

# Investigación numérica de las condiciones de lubricación en chumaceras hidrodinámicas con el efecto del desalineamiento del eje

## *Numerical Investigations of the Lubrication Conditions in Hydrodynamic Bearings with Shaft Misalignment Effect*

Antonio-García A.

Instituto de Electrónica y Mecatrónica  
Universidad Tecnológica de la Mixteca  
Huajuapán de León, Oaxaca  
Correo: [agarcia@mixteco.utm.mx](mailto:agarcia@mixteco.utm.mx)

Linares-Flores J.

Instituto de Electrónica y Mecatrónica  
Universidad Tecnológica de la Mixteca  
Huajuapán de León, Oaxaca  
Correo: [jlinares@mixteco.utm.mx](mailto:jlinares@mixteco.utm.mx)

Arias-Montiel M.

Instituto de Electrónica y Mecatrónica  
Universidad Tecnológica de la Mixteca  
Huajuapán de León, Oaxaca  
Correo: [mam@mixteco.utm.mx](mailto:mam@mixteco.utm.mx)

Información del artículo: recibido: agosto de 2011, aceptado: mayo de 2012

### Resumen

Las chumaceras hidrodinámicas radiales se usan ampliamente para soportar carga en máquinas rotatorias que giran a alta velocidad. Teóricamente, las chumaceras hidrodinámicas se diseñan para una vida infinita, pero la precisión en el maquinado, el calentamiento o el desalineamiento con el rotor pueden contribuir a problemas de funcionamiento y a un desgaste indeseado. Un problema que no se puede eliminar es el desalineamiento angular del eje provocado por el peso y la flexibilidad del rotor. El desalineamiento cambia el espesor de película del lubricante afectando las condiciones de lubricación hidrodinámica. En este trabajo se presenta una investigación numérica del comportamiento del campo de presión, el flujo axial, el espesor de película y la fricción viscosa, considerando el desalineamiento del eje por el efecto del peso y la flexibilidad del rotor. El campo de presión hidrodinámica se resuelve utilizando la ecuación de la lubricación de Reynolds junto con una *expresión modificada* del espesor de película que incluye el desalineamiento del eje. También se presenta una expresión para calcular el máximo desalineamiento permitido por una chumacera, en función del punto de equilibrio de estado estable. Los resultados muestran que a medida que el desalineamiento del eje se incrementa el espesor de película se reduce, causando el incremento de la presión máxima y del flujo axial del lubricante, así como pequeños cambios en la fricción viscosa. Con la finalidad de validar los resultados numéricos obtenidos en esta investigación, se compararon con resultados numéricos reportados en la literatura internacional, dando una buena aproximación.

### Descriptor:

- chumaceras hidrodinámicas
- desalineamiento
- flujo axial
- espesor de película
- fricción viscosa

## Abstract

The radial hydrodynamic bearings are widely used to support loads in rotating machines that operate at high speed. Theoretically, hydrodynamic bearings are designed for infinite life, but the precision machining, heating or misalignment with the rotor can contribute to performance problems and undesired wear. A problem that cannot be eliminated is the shaft angular misalignment caused by the weight and flexibility of the rotor. Misalignment changes the lubricant film thickness affecting the conditions of hydrodynamic lubrication. In this paper, a numerical investigation of the behavior of the pressure field, axial flow, film thickness and viscous friction considering the misalignment of the shaft by the effect of the weight and flexibility of the rotor, is presented. The hydrodynamic pressure field is solved using the equation of Reynolds lubrication with a modified expression of film thickness including the shaft misalignment. An expression to calculate the maximum misalignment allowed by a bearing based on the equilibrium steady state is also presented. The results show that as the shaft misalignment increases, a reduction in the film thickness is present, causing an increase in both maximum pressure and axial flow of lubricant, and also small changes in viscous drag. In order to validate the numerical results obtained in this investigation they were compared with numerical results reported in international literature, giving a good approximation.

### Keywords:

- hydrodynamic bearings
- misalignment
- axial flow
- film thickness
- viscous friction

## Introducción

Las chumaceras hidrodinámicas se usan principalmente en grandes máquinas rotatorias que giran a altas velocidades. Un buen diseño de la chumacera, suministro y viscosidad del fluido lubricante, permiten que durante la operación de la máquina se forme una cuña de lubricante, la cual separa al eje de la chumacera evitando el contacto entre metal y metal. La capacidad de carga que tienen las chumaceras se debe a la generación del campo de presión en la película de lubricante. Por medio de este campo de presión se puede evaluar si las dimensiones de la chumacera, el claro radial y el lubricante, mantendrán las condiciones adecuadas de lubricación hidrodinámica. Generalmente, la velocidad de giro y el peso del rotor son los datos iniciales a partir de los cuales se determinan la longitud, el diámetro, el claro radial, así como la viscosidad del lubricante. Los parámetros de diseño junto con las tablas y gráficas proporcionadas en la literatura (Raimondi y Boid, 1958) permiten conocer el valor de la presión máxima, el flujo axial, el espesor de película y la fricción viscosa, los cuales cambian con la velocidad de giro del rotor y son importantes para mantener las condiciones de lubricación hidrodinámica.

En las tablas y gráficas presentadas por Raimondi y Boid (1958) se considera que la distancia entre las líneas de centro del eje y de la chumacera es constante. Esta distancia se conoce como *excentricidad*  $e$ . En casos reales, las líneas de centro del eje y de la chumacera están sujetas a un cierto grado de desalineamiento angular. El des-

alineamiento puede ser causado por diversos factores, por ejemplo, inexactitudes por un mal montaje, mal maquinado, el peso del rotor, la flexibilidad del eje, etcétera, aún si el montaje y el maquinado fuesen muy precisos, siempre existirá un cierto grado de desalineamiento debido a la flexibilidad del eje y al peso del rotor. En la figura 1 se considera una configuración simétrica (*rotor de Jeffcott*) de un sistema rotor-chumaceras, la cual muestra una rotación  $\alpha_x$  del eje en un sistema de referencia ( $y_0, z_0$ ) ubicado en el centro de la chumacera. En este caso, el peso y la flexibilidad del eje provocan que las líneas de centro del eje y de la chumacera no coincidan, haciendo que el espesor de película sea función de la excentricidad del centro del muñón  $e_0$  y del ángulo de rotación  $\alpha_x$  (figura 2). Para analizar las condiciones de lubricación en chumaceras hidrodinámicas es necesario calcular el ángulo  $\alpha_x$  en cada chumacera, lo cual puede realizarse por medio de la teoría de vigas.

En la literatura internacional se han reportado diversos trabajos teóricos y experimentales sobre el tema del desalineamiento en chumaceras hidrodinámicas. McKee y McKee (1932) realizaron uno de los primeros trabajos experimentales, mostrando que el campo de presión se desarrolla en forma anti-simétrica en la dirección axial. Dubois *et al.*, (1955) estudiaron experimentalmente el cambio en la excentricidad, el flujo axial y las temperaturas locales en chumaceras desalineadas. Galleti y Capriz (1965) hicieron un estudio analítico sobre el par producido en chumaceras hidrodinámicas cortas con desalineamiento. Las investigaciones realizadas por Nicholas (1972) muestran que

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/274898>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/274898>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)