

tecnología

21 OPTIMIZACIÓN DE EJES DE BUQUES

Un nuevo software innovador aúna la teoría y la práctica en el diseño de ejes para buques.

25 LA LUBRICACIÓN Y LA VIDA DE LOS RODAMIENTOS

La lubricación y la contaminación son dos de los factores que más influyen en la vida de los rodamientos.



SOFTWARE COMBINADO para el diseño de ejes de propulsión de buques

ShaftDesigner es un innovador programa de ingeniería asistida por ordenador (CAE, *Computer Aided Engineering*) que ayuda al diseño, la instalación, el mantenimiento y la reparación de ejes de propulsión de buques. Su rasgo más importante es que aúna la teoría y la práctica en el campo de la alineación y el montaje de ejes.

Este programa informático se ha desarrollado para uso en todas las piezas del ciclo de vida de un eje de propulsión de buques, y puede representar con exactitud todos los componentes de un tren de propulsión, de modo que, para cada fase, los usuarios puedan aprovechar las ventajas que ofrecen distintas funciones de los diversos módulos de aplicación.

Comercializado por la empresa Machine Support (Países Bajos), ShaftDesigner se ha concebido para incrementar la precisión y facilitar el diseño y la alineación de ejes.

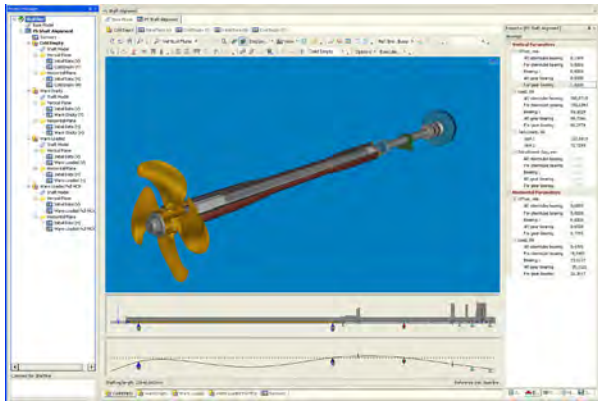


Fig. 1: ventana de la aplicación para la alineación de ejes.

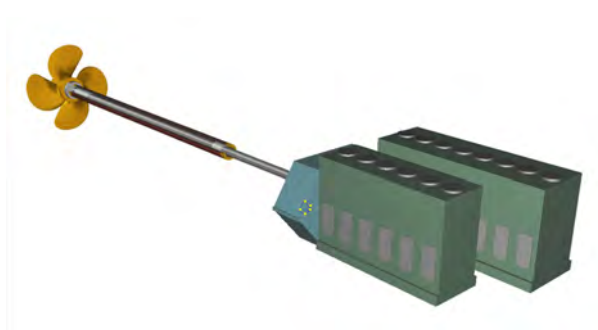


Fig. 2: modelo de instalación de dos motores.

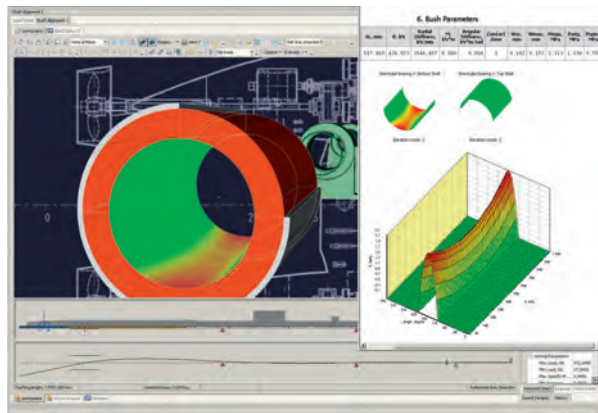


Fig. 3: presión de contacto en el casquillo/ rodamiento.

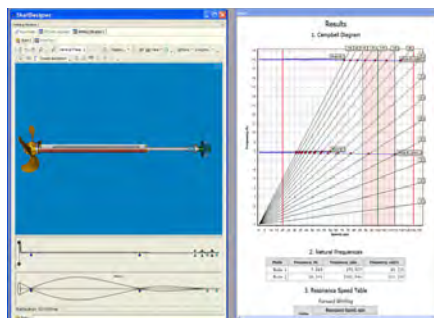


Fig. 4: vibración rotacional.

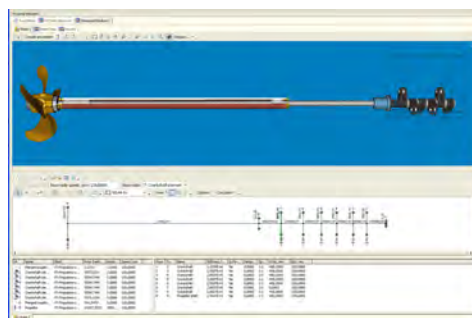


Fig. 5: modelo de cálculo de vibración de torsión creado automáticamente.

En su desarrollo se han tenido presentes las necesidades del mercado, y es producto de un estrecho trabajo conjunto con sociedades de clasificación y destacados fabricantes de componentes de trenes de propulsión.

Por primera vez, los diseñadores de ejes tienen acceso a un modelo único y flexible que permite todo tipo de cálculos. Además, el usuario del programa puede analizar distintas condiciones de funcionamiento, desde lastre hasta carga, motor frío y caliente, así como diferentes estados, desde ejes simples sin acoplar hasta trenes de propulsión completamente montados. ShaftDesigner evita la situación, antes común, de que el usuario tenga que manejar muchos modelos de datos y archivos diferentes para los numerosos tipos de cálculos y posibles condiciones de funcionamiento. También llena el vacío existente entre la capacidad del software y los conocimientos actuales en la tecnología y las técnicas de los trenes de propulsión.

Se ha dedicado una atención considerable a la interfaz de usuario, que se combina con sencillas funciones de modelización tridimensional para crear representaciones tridimensionales realistas del tren de propulsión, basadas en las tres principales técnicas de modelización (fig. 1).

MODELO BÁSICO PARA TODOS LOS CÁLCULOS

El programa se describe como un sistema CAE tridimensional multiproyecto, multiteje y multiestado para cálculos de trenes de propulsión de buques. Utiliza un modelo básico para calcular la alineación de ejes, la vibración rotacional, la vibración de flexión (lateral), y la vibración axial y de torsión.

Tratándose de un sistema multiteje, el software tiene muchas aplicaciones, desde diseños de una línea de ejes a trenes de propulsión completos con múltiples líneas de ejes, motores y otros componentes. Asimismo, cada aplicación puede llevar varios tipos de trenes de propulsión (fig. 2).

Uno de los puntos fuertes de ShaftDesigner es que todos los cálculos se forman a partir de un modelo base individual. Una vez creado este, cualquier cambio introducido se incorpora automáticamente a través de las aplicaciones. Debido a que el software trabaja en un entorno gráfico tridimensional, esos cambios pueden controlarse visualmente, lo que reduce al mínimo el riesgo de errores humanos (fig. 6).

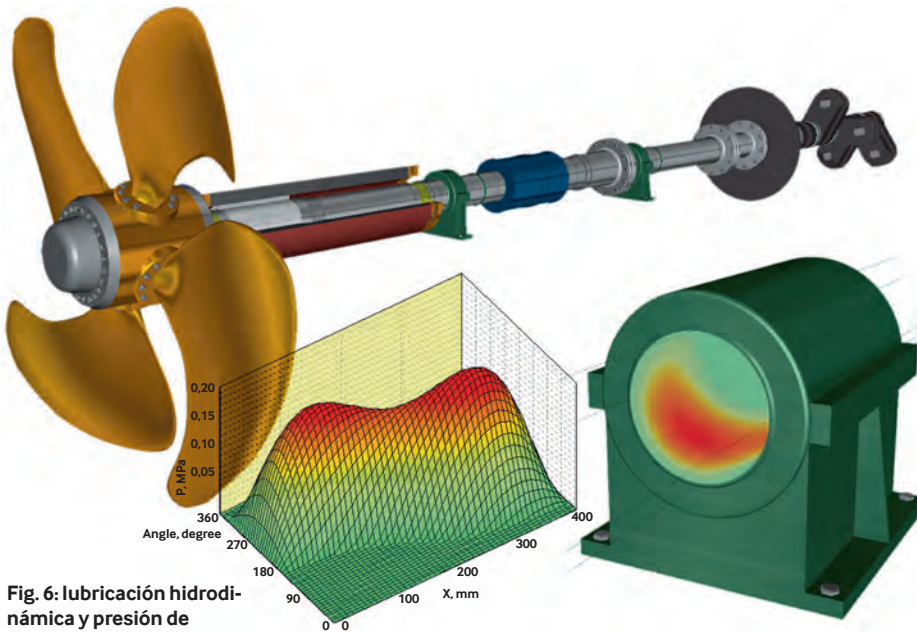


Fig. 6: lubricación hidrodinámica y presión de contacto.

TRES TÉCNICAS DE MODELIZACIÓN ShaftDesigner incorpora tres enfoques de modelización, a saber:

- modelización libre mediante la función “arrastrar y soltar”, con la subsiguiente corrección de la posición de objeto
- modelización mediante la función “arrastrar y soltar” usando las posiciones de objeto creadas anteriormente
- colocación de grupos por distancia a una posición original asignada.

Cualquier error de modelización puede corregirse fácilmente usando una función de “deshacer/rehacer” o la “ventana de historial”.

CÁLCULOS DE ALINEACIÓN DE EJES

El objetivo de los cálculos de la alineación de ejes es determinar la ubicación de los rodamientos en la línea de ejes durante la alineación u optimizar la carga que soportan. Esto facilita un funcionamiento seguro del tren de propulsión del buque bajo todas las condiciones operativas especificadas.

La ubicación del eje geométrico de los rodamientos en la línea de ejes la definen los desplazamientos verticales y horizontales del punto central del casquillo/ rodamien-

to y los ángulos entre la línea de referencia base y el eje del casquillo. Las flexiones de la línea de ejes se calculan automáticamente cuando el software está en funcionamiento (fig. 3).

El modelo de aplicación se construye de forma automática partiendo del modelo base. Cualquier cambio en este actualiza de inmediato las flexiones de la línea de ejes. Las técnicas de alineación de ejes que admite ShaftDesigner son el cálculo directo, la exploración del desplazamiento, la alineación geométrica, la alineación de ejes en cadena y la alineación con extensímetro. Gracias a la capacidad de ingeniería inversa del programa, también es posible calcular alineaciones basadas en mediciones de cargas de flexión, esfuerzos en rodamientos, cargas del gato hidráulico, desviación paralela y angular y flexiones de eje.

El modelo de aplicación puede desarrollarse aún más para satisfacer requisitos específicos. El usuario puede añadir objetos adicionales, como fuerzas concentradas, soportes temporales y gatos hidráulicos a fin de verificar en la práctica las alineaciones teóricas. La colocación de soportes y fuerzas adicionales inicia inmediatamente el recálculo de la flexión de la línea de ejes.

CÁLCULOS DE LAS VIBRACIONES

Para uso en los modelos base hay cinco módulos de aplicación que abarcan los diversos tipos de vibraciones, es decir, rotacional, de flexión, axial, de torsión y acoplada.

El principal resultado del cálculo de la vibración rotacional es la lista de velocidades críticas para vibración rotacional hacia delante y hacia atrás. Una excitación de primer orden corresponde a la vibración rotacional síncrona (fig. 4). Los resultados se presentan en una tabla de resonancia y gráficamente como un diagrama de Campbell.

Para la flexión, la aplicación calcula las características de vibración libre, tales como frecuencias naturales, formas de modo de vibración y velocidades de resonancia. Los resultados se presentan en forma de un diagrama de Campbell y una tabla de resonancia.

El módulo de vibración axial incluye el cálculo de vibración libre y de vibración forzada. Hay muchas opciones para fijar parámetros de excitación y amortiguación en cálculos de vibración forzada. Los resultados se presentan en una tabla de resonancia y como un gráfico que muestra las vibraciones a varias velocidades de rotación.

Los cálculos de vibración de torsión se realizan partiendo del modelo elástico creado con el editor gráfico y también incluyen tanto vibraciones libres como forzadas (fig. 5). Los resultados se presentan como un gráfico que muestra las vibraciones a diversas velocidades de rotación y en una tabla de resonancia. Sin embargo, tratándose de vibración de torsión, resulta más eficiente introducir los valores manualmente que depender del modelo base, puesto que se precisan datos específicos de dichas vibraciones. La aplicación para vibración acoplada calcula los parámetros de vibración axial-de torsión para las instalaciones con motores diésel acoplados directamente. Todos estos cálculos se integran en una sola solución.

Los resultados se presentan en informes detallados personalizables en forma de documentos de XML, y por tanto pueden exportarse a distintos formatos. Machine Support ha usado este programa en más de 120 proyectos de todo el mundo. Se espera que la labor de desarrollo futura comporte nuevas actualizaciones del software, incluyendo la posibilidad de importar proyectos en 3D y modelos 3D CAD de otros programas.



MACHINE SUPPORT

Machine Support es un proveedor de materiales de soporte y montaje, y de servicios de alineación y soluciones de montaje para máquinas. La empresa, adquirida por SKF en 2000, tiene más de veinticinco años de experiencia en ofrecer soluciones completas para el montaje y la alineación de las máquinas. Con su plantilla de cincuenta empleados, ofrece servicios especializados en el sector marino a armadores, operadores, constructores navales, empresas de reparación de buques y fabricantes de primeros equipos de todo el mundo (fig. 8).
www.shaftdesigner.com
www.machinesupport.com

Fig. 8: Machine Support también ofrece servicio de mecanizado in situ.

APLICACIÓN PARA EL CICLO DE VIDA

Como ya se ha indicado, ShaftDesigner constituye una aplicación útil durante toda la vida de servicio de los navíos, ya sea en la fase de diseño, al construirlos o cuando se realizan tareas de mantenimiento y reparación. En la etapa de diseño –desde un punto de vista de ingeniería– este programa es la herramienta idónea para estudiar los descentramientos, optimizando así las posiciones de los componentes del tren de propulsión a partir de criterios de aceptación seleccionados por el usuario. Esta funcionalidad, usada desde un principio, proporciona una buena distribución de la carga sobre los rodamientos y, por tanto, un funcionamiento seguro de la línea de ejes, y contribuye a evitar problemas de alineación posteriores cuya solución exige tiempo y dinero. Simultáneamente y de la misma manera, los diversos módulos de software de vibraciones permiten calcular vibraciones potencialmente nocivas, basándose en una disposición específica de tren de propulsión, lo cual crea la posibilidad de explorar varias opciones de disposición y sus consecuencias.

Durante la construcción y cuando no hay ningún modelo disponible de la fase de diseño, a pesar de todo en los astilleros se pueden obtener importantes beneficios modelizando el tren de propulsión antes de

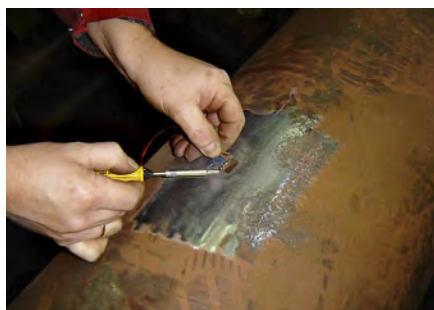


Fig. 7: colocación de un extensómetro en un eje.

realizar la alineación del eje propiamente dicha. En ShaftDesigner pueden introducirse mediciones exactas con facilidad, actualizando automáticamente el modelo cada vez que se efectúa una anotación. El programa ofrece los datos necesarios para diversas técnicas de alineación de ejes, incluyen-

do la carga del gato hidráulico, la alineación con láser y alineación con extensómetro, que pueden emplearse en varias etapas de la instalación de la línea de ejes (fig. 7).

Por último, para fines de mantenimiento y reparación, calculando la alineación y posibles vibraciones del eje se pueden identificar prematuramente ciertos problemas que podrían influir en el estado de los componentes de la línea de ejes. Por ejemplo, se pueden descubrir los puntos más cargados de los rodamientos y controlar su desgaste, evitando costosas paradas a causa de averías. Usando ShaftDesigner también es muy fácil determinar y evaluar la alineación del eje después de un incidente. ■

Por Geoffrey de Vlaam, Machine Support B. V., Países Bajos

RESUMEN

La empresa Machine Support de los Países Bajos ha desarrollado un nuevo software para simplificar las complejidades del diseño de ejes de propulsión marinos, así como su instalación y reparación. El potencial de aplicaciones de este programa, denominado ShaftDesigner,

abarca todo el ciclo de vida de los ejes y puede representar con exactitud todos los componentes de un tren de propulsión. Se ha concebido para incrementar la exactitud y hacer más fácil la labor de ingeniería y diseño de la alineación de ejes.