

MarPower alcanza el ecuador en su ruta hacia la descarbonización total del transporte marítimo

- Proyecto MarPower (Efficient zero-emissions gas turbine Power system for Maritime transport, o Sistema eficiente de energía con turbina de gas de cero emisiones)



MarPower alcanza el ecuador en su ruta hacia la descarbonización total del transporte marítimo

Energías Renovables el periodismo de las energías limpias.

<https://www.energias-renovables.com/movilidad/marpower-alcanza-el-ecuador-en-su-ruta-20261020>

Antonio Barrero F.

Martes, 20 octubre 2026

El transporte marítimo es uno de los sectores que mayores dificultades presenta para su descarbonización, debido a sus elevadas necesidades energéticas, su dependencia de los combustibles fósiles y la larga vida útil de los buques. Pues bien, el proyecto europeo **MarPower**, que ha alcanzado el ecuador de sus cuatro años de singladura, se plantea como objetivo la descarbonización del transporte marítimo. Para ello, está desarrollando "un avanzado sistema de conversión de energía, basado en turbinas de gas y diseñado para funcionar con distintos combustibles sostenibles y mejorar la eficiencia global". El proyecto MarPower (**Efficient zero-emissions gas turbine Power system for Maritime transport**, o "Sistema eficiente de energía con turbina de gas de cero emisiones para el transporte marítimo") está siendo conducido por un consorcio liderado por la Universidad de Lappeenranta–Lahti (Lappeenranta–Lahti University of Technology, LUT), consorcio del que forman parte la Universidad de Vigo, la también española Zabala Innovation y otros nueve socios europeos. Entre los principales avances alcanzados hasta el momento destacan -informan desde el consorcio- el desarrollo y ensayo de componentes críticos, progresos en turbomaquinaria, recuperación de calor y tecnologías de rodamientos magnéticos activos, así como un gemelo digital cada vez más detallado para la simulación y validación del sistema.

MarPower informa

«Transcurridos dos años desde su inicio, se ha completado el diseño general del ciclo y del sistema y se han desarrollado los diseños detallados de sus principales componentes. Varias tecnologías críticas han avanzado también hasta las fases de fabricación y ensayos experimentales, mientras que el gemelo digital incorpora

progresivamente un mayor nivel de detalle. Entre los avances destacan la optimización de compresores y turbinas, los ensayos satisfactorios de un prototipo de cámara de combustión con hidrógeno al 100%, las tecnologías de recuperación de calor, los sistemas de rodamientos magnéticos activos y la integración de modelos digitales»

El funcionamiento eficiente del sistema MarPower depende, en parte, del rendimiento de sus compresores y turbinas. Ya se han completado los diseños de los compresores de baja y alta presión, así como el diseño aerodinámico y de refrigeración de la turbina de alta presión y el diseño y optimización de la turbina de baja presión.

Su desarrollo ha tenido en cuenta varias características particulares de la arquitectura de MarPower. Entre ellas figuran su configuración de dos ejes, con ambos conjuntos rotativos funcionando a la misma velocidad angular, y la integración de rodamientos o cojinetes magnéticos activos (AMB, por sus siglas en inglés, Active Magnetic Bearings), que exige considerar mayores holguras en el diseño aerodinámico. La flexibilidad de combustible añade otro requisito, ya que el funcionamiento con distintos combustibles puede provocar variaciones en la temperatura de entrada a la turbina.

El trabajo también ha permitido desarrollar herramientas específicas de optimización. Para la turbina de alta presión se ha creado un nuevo procedimiento destinado a optimizar sus canales internos de refrigeración. El diseño resultante se ha evaluado mediante simulaciones avanzadas de transferencia de calor conjugada y requiere un caudal de refrigerante aproximadamente un 15 % inferior al estimado mediante correlaciones convencionales de la literatura técnica. Por su parte, la turbina de baja presión se ha optimizado mediante álabes con geometrías completamente tridimensionales, adaptadas a sus características particulares.

Con las configuraciones tridimensionales detalladas ya disponibles, los próximos trabajos se centrarán en caracterizar el comportamiento de la turbomaquinaria en condiciones distintas de las de diseño, durante regímenes transitorios y con diferentes combustibles»

Punto y aparte merece la "flexibilidad de combustible", que los impulsores de este proyecto consideran "una característica central del concepto MarPower". El sistema se está desarrollando para admitir diferentes opciones de combustibles sostenibles y de emisiones netas cero, entre ellas hidrógeno, amoníaco, metanol y metano renovables, sin necesidad de introducir grandes modificaciones en el sistema de combustión.

El primer prototipo de cámara de combustión de MarPower ya se ha fabricado, instrumentado y probado satisfactoriamente con hidrógeno al 100% en un banco de ensayos a presión atmosférica. Estos trabajos se han llevado a cabo tras realizar numerosas simulaciones de dinámica de fluidos computacional y desarrollar la infraestructura necesaria para el suministro y distribución de hidrógeno.

Los resultados experimentales, junto con nuevas simulaciones, están sirviendo de base para el diseño de un segundo prototipo. Éste incorporará -adelantan desde MarPower- un sistema flexible de distribución de aire y nuevas optimizaciones geométricas destinadas a aumentar la flexibilidad de combustible del sistema de combustión.

Mayor aprovechamiento del calor disponible

La mejora de la eficiencia global de MarPower no depende únicamente del rendimiento de la propia turbina de gas, sino también de un mayor aprovechamiento de la energía térmica disponible dentro del ciclo y a la salida de éste. Pues bien, ya se ha fabricado y ensamblado un prototipo de recuperador a escala -explican desde el consorcio- que ha superado ensayos no destructivos y pruebas de presión a 22,3 bares, aproximadamente 22 veces la presión atmosférica.

«El recuperador permite recuperar calor dentro del ciclo de la turbina de gas. El prototipo, con una capacidad equivalente a 1/100 de la prevista para el sistema, incorpora una nueva geometría de superficie de transferencia de calor. Además, en su fabricación se ha implantado un proceso automatizado de soldadura láser robotizada. Ya se han realizado ensayos preparatorios y se están ultimando las modificaciones de las instalaciones de prueba antes de continuar con su validación experimental.

El proyecto MarPower combina la recuperación de calor dentro del ciclo con un sistema complementario de recuperación de calor residual para aprovechar también la energía térmica de los gases de escape. Su diseño ya se ha completado e incluye la caldera de recuperación y el ciclo asociado, con la turbina de vapor, la bomba, el generador, los rodamientos magnéticos activos y la dinámica del rotor. La combinación de ambas tecnologías pretende aumentar la eficiencia global y reducir el consumo de combustible»

La maquinaria rotativa de alta velocidad de MarPower requiere tecnologías de soporte y control del rotor que permitan limitar el desgaste mecánico. Los AMB sostienen el rotor sin contacto mecánico convencional y permiten controlar activamente su posición, por lo que constituyen un elemento importante del sistema de conversión de energía de MarPower.

Por otro lado, el consorcio que está desarrollando el proyecto ya ha "diseñado, fabricado e integrado" un nuevo rodamiento magnético activo axial en un banco de ensayos de volante de inercia existente, "donde se han realizado satisfactoriamente las primeras pruebas de impacto y recuperación del rotor".

También se ha desarrollado -explican desde el consorcio- un modelo matemático multifísico que combina la dinámica del rotor, el electromagnetismo y el comportamiento térmico de los AMB, proporcionando una base para futuras estrategias de control basadas en modelos que tengan en cuenta los efectos de la temperatura.

El proyecto también está abordando el reto de ensayar el sistema rotativo de 2,7 MW sometido a los movimientos de un buque. Para ello, se está aplicando la teoría de semejanza al desarrollo de un rotor de menor tamaño que reproduzca las características dinámicas relevantes del sistema a escala

real, junto con una plataforma móvil hidráulica capaz de reproducir movimientos de traslación longitudinal, cabeceo y balanceo. "Esto permitirá estudiar experimentalmente la dinámica del rotor y el control de los AMB bajo movimientos representativos, a una escala manejable, y comparar los resultados con el sistema a escala real".

Paralelamente, el prototipo del eje de alta presión continúa avanzando en su diseño mecánico, análisis de elementos finitos, dinámica del rotor y modelización de los AMB, con vistas a su posterior fabricación y validación experimental.

Integración de las tecnologías mediante un gemelo digital

Para comprender cómo interactúan las distintas tecnologías de MarPower a escala de sistema, es necesario integrar sus modelos y datos. Así, ya se ha desarrollado -explican desde el consorcio- una primera versión calibrada del modelo general del gemelo digital de MarPower, tomando como referencia el punto de diseño del sistema, a la que se está incorporando progresivamente información cada vez más detallada de los componentes.

El proceso de simulación se ha automatizado para facilitar estudios sistemáticos de distintas condiciones de funcionamiento, incluidas las operaciones a carga parcial, en condiciones distintas de las nominales y durante cambios de combustible. Un primer análisis de sensibilidad a escala de sistema también ha identificado parámetros con una influencia significativa en la potencia generada y la eficiencia térmica, entre ellos la temperatura de entrada a la turbina, la temperatura ambiente y la eficiencia del compresor de baja presión. Según los impulsores del proyecto, "estos resultados ayudarán a priorizar las variables en futuros estudios paramétricos".

También se ha preparado un submodelo específico de los AMB en formato de unidad de simulación funcional (Functional Mock-up Unit), que permite intercambiar información entre los modelos de dinámica del rotor y los modelos termodinámicos y ejecutarlos conjuntamente mediante cosimulación. A medida que se disponga de datos experimentales de las distintas tecnologías, éstos se utilizarán progresivamente para perfeccionar y validar de forma cruzada el gemelo digital.

El consorcio adelanta los "próximos pasos: de las tecnologías individuales a la integración marítima" Durante la segunda mitad del proyecto MarPower, los trabajos se orientarán cada vez más hacia nuevos ensayos experimentales, la integración y la validación en condiciones más representativas.

Entre las actividades más inmediatas figuran la continuación de los ensayos de la cámara de combustión y del recuperador, la fabricación y el ensamblaje del segundo prototipo de cámara de combustión, el desarrollo y ensayo de las configuraciones de ejes y rodamientos magnéticos activos, y el perfeccionamiento del gemelo digital mediante modelos de componentes de mayor fidelidad y datos experimentales.

El proyecto también está entrando en una fase -avanza el consorcio- en la que se evaluará la integración del sistema completo de conversión de energía a bordo de buques.

Dos casos de estudio analizarán buques portacontenedores y cruceros de referencia, examinando las configuraciones básicas de las salas de máquinas y utilizando simulaciones digitales para evaluar el comportamiento energético y las emisiones en diferentes escenarios operativos.

Estos estudios también serán relevantes, según los investigadores del consorcio, para analizar la posible integración de las tecnologías MarPower en buques existentes, especialmente teniendo en cuenta su larga vida útil y los retos técnicos y económicos que plantea incorporar nuevas tecnologías a la flota actual.

El rendimiento técnico no será el único factor que determine la posible aplicación del sistema MarPower. Las actividades de evaluación del cumplimiento normativo analizarán las tecnologías propuestas en relación con los reglamentos de seguridad, las normas y las prácticas de ingeniería aplicables, incluida la consideración de una aprobación de principio y un proceso de cualificación tecnológica, con vistas a avanzar hacia una futura certificación.

Los próximos trabajos también abordarán -adelantan desde MarPower- la seguridad y los riesgos, el mantenimiento, el análisis del ciclo de vida y el análisis de costes del ciclo de vida. Junto con los estudios de integración en buques y la validación técnica, "estas actividades permitirán evaluar de forma más amplia la integración, la seguridad, el desempeño ambiental y las implicaciones económicas del sistema MarPower completo".

Segunda mitad

Los resultados obtenidos durante la primera mitad de MarPower también están comenzando a llegar a la comunidad científica y de ingeniería. Algunos avances técnicos del proyecto ya se han presentado en encuentros internacionales relevantes, como ASME Turbo Expo e IFToMM Rotordynamics 2026. A medida que progresen las actividades experimentales, de modelización y validación, se espera que nuevos resultados den lugar a publicaciones científicas y contribuciones a congresos.

Jussi Sopenan, coordinador del proyecto MarPower en la Universidad Tecnológica de Lappeenranta-Lahti : "durante la primera mitad de MarPower hemos avanzado en el diseño del sistema, desarrollado tecnologías clave y comenzado a obtener resultados experimentales. El reto ahora es integrar progresivamente estos desarrollos, ampliar los ensayos en condiciones más representativas y reunir las evidencias necesarias para evaluar el sistema completo y su integración a bordo de buques"

El proyecto Marpower reúne a once socios que combinan investigación avanzada, experiencia industrial y conocimientos en construcción naval. El consorcio está formado por la Universidad de Lappeenranta-Lahti (Lappeenranta-Lahti University of Technology, LUT), Aurelia Technologies, Alfa Laval, Politecnico di Milano, Rina Consulting, Rina Services, la Universidad de Vigo, el centro aeroespacial alemán DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt), la Universidad Técnica de Dinamarca (Danmarks Tekniske Universitet, DTU), Chantiers de l'Atlantique y Zabala Innovation. Estos agentes abarcan una amplia gama de ámbitos, incluyendo turbomaquinaria, combustibles y combustión alternativos, sistemas de conversión energética, turbinas de gas, sistemas de rodamientos, recuperación de calor, modelización digital, diseño de buques, evaluación normativa y de sostenibilidad, así como comunicación y explotación. El proyecto, que ha sido financiado por la Unión Europea con casi 8 millones de euros, tiene una duración de 48 meses (hasta agosto de 2028).