

**INGEDRIVE** 

## Accionamientos Eléctricos Híbridos PTI/PTO



### ***Ingeteam***

Ingeteam es líder de mercado especializado en electrónica de potencia y de control.

La compañía, con más de 3500 empleados, opera a nivel mundial, en Europa, América, Asia, Australia y África. El negocio de Ingeteam se construye sobre los cimientos de I+D, para el que se destina alrededor del 7% de su facturación anual.

En la actualidad existe una gran preocupación por el cambio climático y sus consecuencias. Los límites aceptables en cuanto a la emisión de gases nocivos por los motores de combustión son cada vez más exigentes en el sector del transporte marítimo. Además, en un mercado muy competitivo es necesario reducir los costes de operación del buque, donde el consumo de combustible es parte esencial.

Por todo ello, fuertemente comprometido con el medio ambiente, Ingeteam está trabajando activamente en soluciones que reducen tanto el consumo de combustible como las emisiones de gases nocivos para la salud y el medio ambiente. Ambas variables son muy importantes actualmente en el diseño de nuevos sistemas integrados de potencia en barcos.

***Ingeteam***

## Propulsión Híbrida en Buques

La topología híbrida consiste en combinar la propulsión mecánica y eléctrica en la cadena cinemática. De tal modo, se optimiza la eficiencia en la propulsión, dando a su vez respuesta a una demanda de potencia variable de manera ágil y flexible.

En un sistema convencional a velocidad constante, el generador de cola, accionado por el motor diésel principal, se usa para producir la energía eléctrica necesaria en la red del barco.

El motor diésel a su vez mueve la hélice principal del barco. Por tanto, la frecuencia de red de barco está íntimamente ligada a la velocidad de rotación de la hélice. En consecuencia, la velocidad del motor diésel se tiene que mantener constante para mantener la frecuencia de red.

La velocidad del barco deseada sólo se controla a través del paso de la propia hélice, lo cual supone que a menudo se consume más energía que la necesaria, empeorando de esta forma la eficiencia y las emisiones.

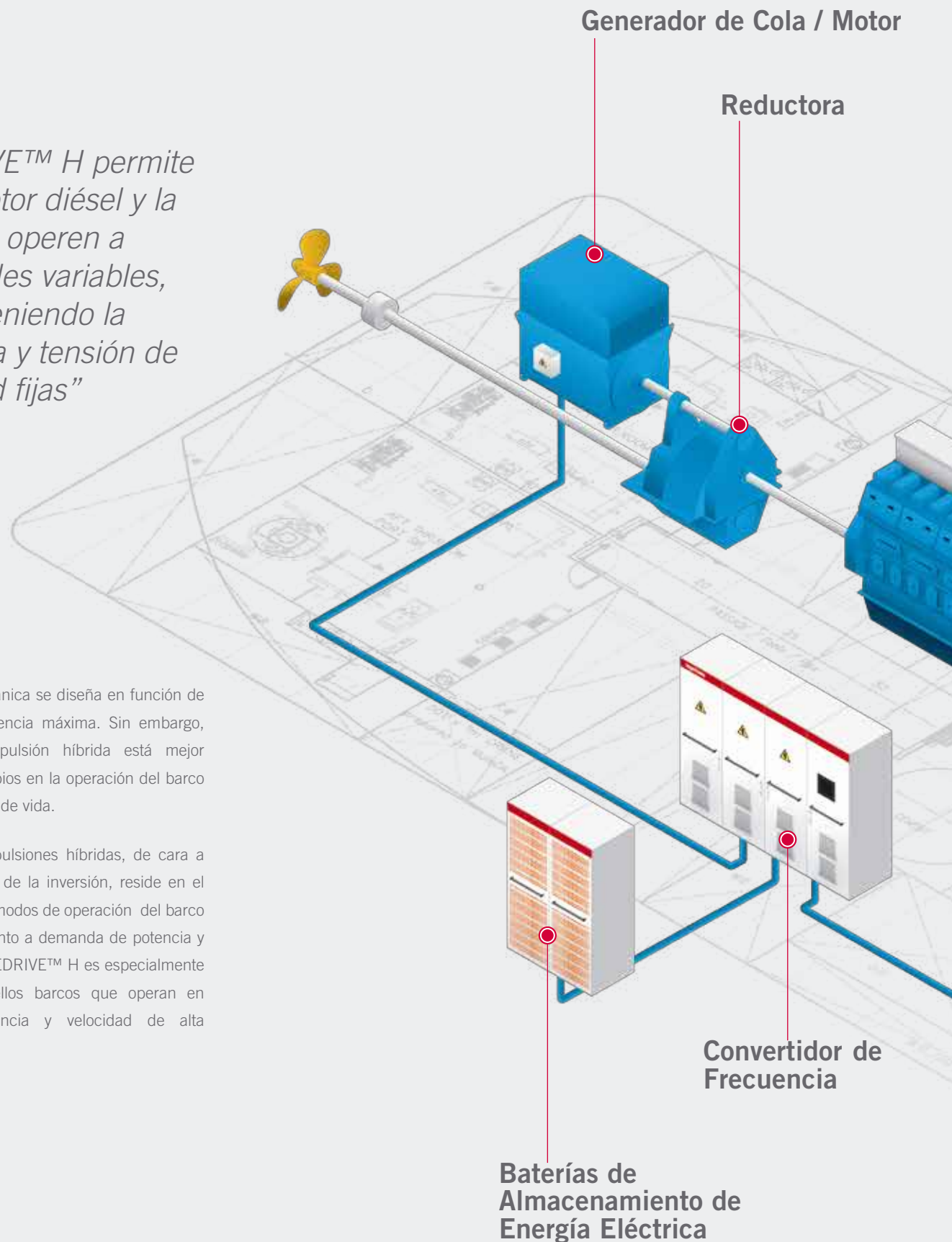
En los sistemas de propulsión híbridos modernos, la inclusión de electrónica de potencia para el control del generador de cola, a través del INGEDRIVE™ H, permite que el motor diésel y la hélice operen a velocidad variable, manteniendo la frecuencia y la tensión de red fijas.

Se entrega potencia de propulsión mediante la combinación de la potencia mecánica (entregada por motores diésel), y/o potencia eléctrica (a través de motores eléctricos de velocidad variable). Esta combinación conduce a una amplia capacidad de operación, consiguiendo dar la potencia y el par necesarios de manera precisa en todos los modos de operación del buque.

*“INGEDRIVE™ H permite que el motor diésel y la hélice operen a velocidades variables, manteniendo la frecuencia y tensión de red fijas”*

Una propulsión mecánica se diseña en función de su demanda de potencia máxima. Sin embargo, una planta de propulsión híbrida está mejor preparada para cambios en la operación del barco o incluso de su ciclo de vida.

La clave de las propulsiones híbridas, de cara a maximizar el retorno de la inversión, reside en el conocimiento de los modos de operación del barco y sus perfiles en cuanto a demanda de potencia y de velocidad. El INGEDRIVE™ H es especialmente interesante en aquellos barcos que operan en regímenes de potencia y velocidad de alta variabilidad.



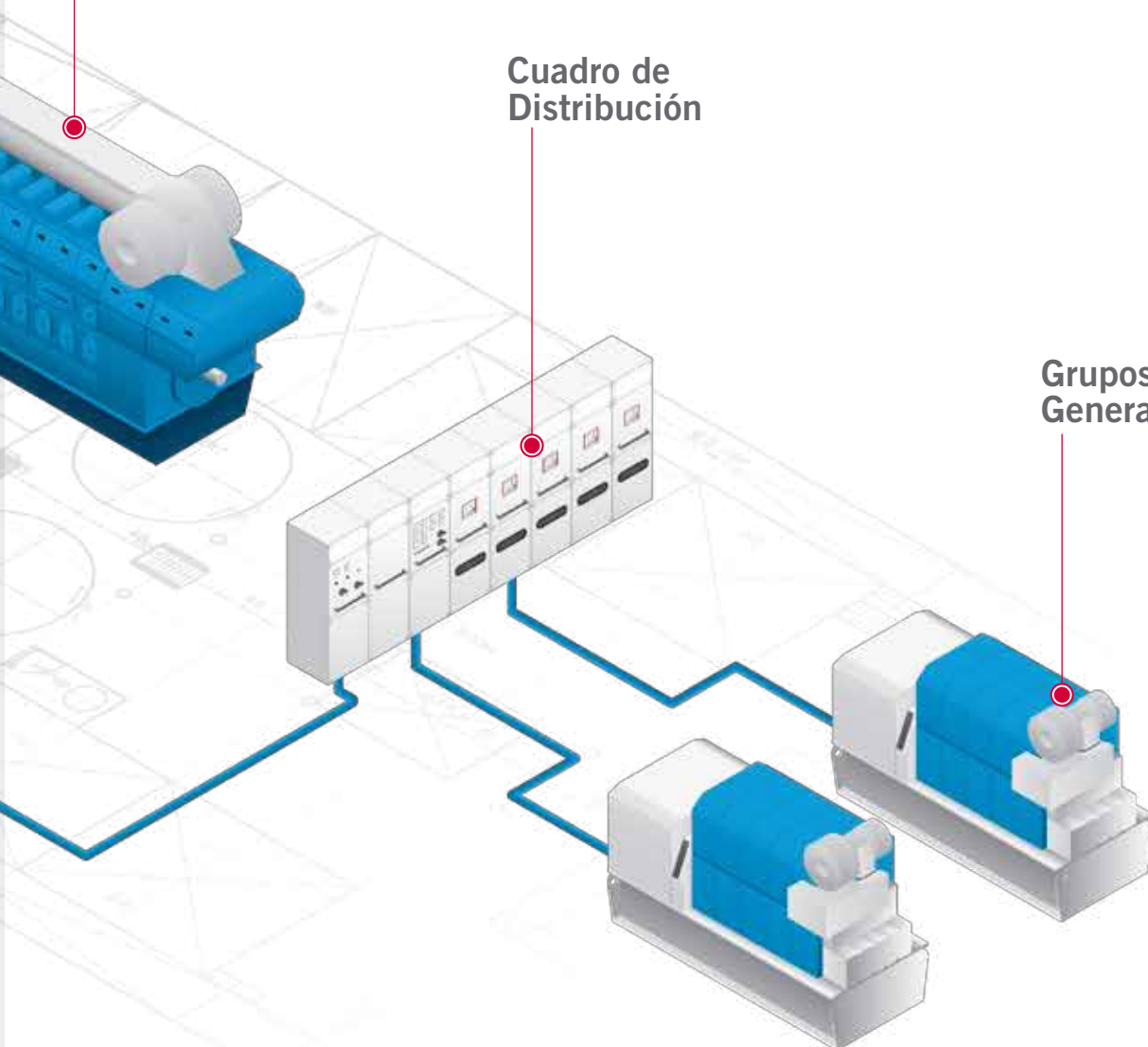
*“Lo que conduce y arrastra al mundo no son las máquinas, sino las ideas”*

*Victor Hugo*

**Motor Principal**

**Cuadro de Distribución**

**Grupos de Generación**



## Sistemas Híbridos con Almacenamiento de Energía

La consolidación y madurez de los sistemas de almacenamiento de energía (EESS – Electrical Energy Storage Systems por sus siglas en inglés) mediante baterías y ultracondensadores, unida a las expectativas creadas por las pilas de combustibles, hacen que la utilización de estos sistemas sea ya una realidad en algunos tipos de buques, como por ejemplo los destinados al transporte de personas y vehículos.

Los EESSs pueden ser utilizados con el objetivo de conseguir que los grupos de generación diésel se acerquen en todo momento a su punto de consumo específico mínimo (consumo de combustible dividido entre la potencia entregada al eje).

La velocidad de giro en los grupos de generación en los barcos con distribución AC convencional es constante y de un determinado valor para garantizar una frecuencia de 50 o 60Hz. Por lo general, el punto de operación con consumo específico mínimo se corresponde con esta velocidad y una potencia entregada en el eje de entre un 75-80% de la potencia máxima.

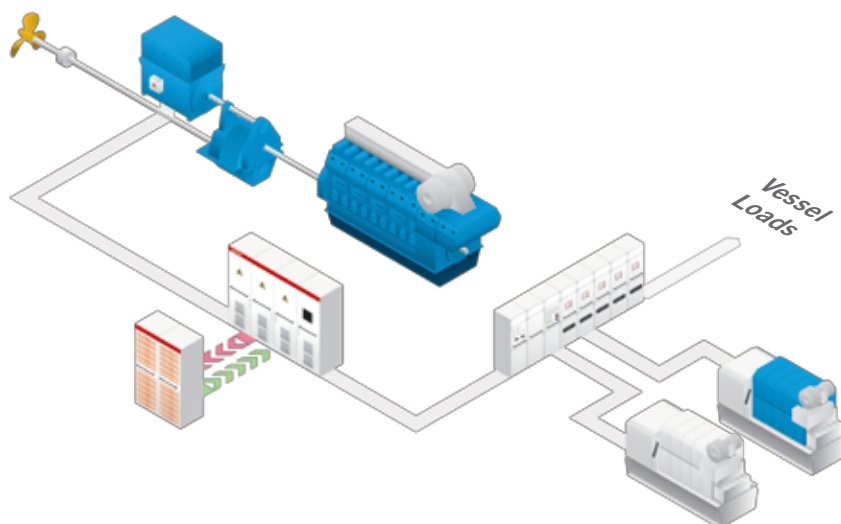
Así, cuando la demanda de potencia es menor a la correspondiente al punto de consumo específico mínimo, el grupo diésel suministra más potencia de la necesaria y ésta se almacena en el EESS. Sin embargo, cuando la demanda

*“Los sistemas de almacenamiento de energía permiten que los grupos de generación diésel se acerquen a su punto de consumo específico mínimo”*

es mayor, el EESS suministraría potencia/energía y por tanto la potencia entregada por el grupo diésel disminuye.

Para dotar de esta funcionalidad al buque, se requieren sistemas EESSs con una potencia y capacidad de almacenamiento de energía media-alta.

Los EESSs también se pueden utilizar para evitar gradientes elevados de aceleración y deceleración en los grupos de generación en intervalos cortos de duración, los cuales implican un aumento de consumo de combustible, emisiones, ruido, vibraciones, etc. Así, demandas de potencia con picos o gradientes elevados de corta duración, debidos por ejemplo a procesos de aceleración/deceleración rápidos, o posicionamiento dinámico con fuertes perturbaciones, podrían ser asumidos por los EESSs. Esta funcionalidad requiere de sistemas EESS de potencia media-alta y capacidad media-baja.



*“INGEDRIVE™ H garantiza maximizar la eficiencia del barco”*

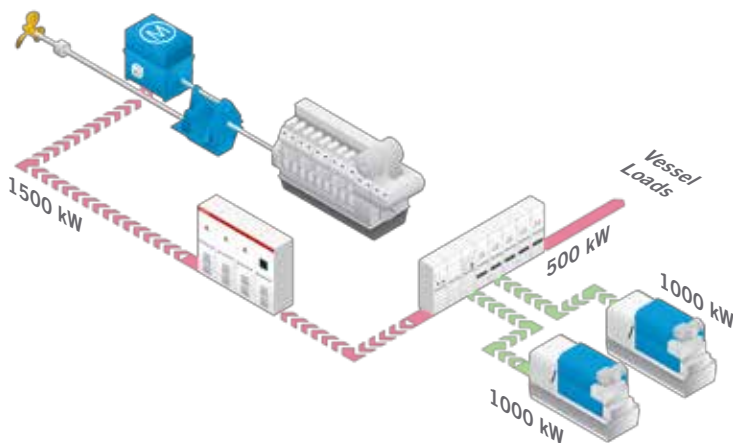
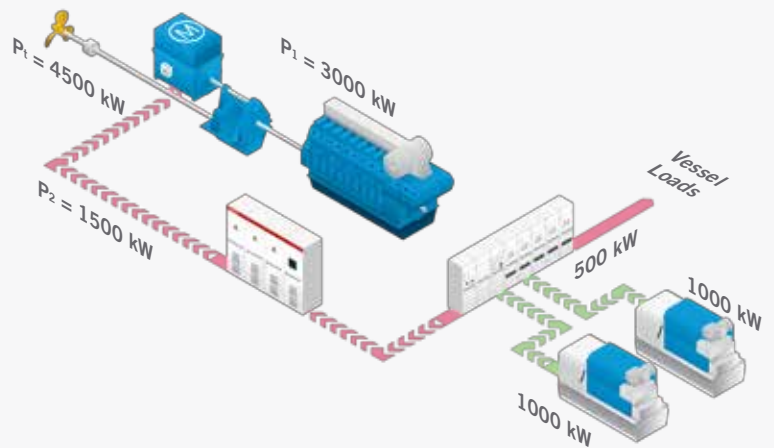


## Modos de Operación

### 1 PTI - Modo *Booster*

Modo seleccionado para velocidad máxima. El generador de cola funciona como motor auxiliar ( $P_2$ ), y trabaja en paralelo con el motor diésel principal ( $P_1$ ). De tal modo, la hélice principal recibe una potencia de  $P_{total} = P_1 + P_2$ .

Los grupos de generación suministran energía eléctrica tanto para la propulsión ( $P_2$ ) como para los consumidores del barco.



### 1 PTI - Modo Diésel-Eléctrico

Este modo se utiliza a velocidades bajas, y no necesita del diésel principal, reduciendo su necesidad de mantenimiento.

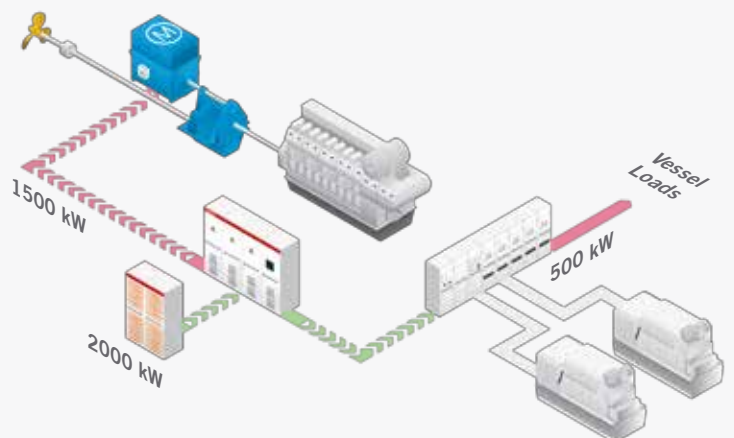
Los grupos de generación están en funcionamiento, y alimentan las cargas del barco así como la propulsión principal. El generador de cola, a través del INGEDRIVE™ H, funciona en este caso como motor.

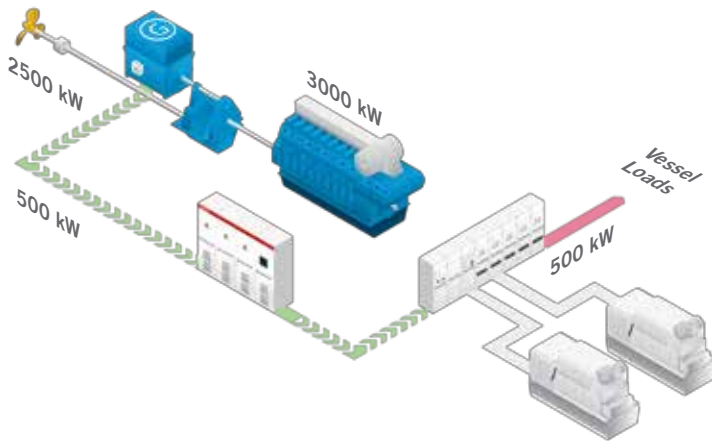
Es un modo que también puede entrar en operación ante un fallo del diésel principal (funcionalidad *Power Take Home* [PTH]) y que permite el retorno seguro a puerto del barco para su reparación.

### 1 PTI - Modo Completamente Eléctrico

En este modo son las baterías las que generan la energía necesaria tanto para la propulsión como para los consumidores del barco. El diésel principal y los grupos de generación están apagados, eliminando las emisiones de gases y de ruido.

Por supuesto, también permite la funcionalidad *Power Take Home* (PTH).





## PTO - Modo Tránsito

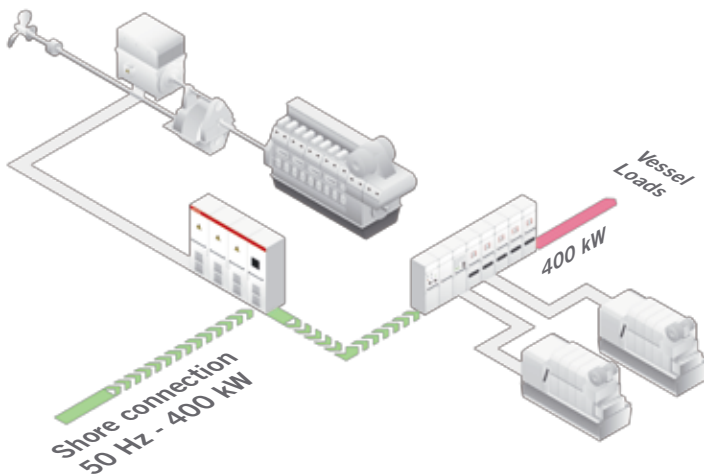
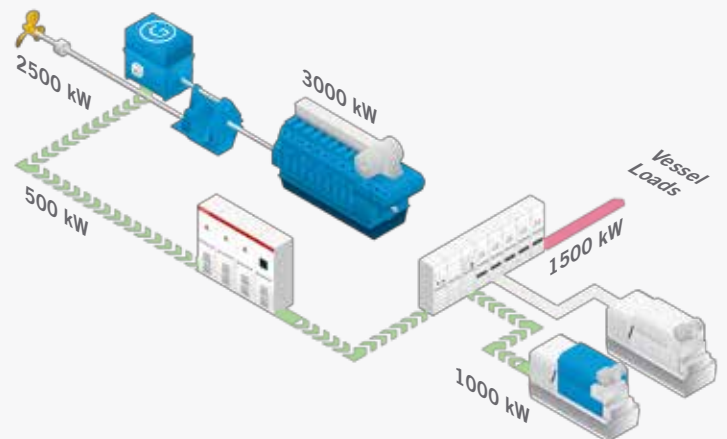
El motor diésel principal suministra la potencia necesaria para la propulsión así como para los consumidores del barco. Por tanto, los grupos de generación están apagados.

El motor diésel funciona a velocidad variable, y es el INGEDRIVE™ H en modo PTO el que suministra las necesidades eléctricas del barco.

Este modo proporciona una reducción significativa del consumo de combustible y de las emisiones durante la navegación.

## PTO - Modo Paralelo

Este modo se utiliza en los casos en los que la potencia requerida para la propulsión y para las cargas del barco sea superior a la que pueden suministrar los grupos de generación por sí solos. En estos casos, el motor diésel principal trabaja a carga parcial, y velocidad variable, para optimizar la eficiencia de la hélice, y se pone en marcha también uno de los grupos de generación.



## PTO - Modo Conexión de Puerto

Este modo se utiliza cuando el barco está en puerto y se conecta a la alimentación de puerto existente. El INGEDRIVE™ H, en modo Conexión de Puerto posibilita la conexión a cualquier puerto independientemente que su red sea de 50 o 60Hz.

En este modo, cualquier tipo de motor diésel (el principal o el de los grupos de generación) se podrán apagar, con las consiguientes reducciones de emisiones y ahorro de combustible. También se reducen al mínimo el ruido y los niveles de vibración.

*“Las soluciones INGEDRIVE™ H cobran especial interés para barcos que operan en un amplio rango de velocidad”*





## Ventajas de las soluciones INGEDRIVE™ H



### Reducción de consumo

Las **emisiones y el consumo de combustible disminuyen**, debido a que al optimizar los modos de operación, la velocidad del motor diésel se reduce.



### Flexibilidad

Además, se cambia de manera sencilla y ágil entre los diferentes modos de operación, lo cual aporta **alta flexibilidad al sistema**.



### Reducción de costes

Dado que se reduce el número de horas de operación en los grupos de generación, y hélices, **su vida útil aumenta**. Asimismo los intervalos de **mantenimiento** son más amplios, con lo que los **costes** asociados se ven **reducidos**.



### Incremento de potencia

A través del INGEDRIVE™ H la máquina eléctrica puede trabajar como generador o como motor. Cuando opera como motor, puede trabajar sólo o conjuntamente con el diésel principal. Por tanto, **las opciones de propulsión aumentan**.



### Redundancia y alta fiabilidad

Asimismo, el hecho de que la hélice principal pueda ser accionada por el motor diésel y/o el motor eléctrico, convierten la propulsión en un **sistema redundante y de alta fiabilidad**.



### Seguridad

Se **incrementa la seguridad** del sistema gracias a la funcionalidad *Power Take Home* (PTH).



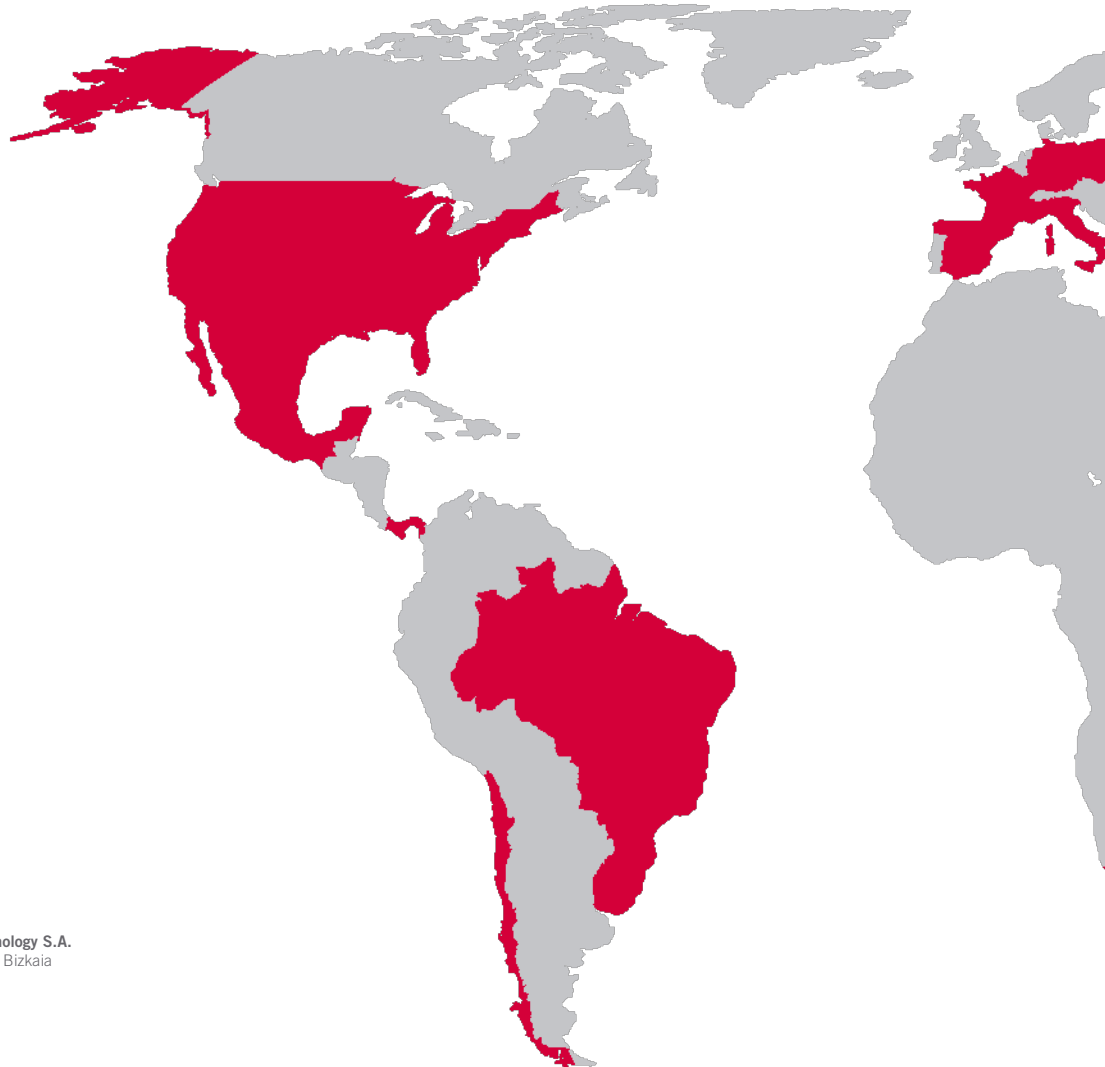
### Reducción de ruido y vibración

**Se reduce** significativamente **el ruido acústico y los niveles de vibración**, con lo que aumenta el confort del barco.



# Accionamientos Eléctricos Híbridos

Presencia Global



**España**  
**Ingeteam Power Technology S.A.**  
Parque Tecnológico de Bizkaia  
Edificio 110  
48170 Zamudio  
Bizkaia - SPAIN  
(+34) 944 039 600

**Italia**  
**Ingeteam S.r.l**  
Via Emilia Ponente 232  
48014 Castel Bolognese (RA) - ITALIA  
(+39) 0546 651490

**Francia**  
**Ingeteam SAS**  
Parc Innopole  
BP 87635 - 3 rue Carmin - Le Naurouze B5  
F-31676 Toulouse Labège cedex - FRANCE  
(+39) 0561 250000

**Alemania**  
**Ingeteam GmbH**  
Herzog-Heinrich Strasse 10  
D-80336 - München - DEUTSCHLAND  
(+49) 89 99 65 38 0

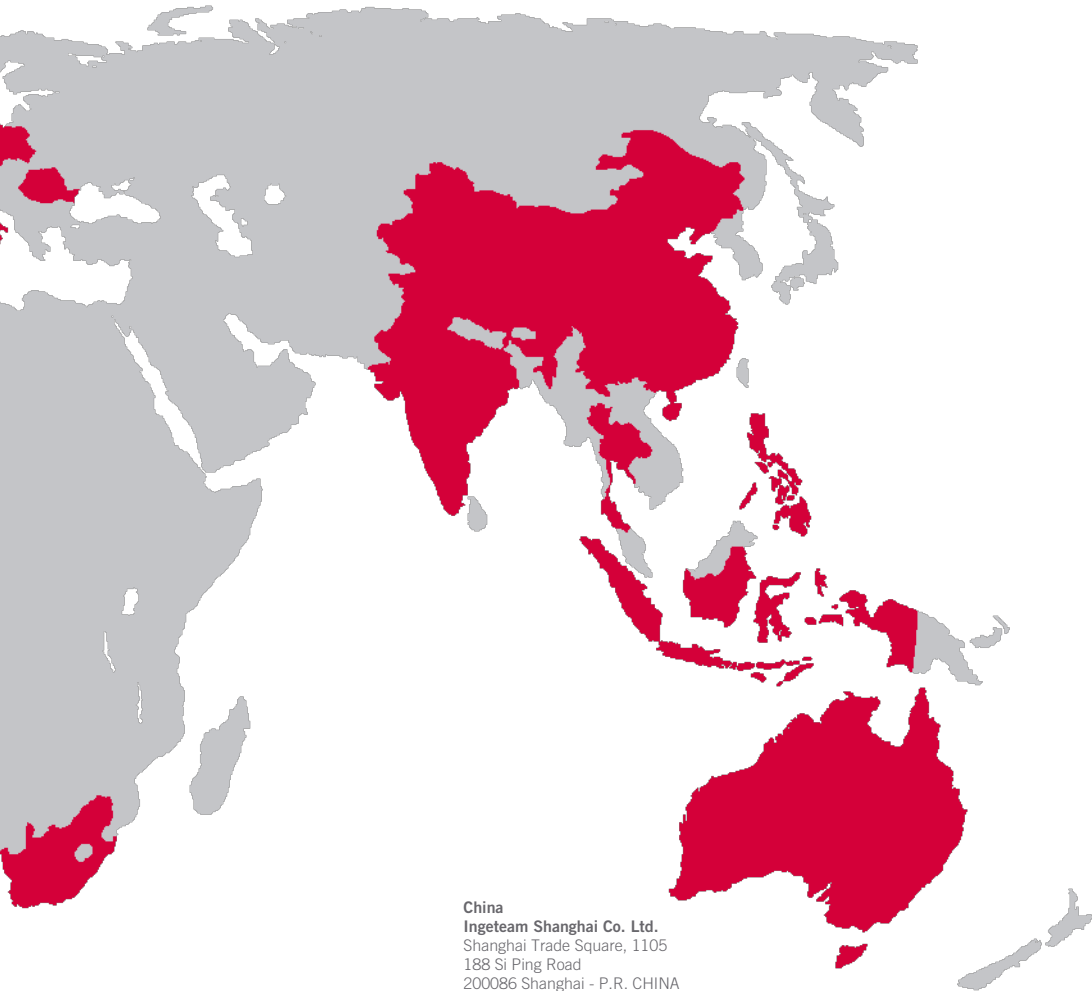
**República Checa**  
**Ingeteam a.s.**  
Technologická 371/1  
70800 Ostrava  
Pustkovec - ČESKÁ REPUBLIKA  
(+420) 59 732 68 00

**Polonia**  
**Ingeteam Spzoo**  
Rzymowskiego 53  
02-697 Warsaw - POLONIA  
(+48) 22 548 00 01

**EEUU**  
**Ingeteam Inc**  
3550 W. Canal Street  
MILWAUKEE, WI 53208 - USA  
(+1) 414 934 4100

**México**  
**Ingeteam S.A. de C.V.**  
Ave. Revolución, 643, Local 9  
Colonia Jardín Español  
Monterrey, N.L. 64820 - MÉXICO  
(+52) 81 83 11 48 58m

**Panamá**  
**Panamá S.A.**  
alle Manuel Espinosa Batista, edificio  
Torre Internacional Business Center,  
Apto./Local 407  
Urbanización Bella Vista-Corregimiento  
Bella Vista  
Distrito de Panamá  
Provincia de Panamá



**China**  
**Ingeteam Shanghai Co. Ltd.**  
 Shanghai Trade Square, 1105  
 188 Si Ping Road  
 200086 Shanghai - P.R. CHINA  
 (+55) 21 65 07 76 36

**Brasil**  
**Ingeteam Ltda.**  
 Rua Luiz Carlos Brunello, 286  
 Chácara Sao Bento 13278-074  
 Valinhos SP - BRASIL  
 (+55) 19 30 37 37 73

**Uruguay**  
**Ingeteam Uruguay S.A**  
 World Trade Center,  
 Torre III, Piso 4  
 11300 Montevideo - URUGUAY

**Chile**  
**Ingeteam SpA**  
 Bandera 883, Piso 211  
 8340743 Santiago CHILE  
 (+56) 2 738 01 44

**Tailandia**  
**Ingeteam Power Technology S.A.**  
 100/67 Vongcanij bldf. B, 22nd floor Rama IX  
 Rd Haykwang  
 (+66) 224 61798

**Filipinas**  
**Ingeteam Philippines Inc.**  
 Unit 330, Milelong Building,  
 Amorsolo street corner Rufino  
 Makati City - PHILIPPINES  
 (+63) 02 3176677

**India**  
**Ingeteam Power Technology India Pvt. Ltd.**  
 2nd Floor , 431, Udyog Vihar, Phase III  
 GURGAON - 122016  
 Haryana - INDIA  
 (+63) 02 3176677

**Australia**  
**Ingeteam Australia (Pty) Ltd**  
 Suite 112, Level 1, Mike Codd  
 Building 232  
 Innovation Campus, Squires Way  
 North Wollongong  
 NSW 2500 - AUSTRALIA

**Sudáfrica**  
**Ingeteam (Pty) Ltd**  
 Unit no2 Alphen Park,  
 Aouth Randjiespark  
 1682 Midrand - SOUTH AFRICA  
 (+27) 79 610 9952

# *Ingeteam*

[www.ingetteam.com](http://www.ingetteam.com)

[ingedrive.info@ingetteam.com](mailto:ingedrive.info@ingetteam.com)