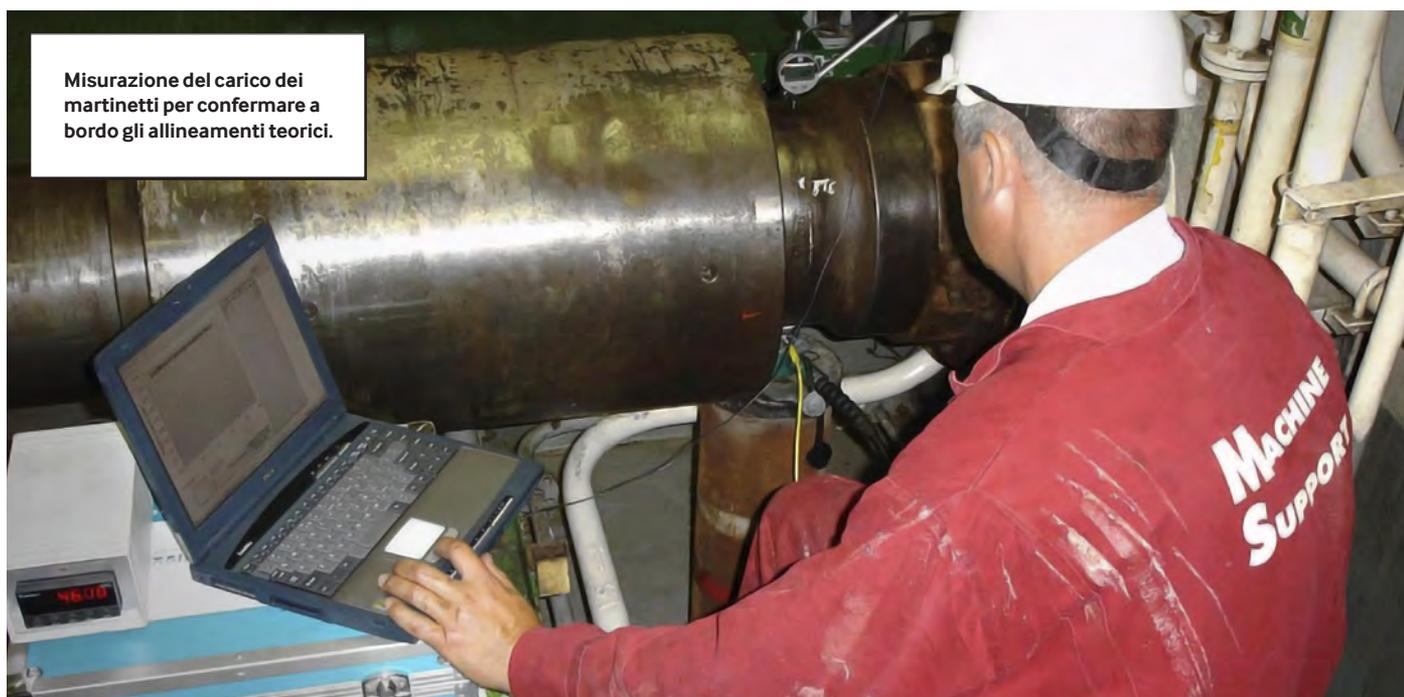


tecnologia

21 PROPULSIONE NAVALE
Un nuovo innovativo software coniuga teoria e pratica nella progettazione degli alberi.

25 APPROFONDIMENTI SULLA DURATA DEI CUSCINETTI
La lubrificazione e la contaminazione sono due importanti fattori che influenzano la durata dei cuscinetti.



Progetto degli **ALBERI DI PROPULSIONE**

ShaftDesigner è un innovativo software CAE (Computer Aided Engineering) per la progettazione, installazione, manutenzione e riparazione degli alberi di propulsione navale. La sua importanza sta nella capacità di coniugare la teoria e la pratica nel settore dell'allineamento e del montaggio degli alberi ed è quindi uno strumento estremamente utile di razionalizzazione della progettazione.

Il programma è stato studiato per l'utilizzo in tutte le fasi del ciclo di vita degli alberi di propulsione delle navi ed è in grado di rappresentare con precisione tutti i componenti del sistema, in modo che, per ciascuna fase, gli utilizzatori possono raccogliere i vantaggi dei diversi moduli applicativi.

Offerto in Olanda dalla Machine Support, è stato elaborato per rendere più accurati e facili la progettazione e l'allineamento degli alberi. Nel corso del suo sviluppo si è tenuto conto delle necessità del mercato con una collaborazione stretta con le società di

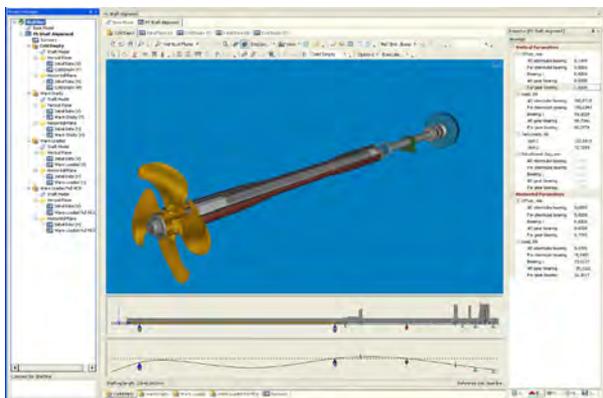


Fig. 1: Finestra applicativa per l'allineamento alberi.

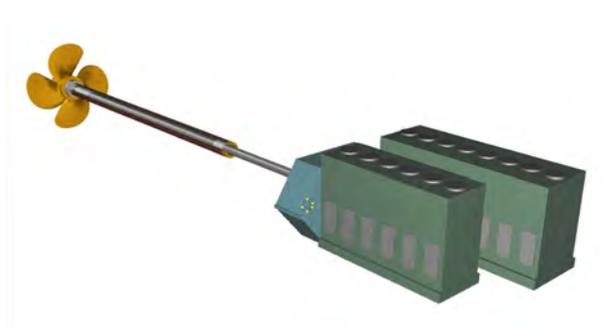


Fig. 2: Modello di installazione con due motori.

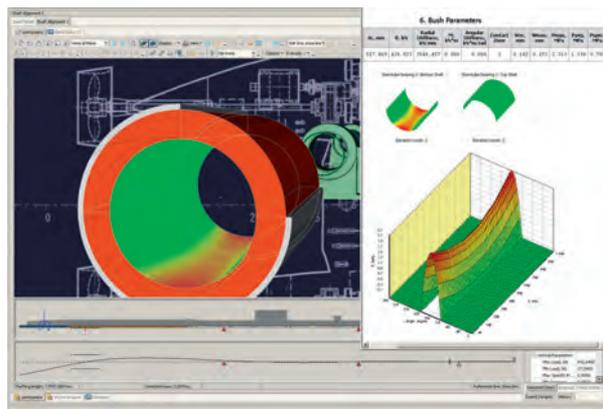


Fig. 3: Pressione di contatto nella bussola del cuscinetto.

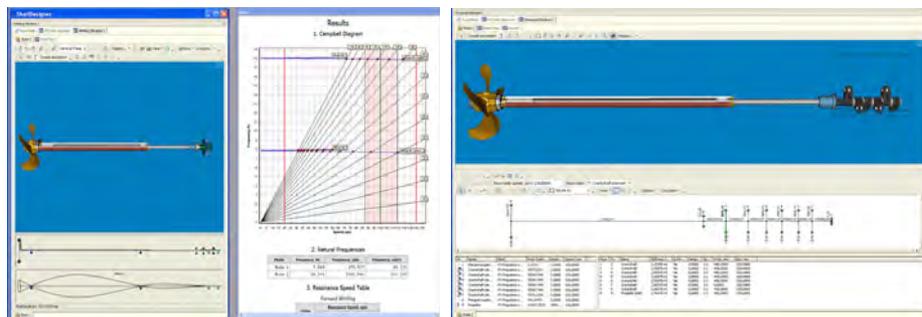


Fig. 4: Vibrazione rotante.

Fig. 5: Modello creato automaticamente per il calcolo delle vibrazioni torsionali.

classificazione e con importanti costruttori di componenti per il settore.

I progettisti possono ora accedere a un singolo e flessibile modello che consente sia di eseguire ogni sorta di calcolo degli alberi sia di analizzare condizioni di lavoro diverse, dal semplice albero isolato ai sistemi completi di propulsione. Il programma evita la gestione di molti modelli e file di dati per eseguire tutti i calcoli necessari e per tenere conto della varietà delle condizioni di lavoro. Esso colma il divario tra le capacità dei programmi e le attuali conoscenze sulla tecnologia e le tecniche di propulsione.

Notevole attenzione è stata dedicata all'interfaccia utente, combinandola con strumenti di facile modellazione per creare rappresentazioni realistiche tridimensionali del sistema di propulsione, sfruttando tre tecniche di modellazione (fig. 1).

MODELLO DI BASE PER TUTTI I CALCOLI

Il programma consiste in un sistema CAE 3D in grado di trattare più progetti, più alberi e più configurazioni per il calcolo dei sistemi di propulsione navale; esso si serve di un modello di base per calcolare gli alberi, in particolare, il loro allineamento e le relative vibrazioni rotanti, flessionali, assiali e torsionali.

Il programma può essere usato per progettare sia singole linee d'asse sia sistemi completi di propulsione con molte linee d'asse, motori e altri componenti. Inoltre ciascuna applicazione può trattare numerose condizioni di lavoro (fig. 2).

Uno dei punti di forza dello ShaftDesigner è che tutti i calcoli si eseguono partendo da un singolo modello di base. Una volta creato, gli eventuali cambiamenti vengono estesi automaticamente a tutte le applicazioni. Dato che il programma opera in un ambiente grafico 3D, i cambiamenti possono essere controllati visivamente e ciò rende minime le possibilità di errore umano (fig. 6).

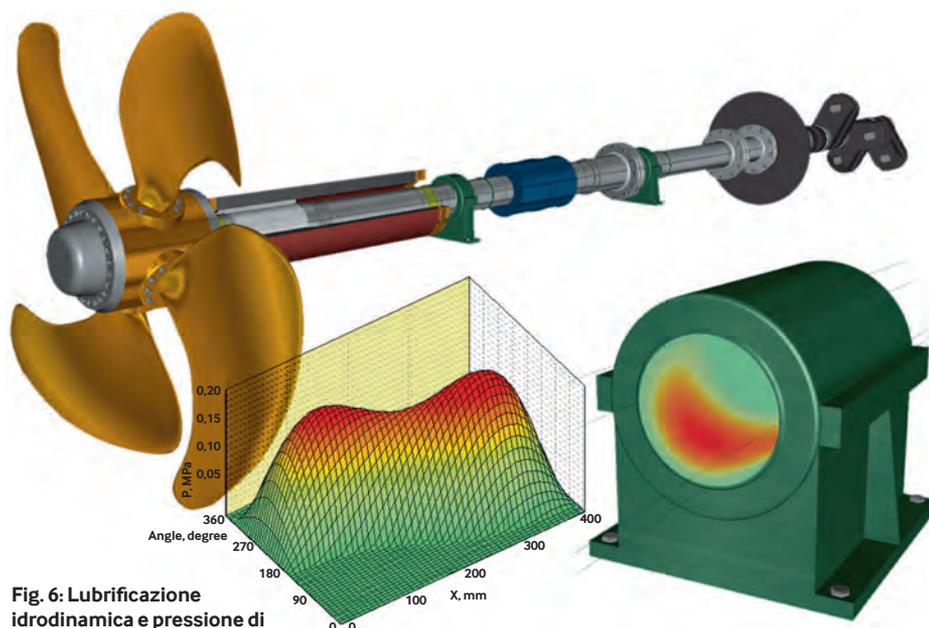


Fig. 6: Lubrificazione idrodinamica e pressione di contatto.

TRE TECNICHE DI MODELLAZIONE

Il programma prevede tre tecniche di modellazione: a) modellazione libera drag and drop, con successiva correzione della posizione dell'oggetto, b) modellazione drag and drop, con allineamento alle posizioni degli oggetti creati in precedenza, c) disposizione dei gruppi in base alla distanza da una posizione di origine assegnata.

Tutti gli errori di modellazione possono essere facilmente corretti utilizzando le funzioni "undo/redo" oppure "history window".

CALCOLO DELL'ALLINEAMENTO ALBERI

Lo scopo dei calcoli di allineamento è quello di localizzare i cuscinetti delle linee d'assi durante l'allineamento oppure di ottimizzare il carico sui cuscinetti delle linee stesse. Questo permette al sistema di propulsione della nave un funzionamento sicuro in tutte le condizioni di lavoro specificate.

La localizzazione dell'asse dei cuscinetti della linea d'asse si definisce in base all'offset verticale e orizzontale del centro dei cuscinetti stessi e agli angoli tra la linea di riferimento e l'asse. Le inflessioni della linea d'asse vengono calcolate automaticamente durante l'elaborazione (fig. 3).

Il modello applicativo viene costruito automaticamente partendo dal modello di base. In caso di variazioni di quest'ultimo le inflessioni della linea d'asse vengono immediatamente aggiornate. Le tecniche di allineamento alberi supportate da ShaftDesigner sono: calcolo diretto, esplorazione offset, allineamento geometrico, allineamento catenaria e allineamento estensimetri. Grazie alle capacità di reverse-engineering del programma è anche possibile calcolare gli allineamenti partendo da valori misurati di carichi di inflessione, sollecitazioni sui cuscinetti, carichi dei martinetti, valori sag & gap e inflessione alberi.

Il modello applicativo può essere ulteriormente elaborato per soddisfare particolari esigenze. Per un confronto tra gli allineamenti teorici e quelli pratici, l'utente può aggiungere carichi concentrati, supporti provvisori e martinetti. In tal caso parte immediatamente un ricalcolo dell'inflessione della linea d'asse.

CALCOLO DELLE VIBRAZIONI

Per l'uso con i modelli di base che coprono vari tipi di vibrazioni, rotanti, flessionali, assiali, torsionali e combinate, sono disponibili cinque moduli applicativi.

Come risultato del calcolo delle vibrazioni rotanti in senso orario e antiorario si ha un elenco delle velocità critiche (fig. 4). All'eccitazione di primo ordine corrisponde una rotazione sincrona. I risultati vengono presentati nella forma di una tabella e, graficamente, di un diagramma di Campbell.

Per le vibrazioni flessionali, l'applicazione calcola le caratteristiche di vibrazione libera, quali le frequenze naturali, i modi di vibrare e le velocità di risonanza. I risultati sono presentati nella forma di una tabella e, graficamente, di un diagramma di Campbell.

Il modulo delle vibrazioni in senso assiale prevede la possibilità di calcolo delle vibrazioni libere e forzate. Nei calcoli di queste ultime ci sono molte opzioni per l'impostazione dei parametri di eccitazione e smorzamento. I risultati sono presentati in una tabella di risonanza e in un grafico che mostra le vibrazioni alle varie velocità di rotazione.

Il calcolo delle vibrazioni torsionali sono eseguiti partendo dal modello massa-molla creato con l'editor grafico e gestisce anch'esso vibrazioni libere e forzate (fig. 5). I risultati sono presentati sia in un grafico che mostra le vibrazioni alle varie velocità di rotazione sia in una tabella. Tuttavia, per le vibrazioni torsionali è più conveniente inserire i valori manualmente anziché riferirsi al modello di base, dato che per le vibrazioni di questo tipo occorrono dati specifici. Un esempio applicativo relativamente alle vibrazioni combinate è il calcolo dei parametri assiali-torsionali per le installazioni con motori diesel ad accoppiamento diretto. Tutti i calcoli sono integrati in una soluzione singola.

I risultati sono presentati in relazioni dettagliate, personalizzabili, come documenti XML, in modo da facilmente esportarli nei formati diversi. Machine Support ha utilizzato il programma in più di 120 progetti, in tutto il mondo. Sono allo studio ulteriori aggiornamenti che prevedano la possibilità



MACHINE SUPPORT

Con un bagaglio di più di venticinque anni di esperienza, Machine Support fornisce materiali per il fissaggio e il montaggio e servizi per soluzioni di allineamento e montaggio delle macchine. Lo staff della società – acquistata dalla SKF nel 2000 – consta di cinquanta persone e offre a proprietari, operatori, costruttori, riparatori di navi di tutto il mondo soluzioni complete, sfruttando il proprio esteso know-how nel settore navale (fig. 8).

www.shaftdesigner.com
www.machinesupport.com

Fig. 8: Machine Support fornisce anche servizi di lavorazione meccanica sul posto.

di importare progetti 3D e modelli di programmi CAD 3D da terze parti.

APPLICAZIONE AL CICLO DI VITA

Come premesso, ShaftDesigner è un'applicazione utile per l'intero ciclo di vita delle navi: in fase di progetto, durante la costruzione e in occasione di manutenzione e riparazioni. Dal punto di vista ingegneristico, nella fase di progetto ShaftDesigner consente di valutare i disallineamenti e ottimizzare la posizione dei componenti il sistema di propulsione sulla base dei criteri di accettazione imposti dall'utente. Questa funzionalità, utilizzata nell'impostazione del progetto, consente una buona distribuzione dei carichi sui cuscinetti, e quindi un funzionamento sicuro delle linee d'asse, e aiuta a limitare successivi problemi di (ri-)allineamento, che richiedono interventi lunghi e costosi. Allo stesso tempo, i vari moduli consentono di valutare l'instaurarsi di vibrazioni potenzialmente dannose, partendo da specifiche configurazioni del sistema di propulsione, di cui danno la possibilità di esplorare varie alternative di progetto e relative conseguenze.

Durante la costruzione e quando non è disponibile un modello già impostato nella fase di progetto, i costruttori possono comunque trarre sensibili vantaggi dalla



Fig. 7: Sistemazione di un estensimetro su un albero.

modellazione del sistema di propulsione prima di eseguire l'allineamento degli alberi. Le misure esatte si possono facilmente immettere nello ShaftDesigner, aggiornando automaticamente il modello a ogni nuova immissione. Il programma fornisce i dati necessari per tenere conto delle diverse

tecniche di allineamento, utilizzabili nelle varie fasi delle procedure di installazione della linea d'asse: carico dei martinetti, allineamento laser e allineamento con estensimetri (fig. 7).

Infine, in ambito di manutenzione e riparazione, calcolando l'allineamento e le eventuali vibrazioni dell'albero, si possono identificare tempestivamente gli elementi che possono influire sulle condizioni di lavoro dei componenti della linea d'asse. Per esempio si possono riconoscere, verificandone l'usura, i punti di sollecitazione dei cuscinetti, evitando fermi macchina costosi. Con ShaftDesigner è anche molto agevole valutare l'allineamento degli alberi in caso di incidente. ■

Geoffrey de Vlaam, SKF Machine Support BV, Olanda

SINTESI

Lo scopo del nuovo programma dell'olandese Machine Support è quello di rendere più facile sia la progettazione di complessi sistemi di propulsione navale sia la loro installazione e riparazione. Con la possibilità di essere appli-

cato all'intero ciclo di vita delle linee d'asse, ShaftDesigner può rappresentare con precisione tutti i componenti del sistema di propulsione rendendo più agevoli e precisi la progettazione e l'allineamento degli alberi.