:** es un punto característico del seguidor cuyo desplazamiento se toma como referencia para definir su movimiento.
- **CIRCULO PRIMARIO:** Es la trayectoria relativa del punto primitivo con relación al plano en que rota la leva.
- **PERFIL DE LA LEVA O PERFIL DE TRABAJO:** Es el perfil real de la leva
- **CIRCUNFERENCIA BASE:** es la circunferencia de menor radio que se puede trazar de manera que sea tangente al perfil de la leva.



- **ÁNGULO DE PRESIÓN:** es el ángulo que forman la dirección del movimiento del seguidor y la normal al perfil primitivo. El ángulo de presión varia durante un ciclo completo del movimiento oscilando entre dos valores extremos.
- En la construcción del perfil de la leva, es necesario dibujar el diagrama de desplazamientos. La abscisa representa una revolución completa de la leva y la ordenada es el recorrido del seguidor. Este diagrama identifica la elevación o movimiento del seguidor cuando se aleja del centro de la leva, el reposo o periodo en el que el seguidor permanece en reposo y el retorno o periodo en el que el seguidor se mueve hacia el centro de la leva
- **CARRERA DEL SEGUIDOR:** es el máximo desplazamiento del seguidor desde su posición mas próxima al centro de la leva. Al movimiento por el cual el seguidor se aleja del centro de la leva, se llama ida o elevación, en cuanto al movimiento inverso se lo llama retorno.
- **ESCALÓN PERÍODO ESTACIONAL O PERMANENCIA:** es el periodo durante el cual el seguidor no se desplaza, mientras la leva realiza su movimiento rotativo.
- **ÁNGULO DE LA LEVA:** es el ángulo de rotación de la leva que corresponde a un desplazamiento determinado del seguidor.

•**DESPLAZAMIENTO ESTACIONARIO-ELEVACION-ESTACIONARIO:** es el desplazamiento del seguidor caracterizado por tener un periodo estacionario seguido de una elevación al que luego sigue otro movimiento estacionario.

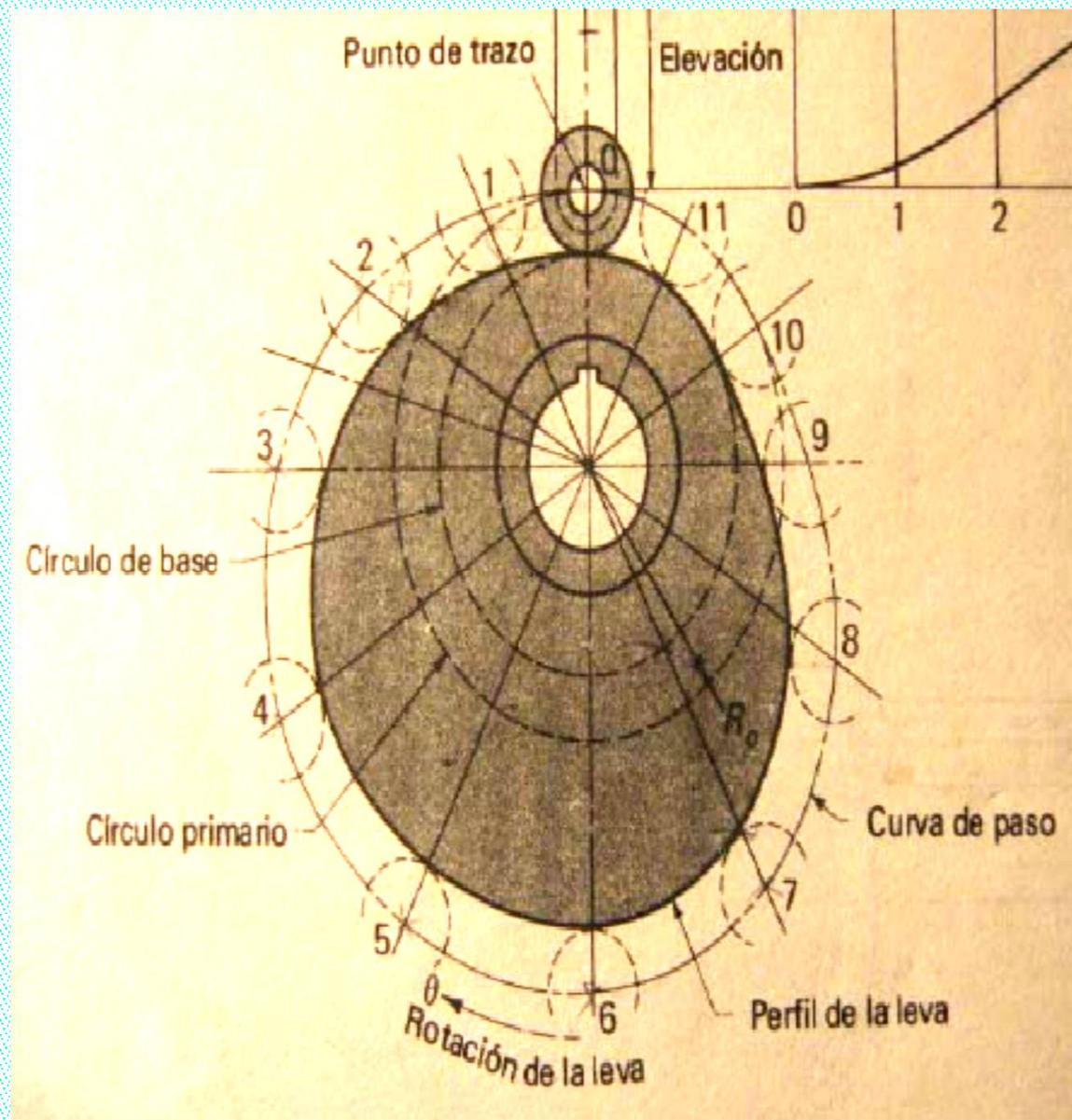
La finalidad de la leva es producir un movimiento del seguidor, es importante que el mismo sea alcanzado mediante un movimiento cuya velocidad, aceleración y pulso presenten determinadas características con el fin de evitar desgastes y vibraciones.

Las funciones básicas que se han adoptado para definir el movimiento del seguidor pueden agruparse en dos grandes categorías: funciones polinómicas y funciones trigonométricas.

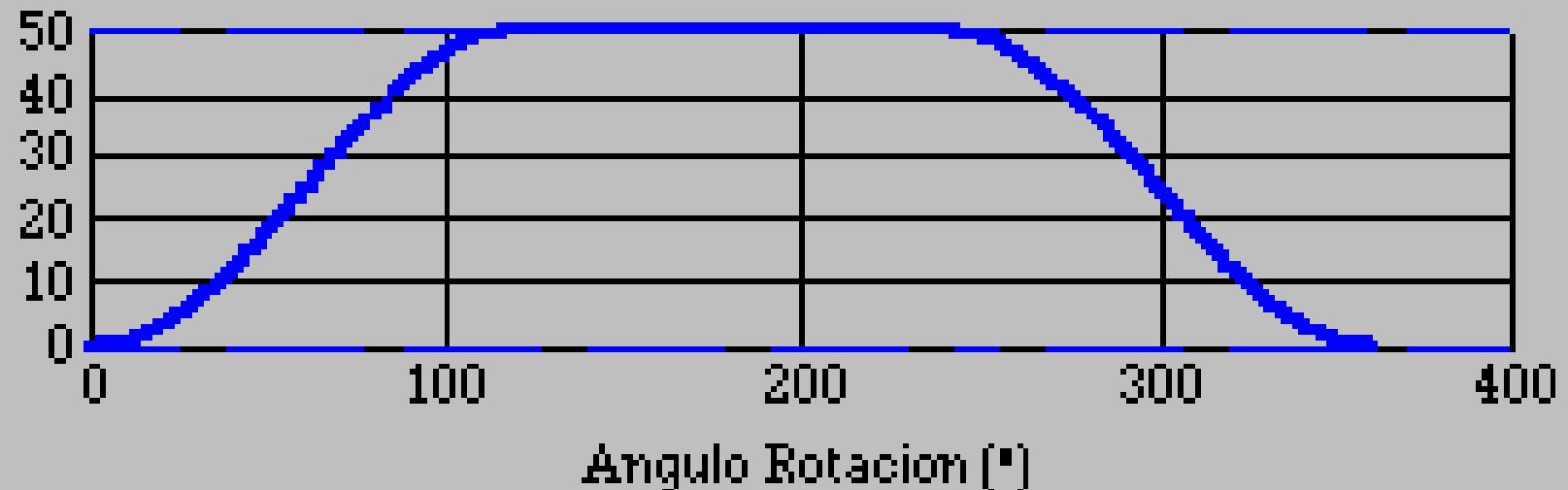
El primer paso en el cálculo de una leva es especificar el movimiento de salida que debe regir al seguidor. A este movimiento se le denomina ley de desplazamiento o función de desplazamiento. Lo que se tiene es una función cuya variable dependiente es una magnitud que mide el desplazamiento que realiza el seguidor, y cuya variable independiente es el ángulo girado por la leva (valor éste que a veces se sustituye por el tiempo). La unidad de medida de los desplazamientos dependerá del tipo de seguidor que se esté considerando. Así, en un seguidor de traslación esta magnitud será longitud. Por el contrario, para un seguidor oscilante lo habitual es utilizar un ángulo (aunque no es frecuente, puede utilizarse también una longitud, tomando como salida la distancia de un punto del seguidor al centro de giro de la leva).

**El movimiento de salida se construye por la unión de diferentes tipos de tramos comúnmente empleados en el cálculo de levas. La longitud de cada uno de ellos vendrá dada por el ángulo parcial de rotación ocupado dentro de una vuelta completa. Como es lógico, la suma de los ángulos parciales de rotación debe ser exactamente  $360^\circ$ . Una ley de desplazamiento se supone construida cuando se han determinado todos los tramos necesarios para componer un giro completo. La información que debe contener cada uno de dichos tramos es la siguiente:**

- **El tipo de movimiento para el tramo: armónico simple, cicloidal, velocidad constante, etc.**
- **El ángulo parcial de rotación  $\beta$  sobre el que se construye el tramo.**
- **La magnitud del movimiento lineal (seguidores traslacionales) o angular (seguidores oscilantes) y su sentido. A este valor se le llamará elevación**

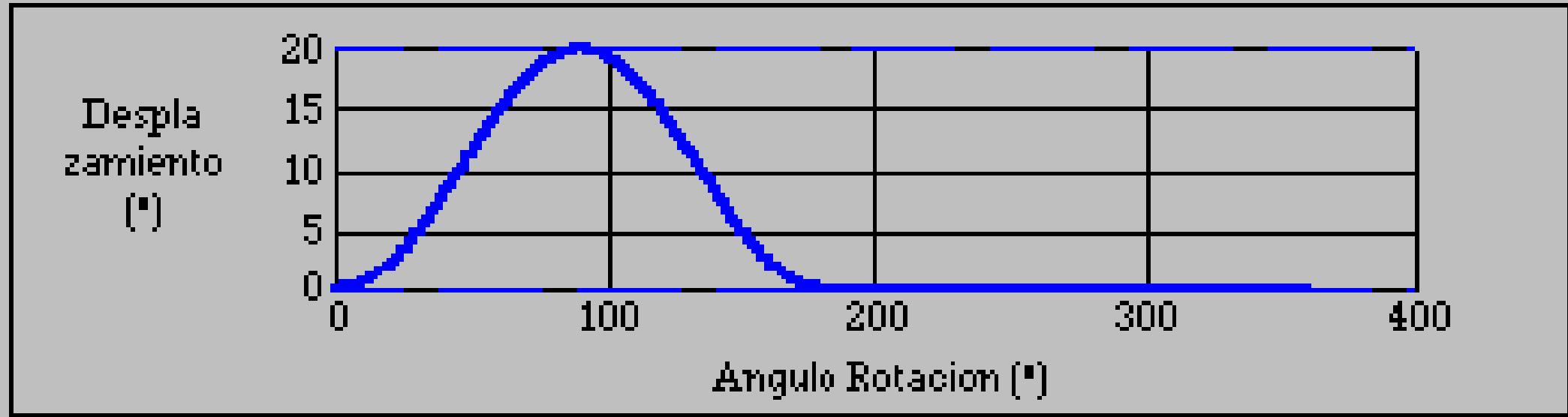


Despla-  
zamiento  
(mm)



En la figura puede verse una función de desplazamiento para un seguidor de translación formada por tres tramos de  $120^\circ$ : el primero es un ascenso del seguidor de 50 mm, le sigue un detenimiento durante  $120^\circ$  y finalmente en el tercer tramo se retorna a la posición inicial.

## Curvas



En la figura anterior puede verse una función de desplazamiento para un seguidor oscilante formada por tres tramos: el primero es un desplazamiento angular de  $20^\circ$  que se lleva a cabo en un giro de leva de  $90^\circ$ , le sigue un descenso en el sentido contrario también durante  $90^\circ$  que lo hace volver a la posición inicial, y permanece allí durante el resto del giro de la leva (tercer tramo de  $180^\circ$ )

## Derivadas de la función desplazamiento

Dada la siguiente función desplazamiento:

$$y = y(\vartheta)$$

las sucesivas derivadas cinemáticas serán las obtenidas al derivar repetidamente la expresión anterior respecto al ángulo girado por la leva:

$$y' = dy/d\theta$$

$$y'' = d^2y/d\theta^2$$

$$y''' = d^3y/d\theta^3$$

Las derivadas respecto al tiempo

$$\dot{y} = \frac{dy}{dt} = \frac{dy}{d\theta} \frac{d\theta}{dt} = y' \omega$$

$$\ddot{y} = \frac{d^2y}{dt^2} = y'' \omega^2 + y' \alpha$$

$$\dddot{y} = \frac{d^3y}{dt^3} = y''' \omega^3 + 3y'' \omega^2 \alpha + y' \ddot{\alpha}$$

En el caso de que la velocidad de giro de la leva sea constante (lo que es bastante habitual) las expresiones quedan:

$$y = y_0 \omega$$

$$\bar{y} = y_0 \omega^2$$

$$y'' = y_0 \omega^3$$

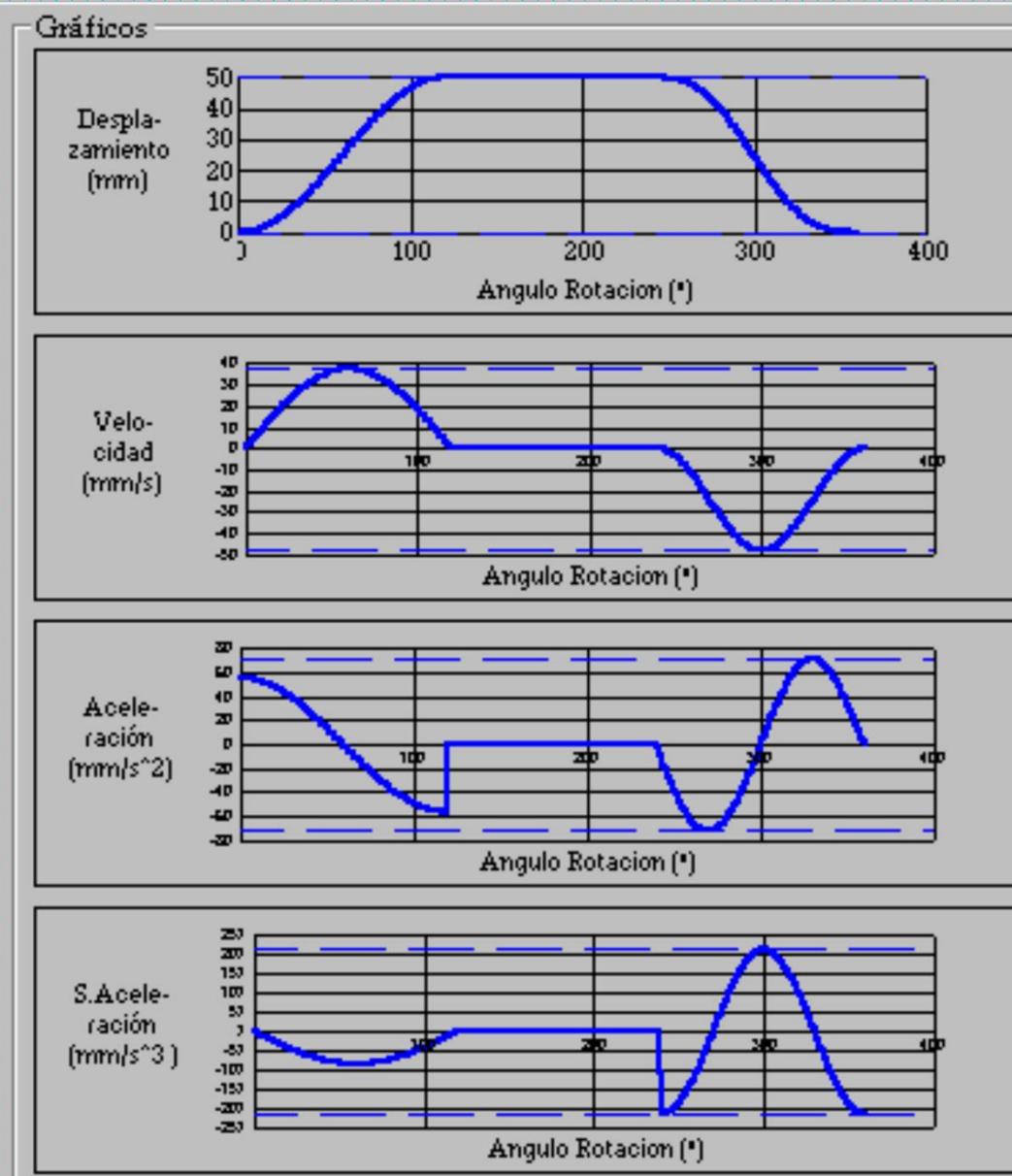
## Criterios de elección de la leva

Para que una leva sea aceptable, debe cumplir:

•**Ley fundamental de la continuidad**

El desplazamiento, velocidad y aceleración deben ser funciones continuas. Se admiten discontinuidades en la tercera derivada (**sobreaceleración**), si bien se debe tener en cuenta que ello ocasionará vibraciones que se verán agravadas al aumentar la velocidad de giro de la leva.

En la siguiente figura puede verse la ley de desplazamiento, velocidad, aceleración y sobreaceleración para una leva. Se observa que las funciones de desplazamiento y velocidad son continuas, pero no lo son la aceleración ni la sobreaceleración (la primera de ellas, al estar incumpliéndose la ley de continuidad, hace que se trate a todas luces de una combinación de curvas inaceptable).

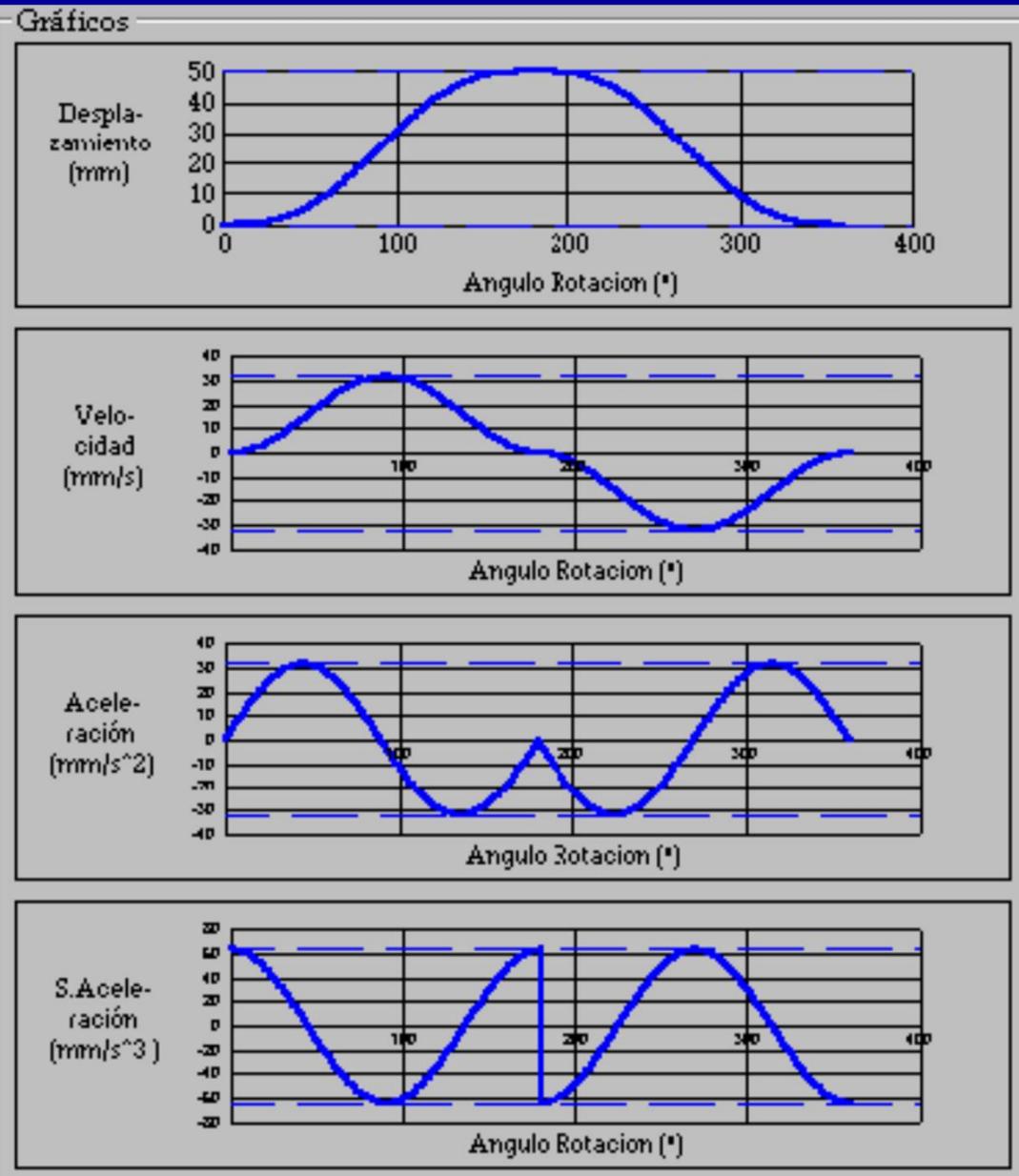


Desplazamiento,  
velocidad, aceleración  
y sobreaceleración.



En la siguiente figura, en cambio, se aprecia la continuidad en la ley de desplazamiento, velocidad y aceleración y, a pesar de no ser continua en la sobreaceleración, esto es admisible si la leva no va a operar a velocidades angulares elevadas.

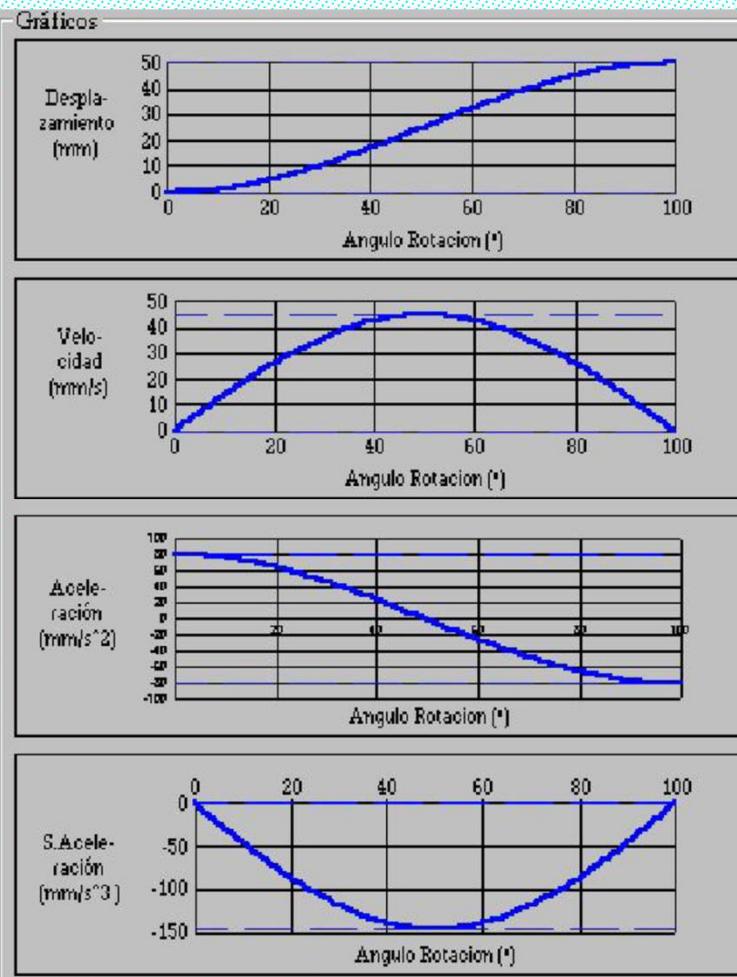
Desplazamiento, velocidad, aceleración y sobreaceleración.



# Funciones más comúnmente empleadas

Se presentan los tipos estándar de funciones de desplazamiento comúnmente usados para el diseño de levas. El perfil de la leva es creado a partir de la superposición de varios diagramas de desplazamiento, cada uno de los cuales es válido durante una rotación determinada de la leva. Los diagramas de desplazamientos presentan bastante similitud en casi todos los movimientos. Sin embargo, hay notables diferencias en sus derivadas.

Las curvas comúnmente empleadas en el cálculo cinemático de levas son las siguientes:



$$S = Li + \frac{L}{2} \left( 1 - \cos \frac{\pi\theta}{\beta} \right)$$

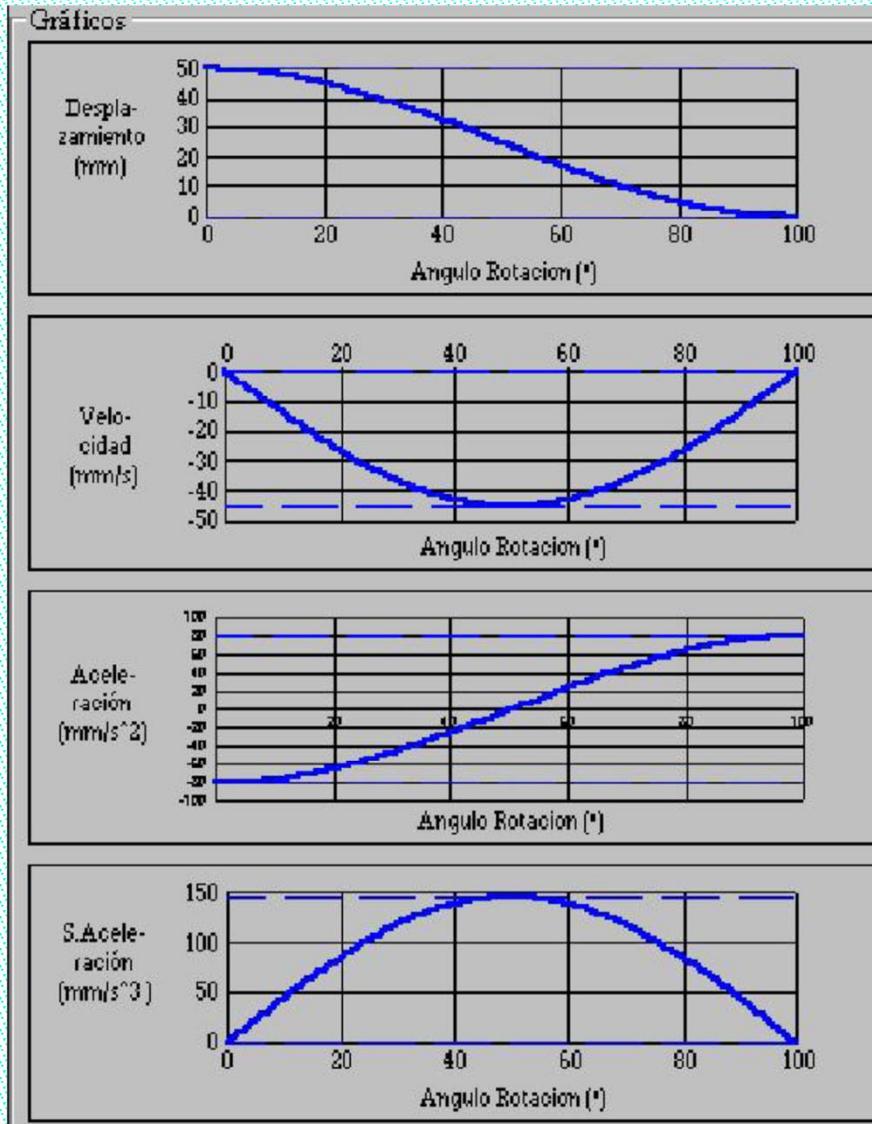
$$V = \omega \frac{\pi L}{2\beta} \sin \left( \frac{\pi\theta}{\beta} \right)$$

$$A = \omega^2 \frac{\pi^2 L}{2\beta^2} \cos \left( \frac{\pi\theta}{\beta} \right)$$

$$J = -\omega^3 \frac{\pi^3 L}{2\beta^3} \sin \left( \frac{\pi\theta}{\beta} \right)$$

## Armónico simple

Movimiento armónico simple de ascenso: L=50 mm, Li=0 mm,  $\beta=100^\circ$ ,  $\omega=1$  rad/s.



$$S = Li - \frac{L}{2} \left( 1 - \cos \frac{\pi\theta}{\beta} \right)$$

$$V = -\omega \frac{\pi L}{2\beta} \sin \left( \frac{\pi\theta}{\beta} \right)$$

$$\Lambda = -\omega^2 \frac{\pi^2 L}{2\beta^2} \cos \left( \frac{\pi\theta}{\beta} \right)$$

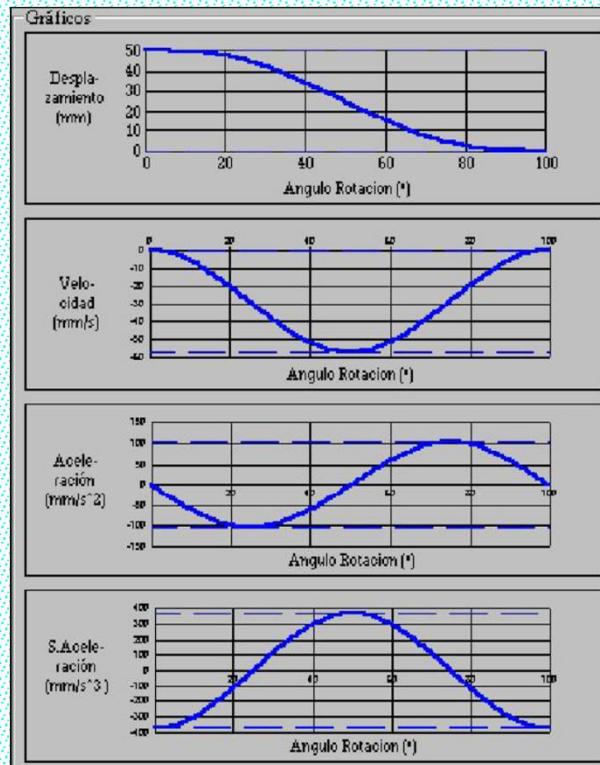
$$J = \omega^3 \frac{\pi^3 L}{2\beta^3} \sin \left( \frac{\pi\theta}{\beta} \right)$$

Movimiento armónico simple de descenso:  $L=50$  mm,  $Li=50$  mm,  $\beta=100^\circ$ ,  $\omega=1$  rad/s.



# CICLOIDAL

Movimiento cicloidal de ascenso: L=50 mm, Li=0 mm,  $\beta=100^\circ$ ,  $\omega=1 \text{ rad/s}$ .

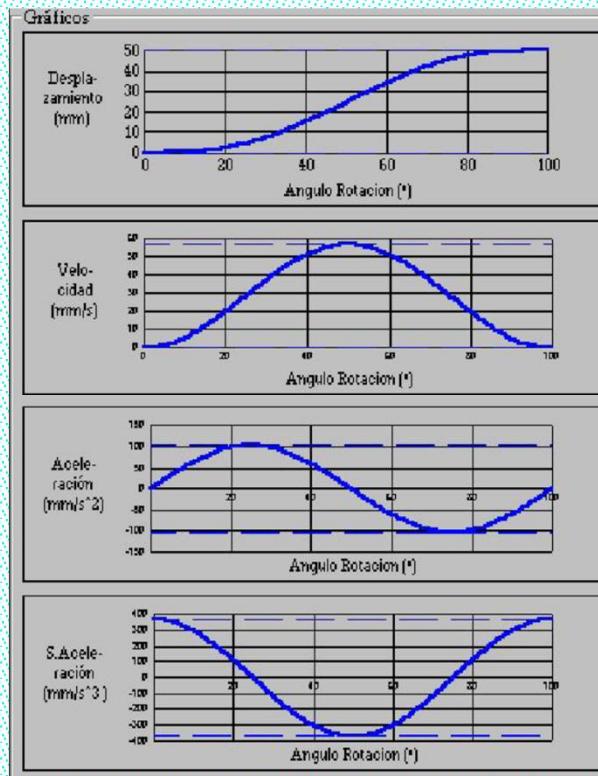


$$S = Li + L \left[ \frac{\theta}{\beta} - \frac{1}{2\pi} \sin\left(\frac{2\pi\theta}{\beta}\right) \right]$$

$$V = -\omega \frac{L}{\beta} \left[ 1 - \cos\left(\frac{2\pi\theta}{\beta}\right) \right]$$

$$A = -\omega^2 \frac{2\pi L}{\beta^2} \sin\left(\frac{2\pi\theta}{\beta}\right)$$

$$J = -\omega^3 \frac{4\pi^2 L}{\beta^3} \cos\left(\frac{2\pi\theta}{\beta}\right)$$



$$S = Li + L \left[ \frac{\theta}{\beta} - \frac{1}{2\pi} \sin\left(\frac{2\pi\theta}{\beta}\right) \right]$$

$$V = \omega \frac{L}{\beta} \left[ 1 - \cos\left(\frac{2\pi\theta}{\beta}\right) \right]$$

$$A = \omega^2 \frac{2\pi L}{\beta^2} \sin\left(\frac{2\pi\theta}{\beta}\right)$$

$$J = \omega^3 \frac{4\pi^2 L}{\beta^3} \cos\left(\frac{2\pi\theta}{\beta}\right)$$

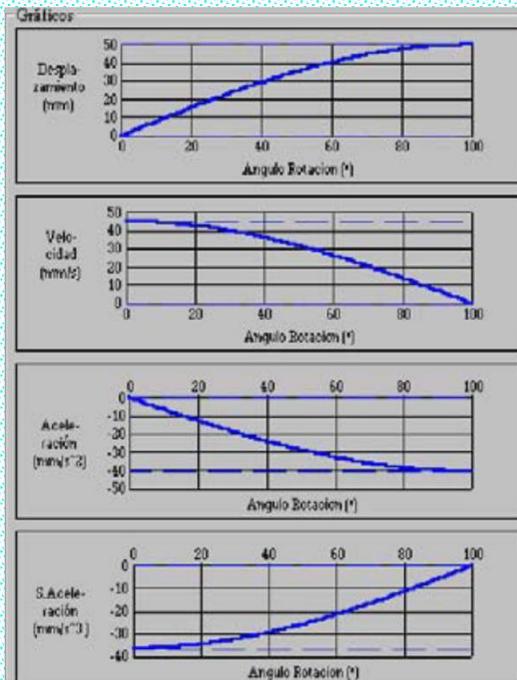
Movimiento cicloidal de descenso: L=50 mm, Li=50 mm,  $\beta=100^\circ$ ,  $\omega=1 \text{ rad/s}$ .

## Velocidad constante

Un tramo de velocidad constante es un desplazamiento lineal.

Evidentemente, esta función no es combinable con un detenimiento ya que se estaría incumpliendo la ley de continuidad. Suele emplearse junto con movimientos de medio período.

### Movimientos de medio período



$$S = Li + L \sin\left(\frac{\pi\theta}{2\beta}\right)$$

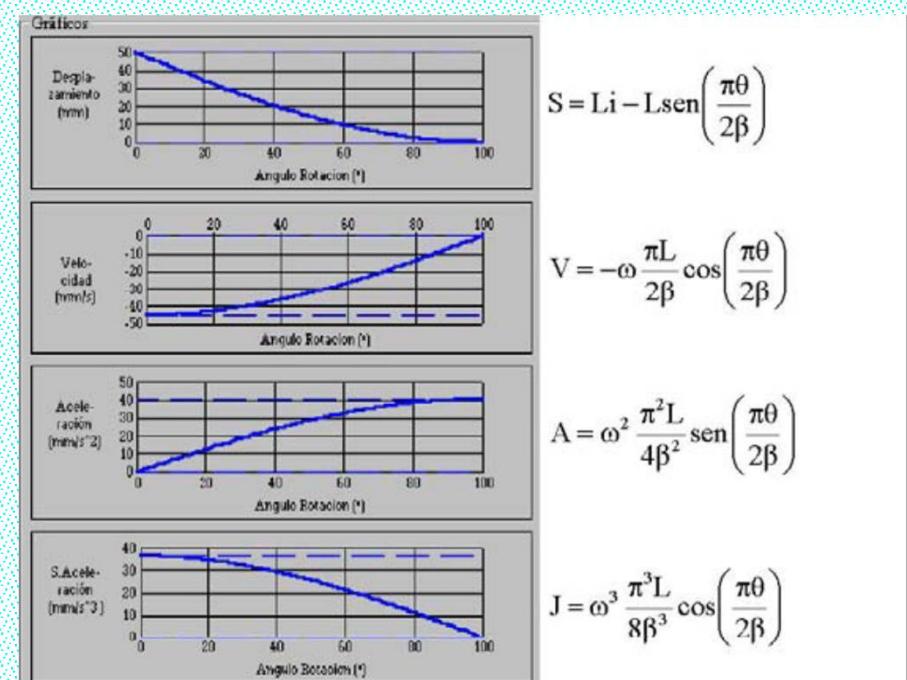
$$V = \omega \frac{\pi L}{2\beta} \cos\left(\frac{\pi\theta}{2\beta}\right)$$

$$A = \omega^2 \frac{-\pi^2 L}{4\beta^2} \sin\left(\frac{\pi\theta}{2\beta}\right)$$

$$J = \omega^3 \frac{-\pi^3 L}{8\beta^3} \cos\left(\frac{\pi\theta}{2\beta}\right)$$

**Movimiento semiarmónico de ascenso:**  
 $V_f=0$  mm/s,  $L=50$  mm,  $Li=0$  mm,  $\beta=100^\circ$ ,  
 $\omega=1$  rad/s.

### Semiarmónico de velocidad final nula.



$$S = Li - L \sin\left(\frac{\pi\theta}{2\beta}\right)$$

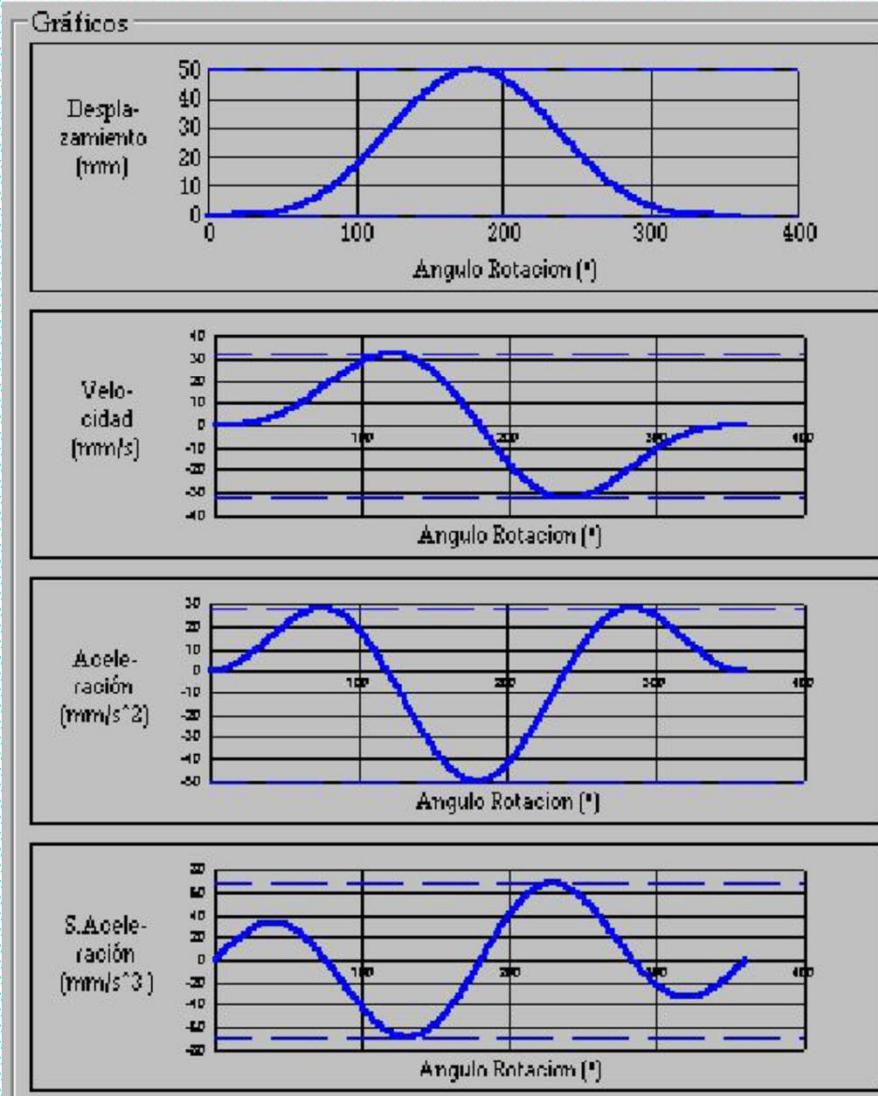
$$V = -\omega \frac{\pi L}{2\beta} \cos\left(\frac{\pi\theta}{2\beta}\right)$$

$$A = \omega^2 \frac{\pi^2 L}{4\beta^2} \sin\left(\frac{\pi\theta}{2\beta}\right)$$

$$J = \omega^3 \frac{\pi^3 L}{8\beta^3} \cos\left(\frac{\pi\theta}{2\beta}\right)$$

Movimiento armónico doble de ascenso y descenso:  $L=50 \text{ mm}$ ,  $L_i=0 \text{ mm}$ ,  $\beta=180^\circ$ ,  $\omega=1 \text{ rad/s}$ .

## Armónico doble



$$0 \leq \frac{\theta}{\beta} \leq 1 \Rightarrow S_a = L_i + \frac{L}{2} \left[ \left( 1 - \cos \frac{\pi\theta}{\beta} \right) - 0.25 \left( 1 - \cos \frac{2\pi\theta}{\beta} \right) \right]$$

$$0 < \frac{\theta}{\beta} \leq 1 \Rightarrow S_d = S_a(1) + \frac{L}{2} \left[ \left( 1 - \cos \frac{\pi\theta}{\beta} \right) + 0.25 \left( 1 - \cos \frac{2\pi\theta}{\beta} \right) \right]$$

$$0 \leq \frac{\theta}{\beta} \leq 1 \Rightarrow V_a = \omega \frac{\pi L}{2\beta} \left[ \sin \frac{\pi\theta}{\beta} - 0.5 \sin \frac{2\pi\theta}{\beta} \right]$$

$$0 < \frac{\theta}{\beta} \leq 1 \Rightarrow V_d = -\omega \frac{\pi L}{2\beta} \left[ \sin \frac{\pi\theta}{\beta} + 0.5 \sin \frac{2\pi\theta}{\beta} \right]$$

$$0 \leq \frac{\theta}{\beta} \leq 1 \Rightarrow A_a = \omega^2 \frac{\pi^2 L}{2\beta^2} \left[ \cos \frac{\pi\theta}{\beta} - \cos \frac{2\pi\theta}{\beta} \right]$$

$$0 < \frac{\theta}{\beta} \leq 1 \Rightarrow A_d = -\omega^2 \frac{\pi^2 L}{2\beta^2} \left[ \cos \frac{\pi\theta}{\beta} + \cos \frac{2\pi\theta}{\beta} \right]$$

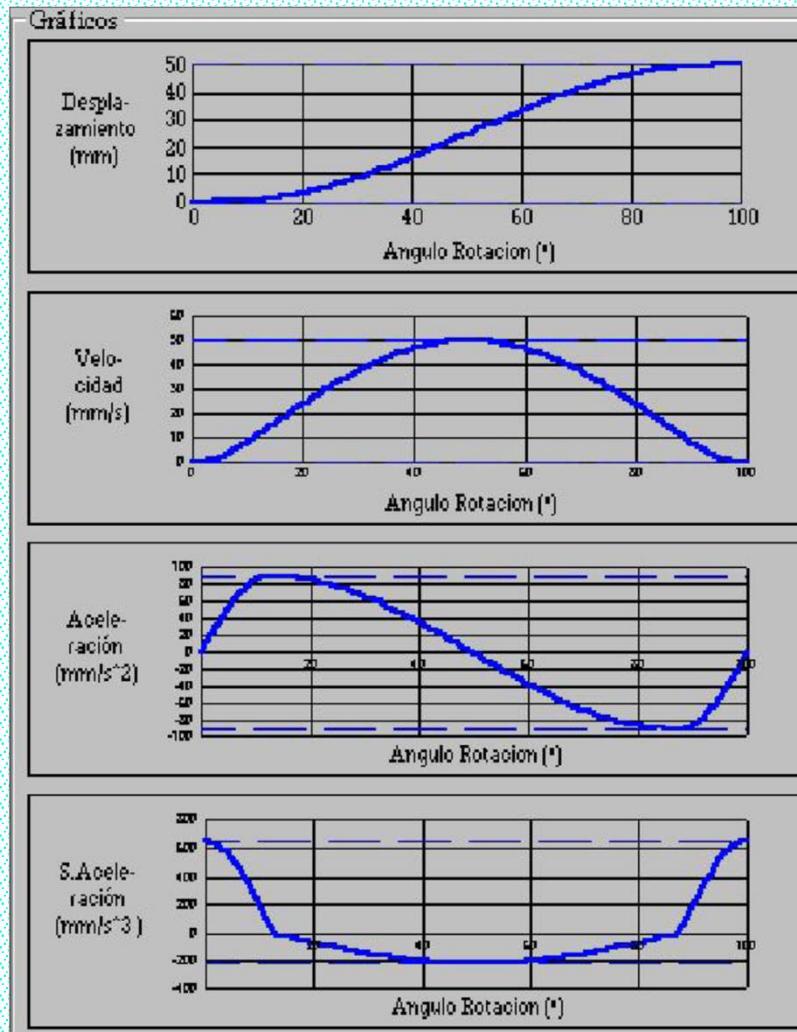
$$0 \leq \frac{\theta}{\beta} \leq 1 \Rightarrow J_a = -\omega^3 \frac{\pi^3 L}{2\beta^3} \left[ \sin \frac{\pi\theta}{\beta} - 2 \sin \frac{2\pi\theta}{\beta} \right]$$

$$0 < \frac{\theta}{\beta} \leq 1 \Rightarrow J_d = \omega^3 \frac{\pi^3 L}{2\beta^3} \left[ \sin \frac{\pi\theta}{\beta} + 2 \sin \frac{2\pi\theta}{\beta} \right]$$

# Movimientos compuestos

Aceleración de onda senoidal modificada.

**Movimiento de aceleración de onda senoidal modificada de ascenso: L=50 mm, Li=0 mm,  $\beta=100^\circ$ ,  $\omega=1$  rad/s.**



$$0 \leq \frac{\theta}{\beta} < \frac{1}{8} \Rightarrow S = Li + L \left[ 0.43990085 \left( \frac{\theta}{\beta} \right) - 0.0350062 \sin \left( \frac{4\pi\theta}{\beta} \right) \right]$$

$$\frac{1}{8} \leq \frac{\theta}{\beta} < \frac{7}{8} \Rightarrow S = Li + L \left[ 0.2804957 \left( \frac{\theta}{\beta} \right) + 0.4399085 \left( \frac{\theta}{\beta} \right) - 0.31505577 \cos \left( \frac{4\pi\theta}{3\beta} - \frac{\pi}{6} \right) \right]$$

$$\frac{7}{8} \leq \frac{\theta}{\beta} \leq 1 \Rightarrow S = Li + L \left[ 0.56009915 + 0.4399085 \left( \frac{\theta}{\beta} \right) - 0.0350062 \sin \left( 2\pi \left( \frac{2\theta}{\beta} - 1 \right) \right) \right]$$

$$0 \leq \frac{\theta}{\beta} < \frac{1}{8} \Rightarrow V = \omega 0.43990085 \frac{L}{\beta} \left[ 1 - \cos \left( \frac{4\pi\theta}{\beta} \right) \right]$$

$$\frac{1}{8} \leq \frac{\theta}{\beta} < \frac{7}{8} \Rightarrow V = \omega 0.4390085 \frac{L}{\beta} \left[ 1 + 3 \sin \left( \frac{4\pi\theta}{3\beta} - \frac{\pi}{6} \right) \right]$$

$$\frac{7}{8} \leq \frac{\theta}{\beta} \leq 1 \Rightarrow V = \omega 0.4390085 \frac{L}{\beta} \left[ 1 - \cos \left( 2\pi \left( \frac{2\theta}{\beta} - 1 \right) \right) \right]$$

$$0 \leq \frac{\theta}{\beta} < \frac{1}{8} \Rightarrow A = \omega^2 5.5279571 \frac{L}{\beta^2} \sin \left( \frac{4\pi\theta}{\beta} \right)$$

$$\frac{1}{8} \leq \frac{\theta}{\beta} < \frac{7}{8} \Rightarrow A = \omega^2 5.5279571 \frac{L}{\beta^2} \cos \left( \frac{4\pi\theta}{3\beta} - \frac{\pi}{6} \right)$$

$$\frac{7}{8} \leq \frac{\theta}{\beta} \leq 1 \Rightarrow A = \omega^2 5.5279571 \frac{L}{\beta^2} \sin \left( 2\pi \left( \frac{2\theta}{\beta} - 1 \right) \right)$$

$$0 \leq \frac{\theta}{\beta} < \frac{1}{8} \Rightarrow J = \omega^3 69.4663577 \frac{L}{\beta^3} \cos \left( \frac{4\pi\theta}{\beta} \right)$$

$$\frac{1}{8} \leq \frac{\theta}{\beta} < \frac{7}{8} \Rightarrow J = -\omega^3 23.1553 \frac{L}{\beta^3} \sin \left( \frac{4\pi\theta}{3\beta} - \frac{\pi}{6} \right)$$

$$\frac{7}{8} \leq \frac{\theta}{\beta} \leq 1 \Rightarrow J = \omega^3 69.4663577 \frac{L}{\beta^3} \cos \left( 2\pi \left( \frac{2\theta}{\beta} - 1 \right) \right)$$

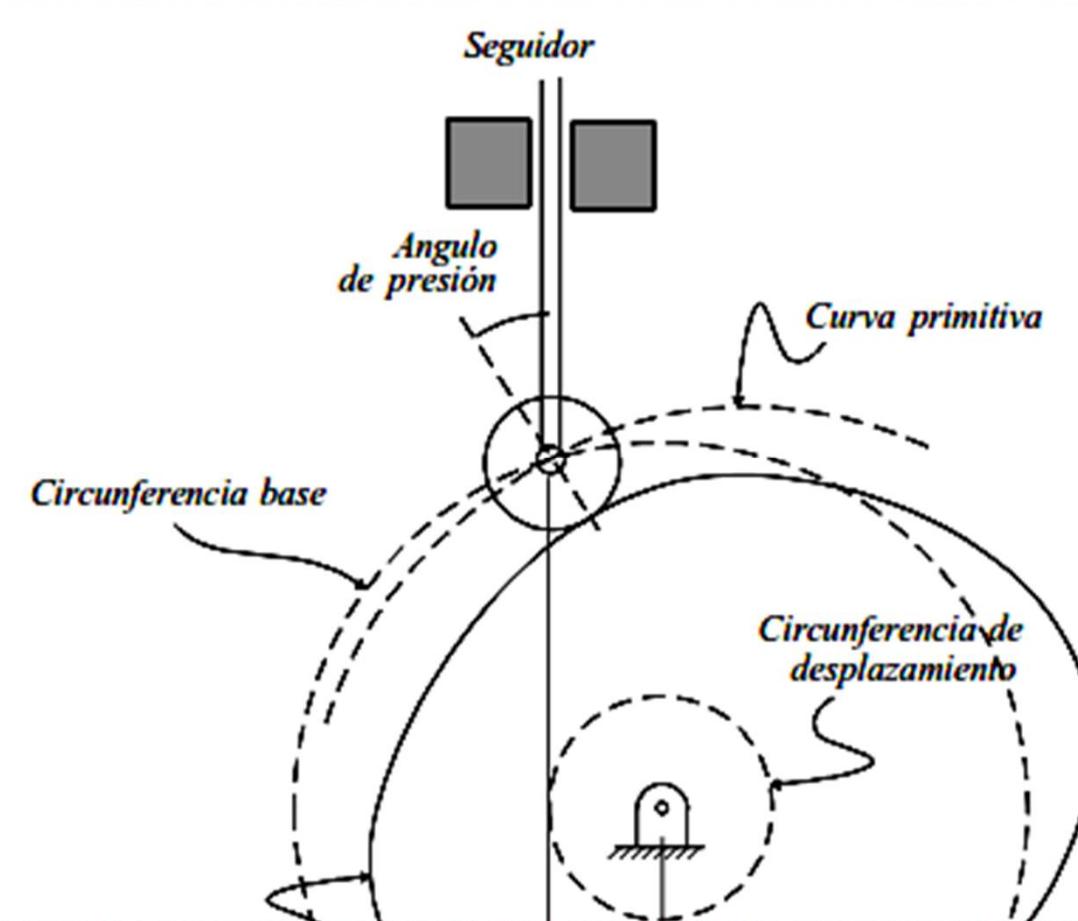
## Ángulo de presión

El ángulo de presión es el que forma la dirección de aplicación de la fuerza entre la leva y el seguidor con la dirección del movimiento de este, es decir, es el ángulo formado por la normal común a ambas superficies y el movimiento del seguidor. En los seguidores de rodillo el punto que se toma para determinar la dirección de su movimiento es su centro. En ellos, el ángulo de presión ofrece una idea de la facilidad con la que la leva transmite el movimiento al seguidor: si es muy elevado el seguidor puede atascarse o moverse con dificultad.

El ángulo de presión puede tomar signo positivo o negativo. Para una leva plana de rotación con seguidor de translación, lo que importa es que su valor absoluto no exceda de los  $30^\circ$ . Cuando esto ocurre, se deben realizar modificaciones en la leva para disminuirlo:

- A) Al aumentar el radio base se disminuye el ángulo de presión. El inconveniente de esta solución es el espacio adicional ocupado por la leva, que puede hacer que esta opción no sea factible.

- B) Aumentando el radio del rodillo del seguidor se disminuye igualmente el valor absoluto del ángulo de presión. El inconveniente es el mismo que en el caso anterior.
- C) Modificando la excentricidad se altera también el ángulo de presión, desplazando la curva hacia arriba al aumentar la excentricidad, y hacia abajo al disminuirla.

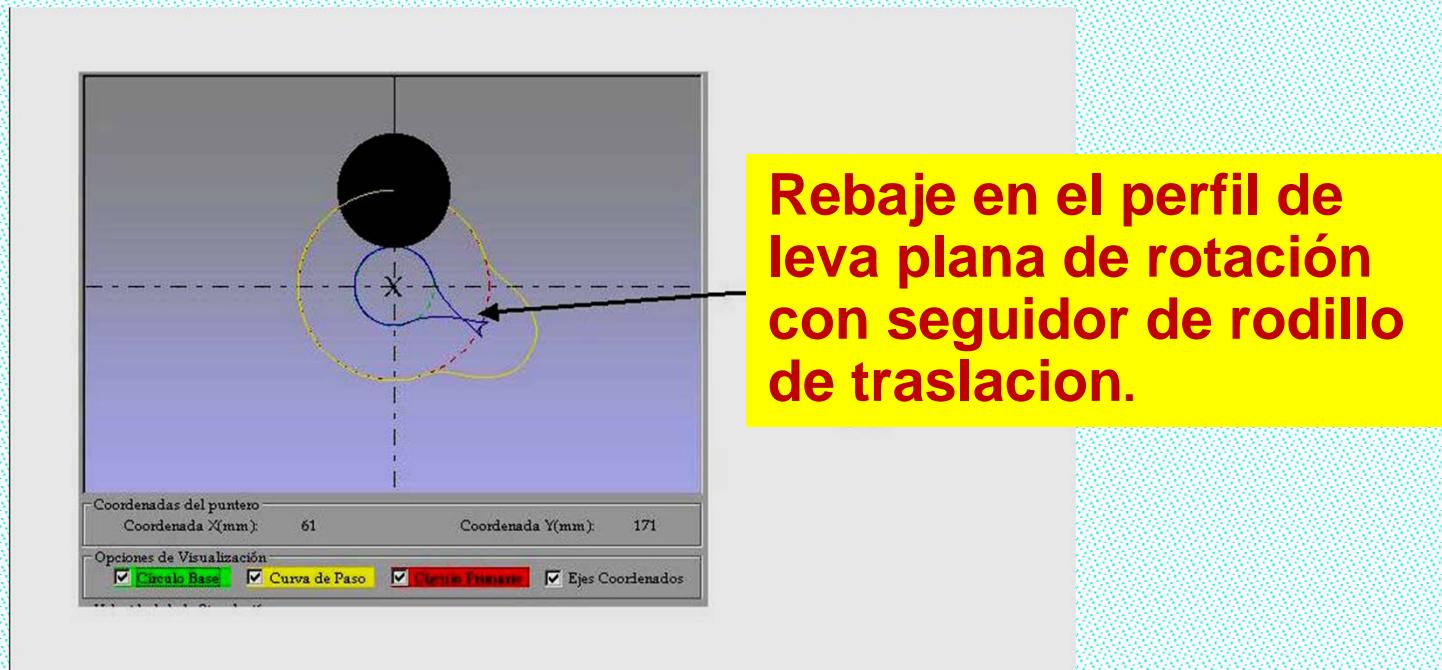


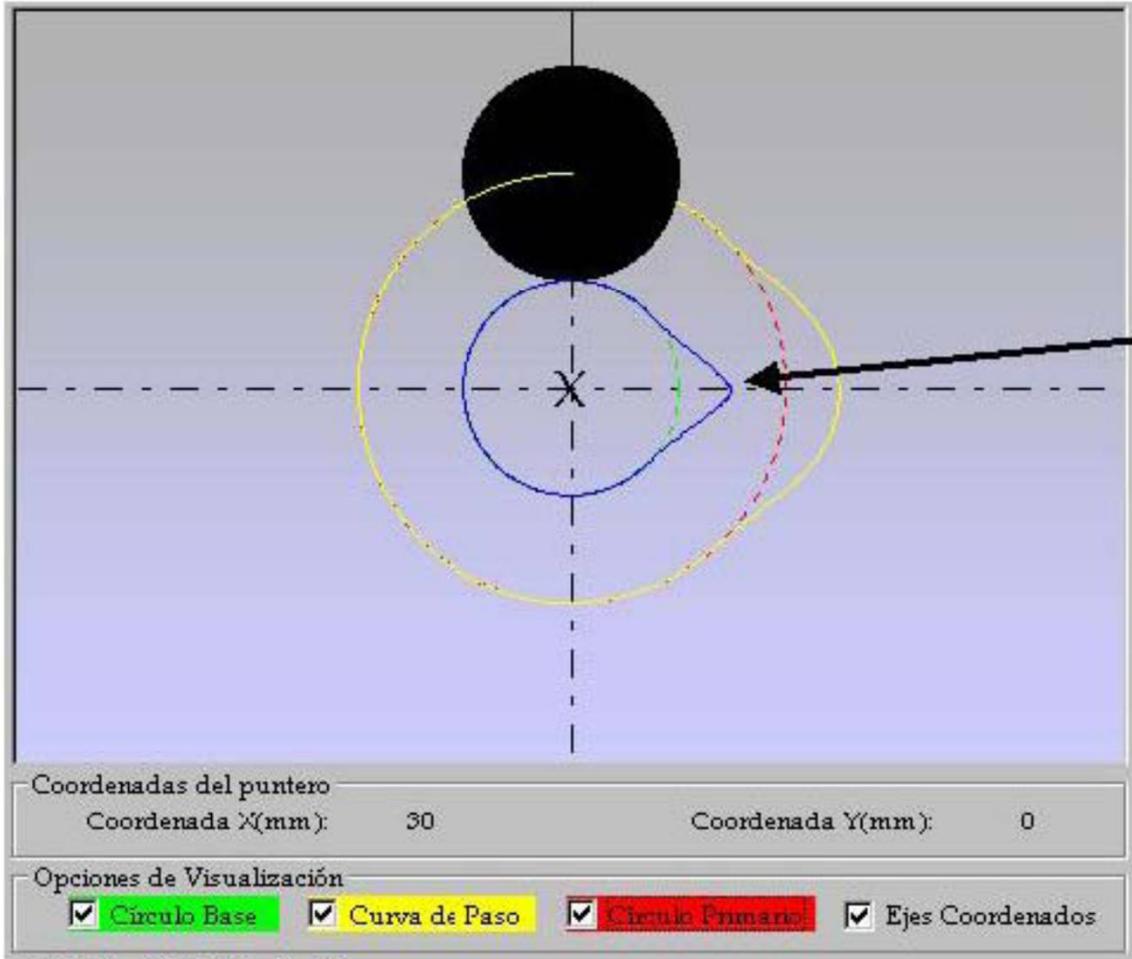
## Radio de curvatura

El radio de curvatura representa numéricamente la mayor o menor concavidad/convexidad que muestra la representación gráfica de una función.

Así, por ejemplo, una recta tiene un radio de curvatura infinito, y una circunferencia un radio de curvatura constante e igual a su radio. No se debe confundir esta magnitud con su inversa conocida como curvatura (la curvatura de una recta es 0). Así pues, resulta ser una propiedad intrínseca de toda función.

El radio de curvatura de una leva nos da idea de la presencia de rebajes y cúspides, fenómenos ambos que hay que evitar a toda costa.





Cúspide en el perfil  
de leva plana de  
rotación con  
seguidor de rodillo  
traslacional.

## DINAMICA DE LOS SISTEMAS DE LEVAS

Cuando la velocidad del sistema es elevada, los efectos dinámicos originados durante el movimiento se hacen críticos y factores no considerados en el trazado convencional de una leva deben tenerse en cuenta para evitar distorsiones en el movimiento del seguidor que se apartara de lo previsto.

- a) Errores del perfil previsto originados en el proceso de fabricación.
- b) Efectos dinámicos provenientes de la inercia del seguidor relacionados con la magnitud de la aceleración
- c) Elasticidad de los elementos del dispositivo, como también los juegos que se producen.

El efecto inmediato que se induce en el sistema como consecuencia de los factores enunciados están las vibraciones, que pueden ser de varios tipos:

- a) Vibraciones debidas a las aceleraciones y al pulso
- b) Vibraciones debidas al juego entre los elementos del palpador. Este juego es generalmente necesario como por ejemplo en el sistema de válvulas de autos a fin de permitir el cierre total de las mismas, evitando el efecto de posibles dilataciones.
- c) Vibraciones debidas a las irregularidades del perfil.
- d) Desequilibrado de las masas rotatorias de la leva

## **CRITERIOS TECNICOS**

**El radio del círculo primario es, junto con otros, un parámetro de diseño que debe ser decidido antes de comenzar a diseñar la leva. Su valor influye fundamentalmente en dos importantes aspectos: el tamaño de la leva y el ángulo de presión.**

Cuando el círculo primario crece, el tamaño de la leva crece. Desde este punto de vista, es recomendable emplear círculos primarios pequeños ya que de esta forma se consiguen mecanismos leva-seguidor compactos.

Sin embargo, al disminuir el radio del círculo primario, los ángulos de presión crecen, lo que aumenta la componente de la fuerza de contacto que es perpendicular al seguidor (y que es, por tanto, inútil). Esta componente perpendicular genera problemas importantes por lo que su valor debe mantenerse bajo (en general se considera aceptable por debajo de  $30^\circ$ ). Así, desde el punto de vista de ángulo de presión, el círculo primario debería ser lo más grande posible.

La solución final será un compromiso entre obtener un diseño compacto y mantener ángulos de presión suficientemente bajos.

## EXCENTRICIDAD

**Su valor no puede ser mayor que el radio del círculo primario ya que, si así fuera, habría al menos una posición en la que el seguidor caería por falta de contacto con la leva.**

**La excentricidad influye sobre todo en el ángulo de presión. Sin embargo, no modifica la forma de la gráfica de variación del ángulo de presión, sino que solamente la desplaza verticalmente. Así, la excentricidad puede hacer que disminuya el ángulo de presión en unas zonas del diagrama de elevación a costa de aumentar en otras zonas. Además, la excentricidad hace que el ángulo de presión deje de ser nulo cuando el seguidor está en pausa.**

**En la práctica, el seguidor se suele mantener en contacto con la leva por la acción de un resorte que lo presiona contra la leva. Por eso, habitualmente la fuerza de contacto es mayor durante el ascenso del seguidor (en el que la leva ha de vencer la fuerza del resorte) que en el descenso (en el que la acción del resorte ayuda a que la leva siga girando, contribuyendo a la continuación del movimiento). Por este motivo, es más importante obtener un ángulo de presión menor durante el ascenso. Así, a muchos mecanismos leva-seguidor se les suele proporcionar una pequeña excentricidad destinada a disminuir el ángulo de presión durante el ascenso aunque éste crezca durante el descenso.**

## DESPEGUE DE LEVAS

Uno de los problemas principales de algunos mecanismos leva- seguidor es el problema de despegue del seguidor debido a los efectos dinámicos del movimiento. En muchos casos, el contacto entre la leva y el seguidor se consigue mediante un resorte que presiona el seguidor contra la leva. Durante el ascenso el seguidor sufre una primera fase de aceleración y luego otra de desaceleración. Debido a su inercia el seguidor tendrá a seguir subiendo al final de la subida (despegándose de la leva) y es el resorte el encargado de oponerse a esta tendencia, asegurando el contacto con la leva. Así, pues, el problema tiene tres variables fundamentales.

**Masa del seguidor:** cuanto más pesado sea el seguidor, mayor será su inercia y, por tanto, mayor será la tendencia de éste a despegarse al final de la subida.

**Rigidez del resorte:** cuanto mayor sea la rigidez del resorte, más fuerza ejerce este sobre el seguidor para que no se separe de la leva, por lo que la tendencia al despegue será menor.

**Velocidad de la leva:** cuanto mayor sea la velocidad de la leva, la aceleración y desaceleración del seguidor durante la subida será también mayor (el seguidor sube en menos tiempo) y, por tanto, la inercia del mismo será mayor, por lo que la tendencia a despegarse también será mayor.

**En conclusión, para que no haya despegue, cuanto mayor sea la velocidad de operación de la leva, menos masa deberá tener el seguidor y mayor deberá ser la rigidez del resorte. El problema es que, aligerar el seguidor puede tener un efecto negativo en su resistencia, y aumentar la rigidez del resorte implica aumentar mucho las fuerzas de contacto, por lo que el movimiento de la leva sufrirá una irregularidad mayor ya que durante la subida la gran fuerza de contacto se opone al movimiento, pero lo favorece a la bajada.**



Arbol de levas Citroen GS Simulación de nuevo diseño de balancines.wmv

[http://www.mecapedia.uji.es/diseno\\_de\\_mecanismos\\_de\\_leva\\_con\\_seguidor\\_de\\_rodillo.htm](http://www.mecapedia.uji.es/diseno_de_mecanismos_de_leva_con_seguidor_de_rodillo.htm)

**MECAPEDIA • Leva**

## BIBLIOGRAFIA

Mecánica de Máquinas

Ham-Crane

Elementos de Mecanismos

Doughtie-James

Elementos de Máquinas

Norton