

## **PROGRAMA DE CÁLCULO DE COJINETES**

### **INTRODUCCIÓN**

Cojinetes de Fricción ha desarrollado un programa informático específico para el cálculo de cojinetes. Este programa permite el cálculo del comportamiento de los cojinetes de motores de combustión interna alternativos, tanto en bancada como en cabeza de biela.

El estudio de comportamiento de los cojinetes comprende dos partes:

#### **A. Cálculo de las fuerzas ejercidas sobre los cojinetes**

La fuerza aplicada sobre un cojinete es la resultante de la fuerza ejercida por la presión de combustión y de las fuerzas de inercia del sistema pistón-biela-cigüeñal.

El cálculo de la presión de combustión se efectúa, en el caso de que la curva no sea conocida, por medio de un modelo de combustión predictivo de tipo termodinámico, con leyes de liberación de calor específicas para motores de encendido provocado o de encendido por compresión de inyección directa o indirecta.

Las fuerzas de inercia se calculan para cada régimen de giro, a partir de las masas y de la geometría del conjunto pistón-biela-cigüeñal.

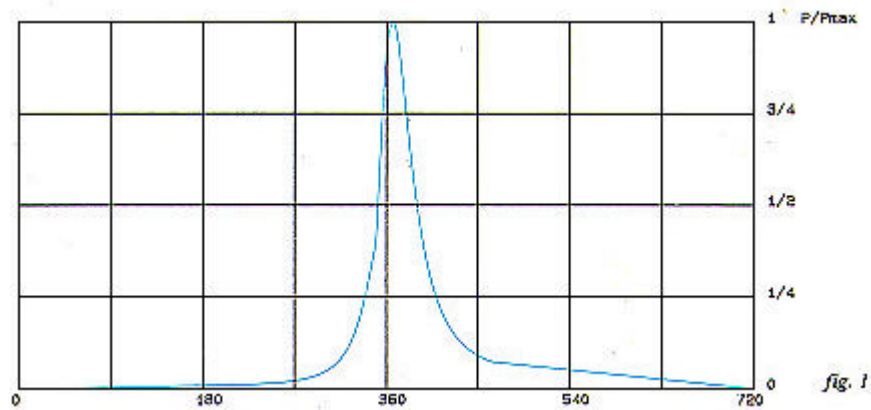
#### **B. Cálculo de las condiciones de lubricación**

El cálculo de las condiciones de lubricación de los cojinetes se efectúa resolviendo la ecuación de Reynolds de la lubricación hidrodinámica por medio del método de la "movilidad".

### **DIAGRAMAS OBTENIDOS**

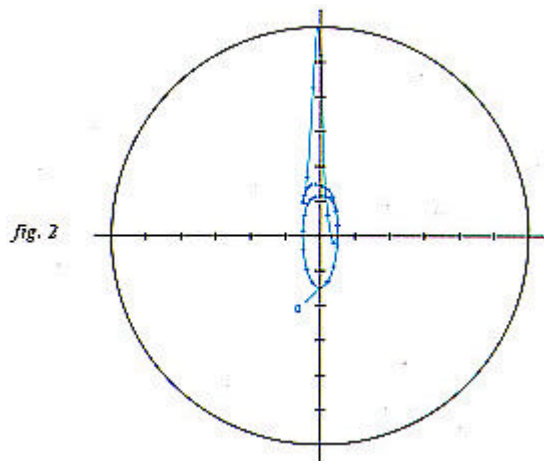
El origen de ángulos para todas las curvas adjuntas es el P.M.S. de admisión del primer cilindro.

## 1. Curva de presión de combustión



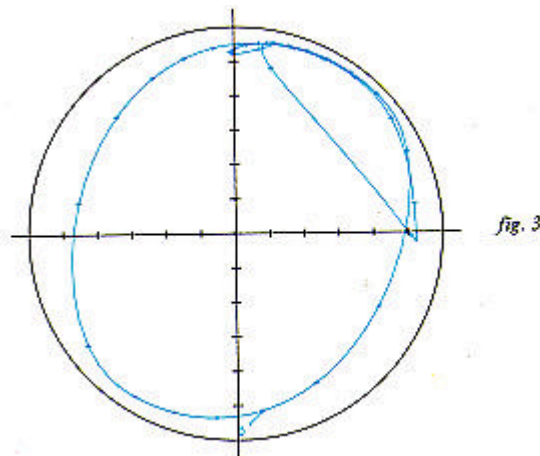
Representa la evolución de la presión en el interior del cilindro en función del ángulo del cigüeñal.

## 2. Curva polar



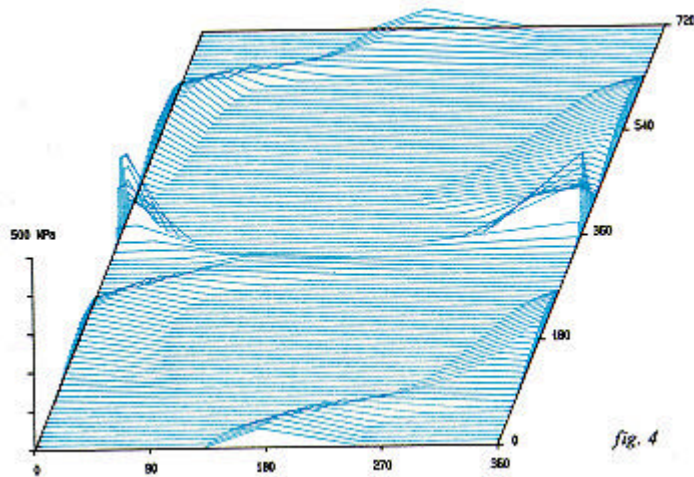
Representa la evolución de la fuerza  $F$  ejercida sobre el cojinete durante un ciclo del motor. Para cada ángulo de giro del cigüeñal,  $F$  es igual al módulo del vector que une el origen y el punto de la curva correspondiente a ese ángulo. El sistema de referencia está fijo en el cojinete, correspondiendo el eje vertical al eje del cilindro en el caso de los cojinetes de bancada y a la línea que une los centros de la biela en el caso de los cojinetes de cabeza de biela. La curva polar permite calcular la presión específica máxima a la que está sometido el cojinete.

### 3. Diagrama de excentricidad



Representa el lugar geométrico de las diferentes posiciones ocupadas por el centro del gorrón durante un ciclo del motor. Para cada ángulo de giro de cigüeñal la excentricidad, o distancia entre el centro del cojinete y el del gorrón, es igual al módulo del vector que une el origen y el punto de la curva correspondiente a ese ángulo. El diámetro del círculo exterior es igual al juego diametral existente entre el gorrón y el cojinete. El diagrama de excentricidad permite obtener el espesor mínimo de la película de aceite, que es uno de los parámetros más importantes para describir el comportamiento del cojinete.

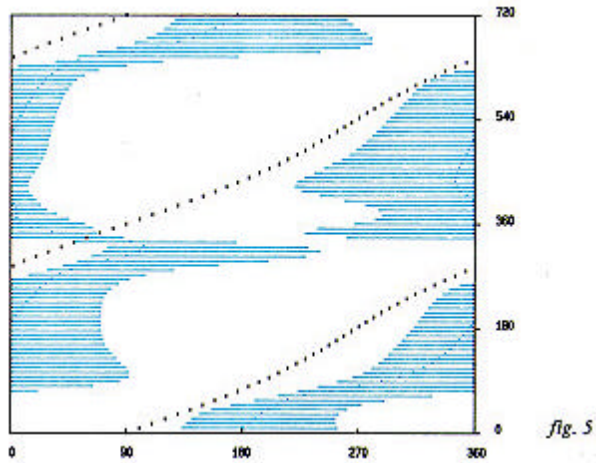
### 4. Diagrama de presión en la película de aceite



Representa la variación de la presión en la película durante un ciclo. Los puntos 0° y 360° del eje de abscisas corresponden al punto superior del cojinete.

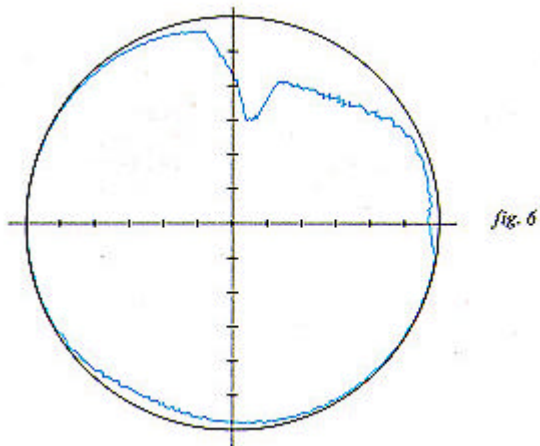
La presión máxima de la película de aceite permite calcular la resistencia a la fatiga que deberá ser capaz de soportar la aleación del cojinete.

## 5. Diagrama de posición de los orificios de lubricación



Corresponde a la proyección sobre un plano del diagrama de presión, y permite escoger la posición de los taladros de engrase de los gorriones y de los cojinetes para evitar que atraviesen zonas de presión hidrodinámica positiva (líneas horizontales). En el caso de los orificios de la muñequilla, en la cabeza de biela, la ondulación de la línea es debida al movimiento oscilante de la biela. Los orificios del cojinete se representarían por una línea vertical atravesando el diagrama de arriba abajo, en el ángulo de cojinete correspondiente.

## 6. Diagrama de desgaste



Representa la probabilidad de desgaste de cada punto del perímetro del cojinete. El desgaste en una zona del cojinete es una cifra adimensional inversamente proporcional al espesor de la película y proporcional al tiempo de permanencia del conjunto cojinete-gorrón en esa zona.

El valor del máximo desgaste es un número adimensional que sólo puede utilizarse comparativamente.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

Los resultados obtenidos por medio del programa no pueden ser utilizados de forma cuantitativa a causa de las simplificaciones introducidas para poder integrar la ecuación de Reynolds.

Las conclusiones de cada estudio se extraen en función de la comparación de los resultados con otros resultados obtenidos previamente aplicando el programa a casos conocidos.

A ese respecto, nótese que el programa ha sido aplicado con éxito a la resolución de numerosos problemas relativos a los cojinetes y suministra la información necesaria para elegir el valor de parámetros importantes, en concreto el juego entre cojinetes y muñequillas, los materiales de los cojinetes, y la viscosidad del aceite en función del espesor y la presión de la película, el desgaste, las pérdidas por fricción, etc.