



Requisitos y tecnología de CHC

Grupo de trabajo técnico #1, Sesión 2
24 de abril de 2024

Reglamento CHC modificado

Requisitos de motor y tecnología

- Motores que cumplen con la Ley de Aire Limpio con certificación categoría 3 y categoría 4 de la EPA de EE. UU.
- DPF de nivel 3 verificado por CARB disponible comercialmente
- Tecnología avanzada y de cero emisiones (ZEAT, por sus siglas en inglés)
 - Tecnología de cero emisiones – batería eléctrica o pilas de combustible de hidrógeno
 - Tecnología híbrida con capacidad de cero emisiones

Requisitos para tecnología avanzada y de cero emisiones (ZEAT)

Tipo de tecnología marina	Requisito de categoría de embarcación	Mandato de fecha de introducción progresiva
Híbrido capaz de cero emisiones	Embarcaciones de excursión nuevas y recién adquiridas	31 de diciembre 2024
Cero emisiones	Ferries de corto recorrido nuevos, recientemente adquiridos y en uso	31 de diciembre 2025

Nivel 3 y Nivel 4-

Estándares de desempeño en uso

Los nuevos estándares de desempeño en uso de CARB:

- Por debajo de 600 kW: Nivel 3 o 4 (si está certificado) + filtro de partículas diésel (DPF) de nivel 3 verificado por CARB
- Por encima de 600 kW: Nivel 4 + DPF de nivel 3 verificado por CARB
- Estándar de rendimiento Nivel 3 + DPF más común: 4.2 g/bhp-hr NO_x + HC, 0.010 g/bhp-hr PM
- Estándar de rendimiento nivel 4 + DPF más común: 1.3 g/bhp-hr NO_x, 0.005 g/bhp-hr PM

Tecnologías utilizadas para controlar las emisiones de NOx y PM de nivel 3 motores marinos

- Estrategias avanzadas de control de combustión en cilindros
- Sincronización de inyección de combustible retrasada
- Inyección de riel común de alta presión (HPCR)

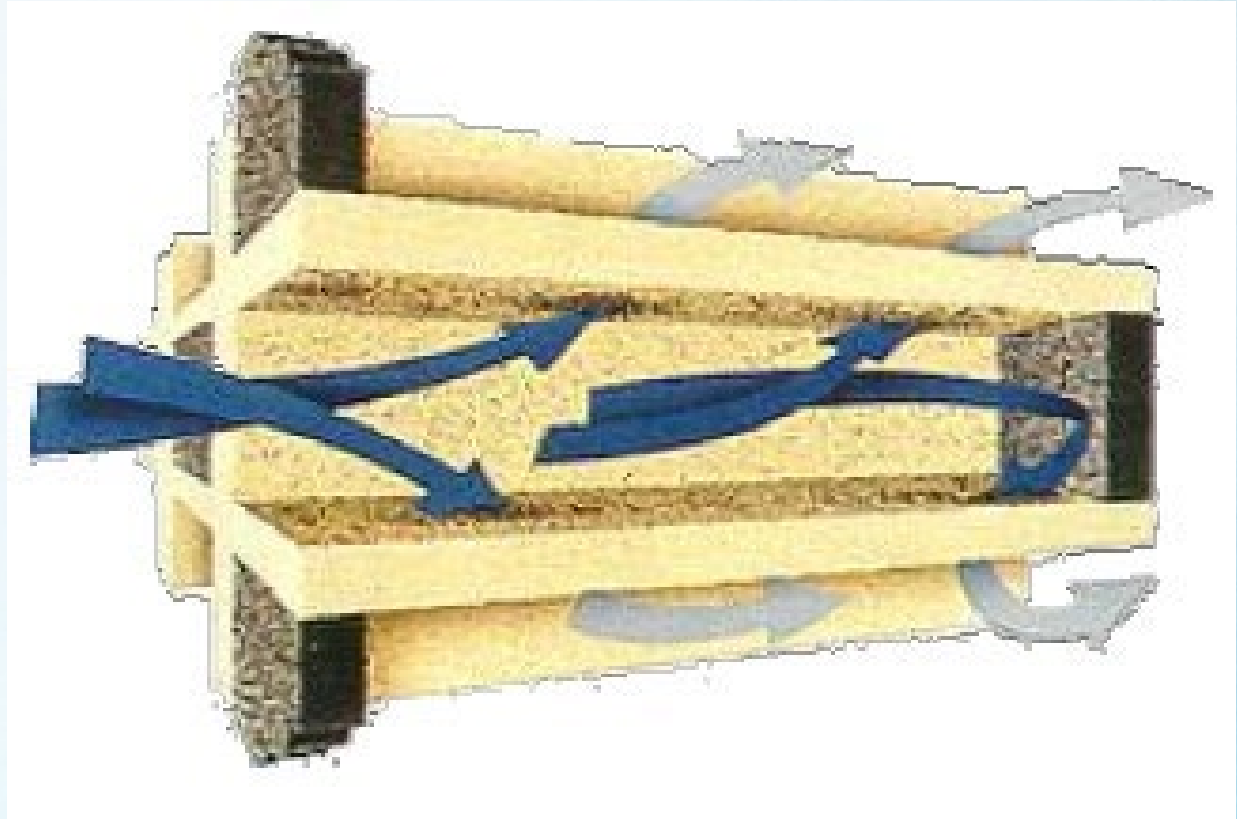
Technologies Utilized for controlling NOx Emissions in Tier 4 Engines

- U.S. EPA-certified Tier 4 marine engines may utilize:
 - Selective Catalytic Reduction (SCR) with urea injection as the reductant to reduce engine-out oxides of nitrogen, NOx, back to diatomic nitrogen is the most common strategy; or
 - Exhaust Gas Recirculation (EGR) to cool combustion temperatures reducing engine out (NOx) below applicable U.S. EPA Tier 4 certification standards

Filtro de partículas de Diesel (DPF)

- Los DPFs atrapan las partículas de diésel (PM) u hollín, pero permiten el paso de los gases de escape del motor
- El hollín capturado puede oxidarse pasivamente hasta convertirse en cenizas en el sustrato catalizado del DPF durante el funcionamiento normal del motor
- El hollín capturado puede oxidarse activamente durante la regeneración forzada periódica del DPF

Filtro de partículas de Diesel (DPF)



[Wall-Flow Monoliths
\(dieselnet.com\)](http://dieselnet.com)

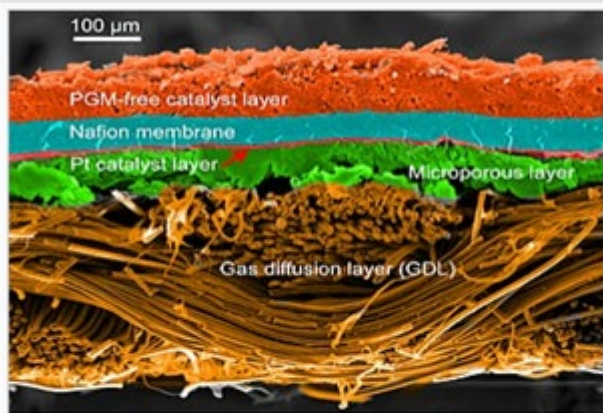
Procedimiento de verificación de DPF de CARB

- El Reglamento de Verificación existente de CARB (13 CCR 2700-2711) especifica los requisitos para la verificación del DPF posventa,
- [Página web de la Verificación de CARB,](#)
- Para cumplir con los nuevos estándares de rendimiento en uso de CARB para partículas de diésel, el DPF debe ser un DPF de nivel 3 verificado por CARB capaz de reducir las partículas de diésel por un 85 % o más.

Tecnologías comunes de tecnología avanzada de cero emisiones (ZEAT)

- Batería eléctrica
 - Sistema de propulsión eléctrico
 - Tecnología de baterías de iones de litio para sistemas de almacenamiento de energía (ESS, por sus siglas en inglés) a bordo cargados mediante electricidad de la red
- Pila de combustible de hidrógeno
 - Sistema de propulsión eléctrico
 - Pila de combustible de membrana de intercambio de protones (PEMFC, por sus siglas en inglés) que funciona con hidrógeno gaseoso y oxígeno atmosférico

Funcionamiento de la pila de combustible PEM



Micrografía SEM de una sección transversal de PEMFC MEA con un cátodo de catalizador de metal no precioso y un ánodo de Pt/C. Se aplicaron colores falsos para mayor claridad.

[Proton-exchange membrane fuel cell – Wikipedia](#)

[Effects of MEA Fabrication and Ionomer Composition on Fuel Cell Performance of PGM-Free ORR Catalyst \(Journal Article\) | OSTI.GOV](#)

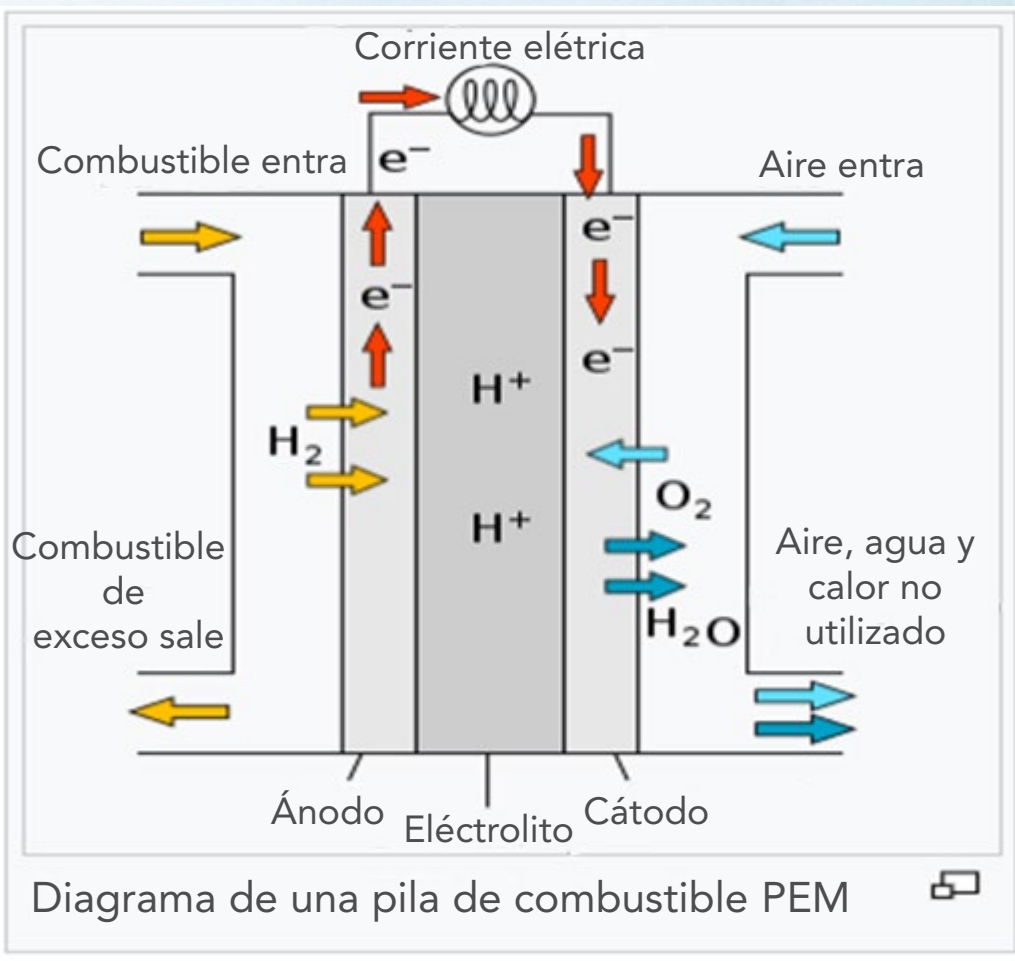


Diagrama de una pila de combustible PEM

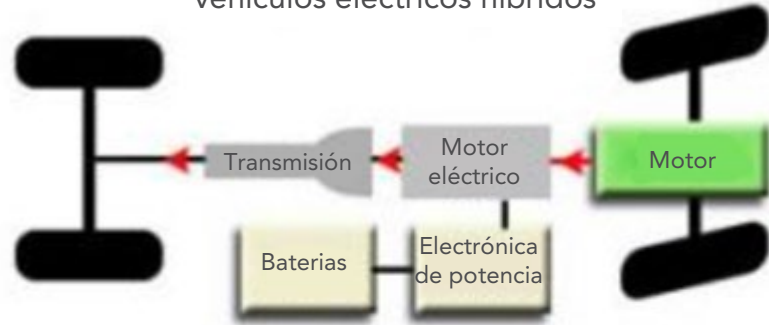
Híbrido con capacidad de cero emisiones

- Definición
 - 30% de energía anual de la embarcación proviene de una fuente de energía con cero emisiones de escape (cuando se promedia durante un año calendario)
- Sistema de propulsión híbrida
 - Híbrido en serie
 - Híbrido paralelo

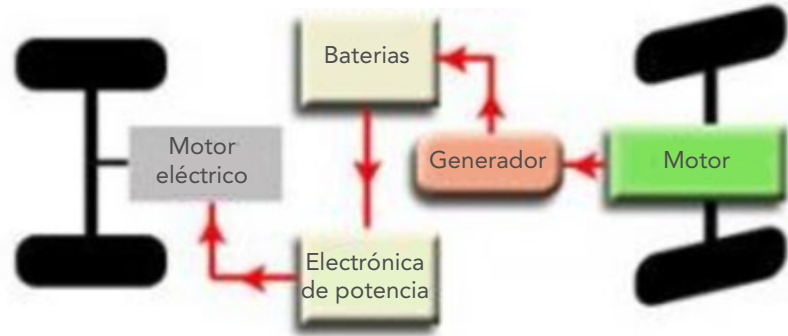
Configuraciones híbridas en serie y en paralelo

[Different types of hybrid drive trains | Fuel Cell Electric Buses \(fuelcellbuses.eu\)](http://fuelcellbuses.eu)

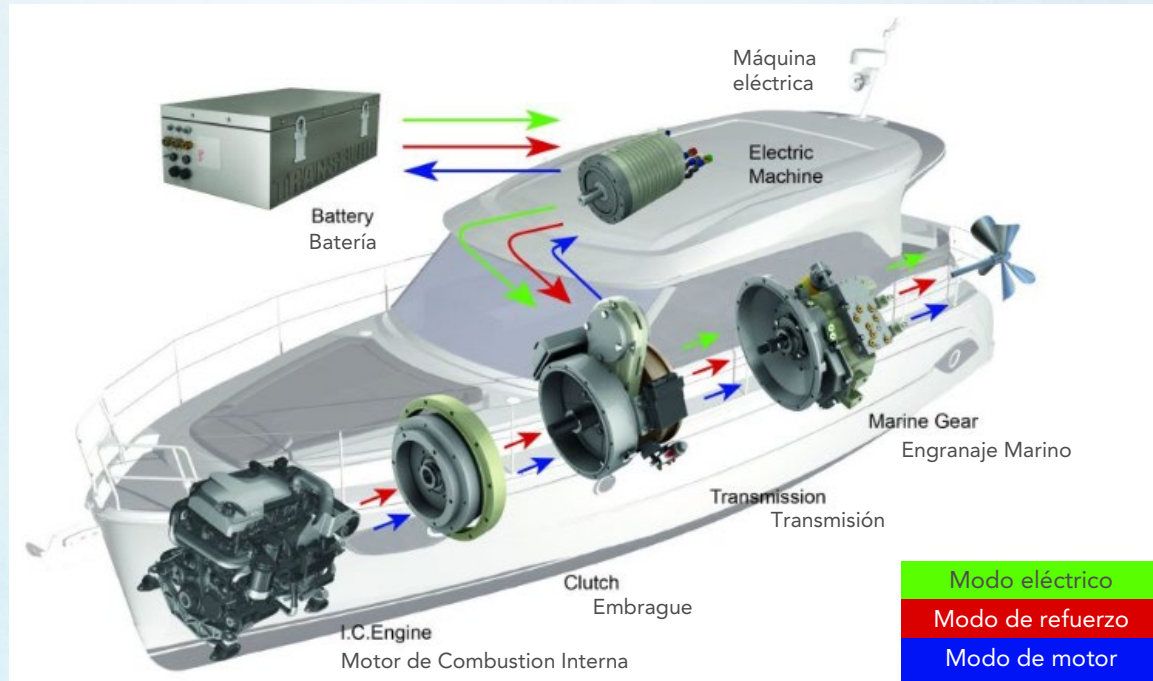
Transmisión paralela de vehículos eléctricos híbridos



Transmisión de vehículos eléctricos híbridos en serie



Configuración híbrida paralela marina



Parallel Hybrid System - Bellmarine

Motores marinos disponibles de categoría 3/4

- Base de datos de certificación de motores marinos de la EPA de EE. UU.:
 - [Annual Certification Data for Vehicles, Engines, and Equipment | US EPA](#)
- Lista de motores marinos categoría 4 y motores categoría 4 marinizados en el sitio web de CARB:
 - [Resources | California Air Resources Board](#)
- Contacte a vendedores o distribuidores