

Articolo apparso sul fascicolo di GIUGNO 2010 della rivista NauTech, Casa Editrice Tecniche Nuove, e qui riprodotto per gentile concessione dell'Editore.



**NauTech**  **3**  
TECNOLOGIE NAUTICHE, MOTORI E ACCESSORI

*blink*  
MARINE

**L'evoluzione del sistema Blink Marine**

**Incontri**  
Andrea  
Giannecchini  
La subfornitura  
nautica

**Cantieri**  
Camuffo: una  
storia iniziata  
18 generazioni fa

**Focus**  
Inchiesta  
sulla portualità  
italiana

**Motori**  
Le alternative  
ecocompatibili

  
**tecniche nuove**  
[www.tecniche nuove.com](http://www.tecniche nuove.com)

# I motori alternativi che rispettano l'ambiente

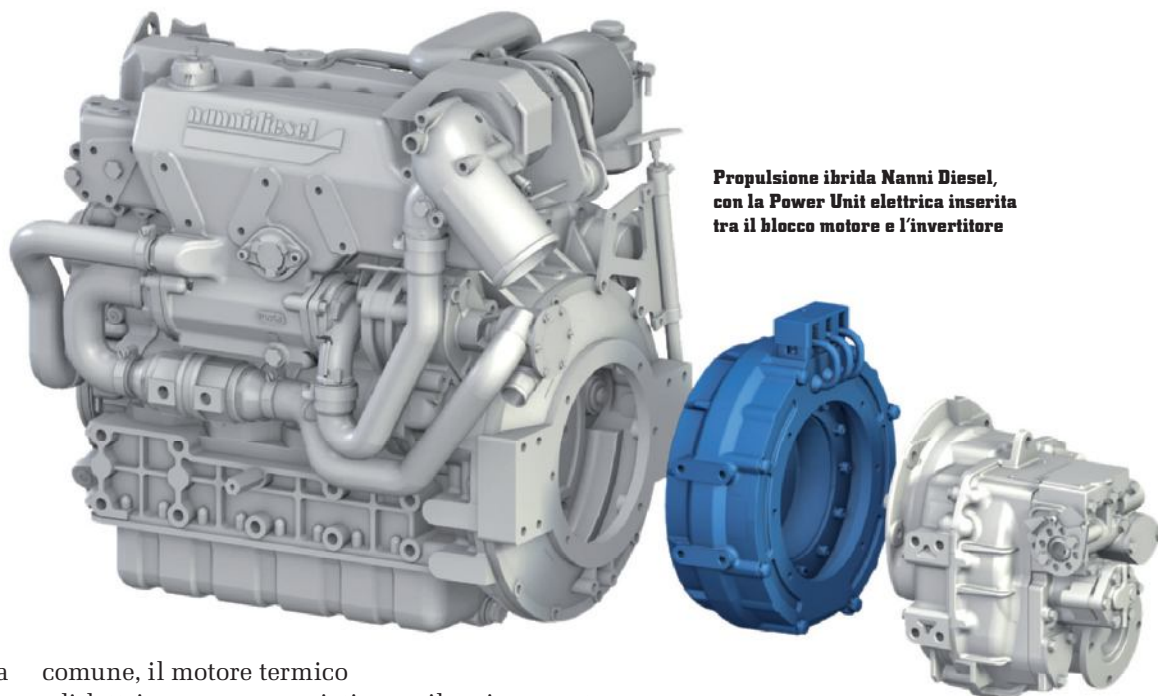
Si allarga l'offerta sul mercato della nautica di sistemi propulsivi ibridi, con soluzioni innovative che diminuiscono i consumi e l'inquinamento a tutela dell'ambiente

Marco Ballerio

L'industria nautica implementa l'offerta di imbarcazioni con propulsioni alternative a basso impatto ambientale, proponendo innovative soluzioni per gestire l'energia di bordo attraverso sistemi ibridi, coinvolgendo i vari player di settore. Un sistema ibrido è composto generalmente da un motore termico (diesel), accoppiato a una propulsione elettrica. Attraverso una centralina elettronica di controllo, l'unità elettrica integra e si alterna al funzionamento del motore termico per generare energia propulsiva, con l'obiettivo di ridurre i consumi e di conseguenza le emissioni inquinanti, innalzando il comfort sia in navigazione che all'ormeggio.

### Configurazione ibrido-parallelo e ibrido-serie

Possiamo classificare la propulsione ibrida secondo il tipo di accoppiamento tra motore a combustione interna e l'unità elettrica. Nella configurazione più



Propulsione ibrida Nanni Diesel, con la Power Unit elettrica inserita tra il blocco motore e l'invertitore

comune, il motore termico e l'elettrico sono accoppiati in parallelo, ovvero connessi direttamente alla trasmissione. È il classico caso dell'unità elettrica interposta tra il volano del motore termico, attraverso una frizione di accoppiamento, e gli organi di trasmissione. Possiamo riassumere le modalità di interazione e funzionamento del motore elettrico e termico, in configurazione **ibrido-parallelo**, come segue: - Avviamento del propulsore termico: l'unità elettrica può sostituire il motorino d'avviamento, utilizzando le batterie per trazione o un'apposita batteria dedicata. Muovendo la barca con il solo motore elettrico in fase di partenza, si evitano gli sprechi di carburante e i fumi fastidiosi causati dagli avviamenti a freddo del propulsore diesel, uscendo

silenziosamente e senza inquinare, dal porto.

- Generatore: quando la barca è spinta dal solo propulsore diesel, l'unità elettrica funziona da generatore, fornendo energia elettrica ai servizi di bordo e per caricare le batterie per trazione deep cycle. È generalmente prevista nell'impianto anche la possibilità di caricare le batterie per trazione con un caricabatteria da rete in banchina, durante l'ormeggio. Le caratteristiche del caricabatteria da rete dipendono dal tipo e dalla tecnologia delle batterie deep cycle utilizzate.

- Propulsione elettrica: con il diesel spento e disaccoppiato, il motore elettrico spinge l'imbarcazione, alimentato dalle sole batterie per trazione, navigando a emissioni zero. Questa

modalità è indispensabile per navigare nei parchi marini o in alcuni laghi e acque interne dove è proibito l'uso di motori a combustione. La propulsione elettrica offre altri vantaggi, tra cui efficienza elevata, e la fluidità con cui raggiunge e mantiene andature a velocità molto basse (condizione critica e di scarso rendimento per le propulsioni termiche ai bassi regimi), e senza dover utilizzare complessi organi meccanici di trasmissione come il sistema di slittamento controllato della frizione, che possono quindi essere eliminati.

La precisione di governo in modalità elettrica alle basse velocità, agevola le manovre e le operazioni d'ormeggio, fra l'altro senza inquinare e disturbare

con rumori e fumi.

- Boost mode: utilizzando entrambi i motori della propulsione ibrida, in funzione delle richieste dinamiche, il motore elettrico gestito dalla centralina di controllo, supporta il diesel in fase di accelerazione, migliorando la spinta e la curva di coppia del propulsore termico, ottimizzando il bilancio energetico e la dinamicità della propulsione, riducendo consumi, fumosità e inquinamento.

Una seconda configurazione è quella **dell'ibrido-serie**, con la quale il motore elettrico è la sola macchina connessa agli organi di trasmissione, che provvede al moto dell'imbarcazione. Durante la navigazione a zero emissioni, la propulsione elettrica è alimentata dalle batterie deep cycle per trazione, mentre nelle altre modalità, un generatore di corrente separato Gen Set, azionato da una unità a combustione interna, fornisce l'energia per alimentare le batterie e il propulsore elettrico, e per i servizi di bordo. Questo tipo di configurazione viene anche definita diesel-elettrica, già impiegata da tempo sulle grandi navi commerciali. Oltre al rendimento elevato della propulsione elettrica, i vantaggi offerti dall'ibrido-serie (diesel-elettrico), sono la semplificazione della trasmissione con la riduzione di organi meccanici, il risparmio di spazio in sala macchine e la facilità di installazione e manutenzione. Il generatore di corrente gen set con motore termico (diesel) inoltre lavora in un range di regimi di massima efficienza, ottimizzando il

rendimento energetico della combustione, abbattendo i consumi e le emissioni inquinanti. Le moderne strutture di coibentazione dei gruppi gen set, diminuiscono sensibilmente anche le vibrazioni e i rumori, migliorando il comfort di bordo.

### La Propulsione Ibrida Nanni Diesel

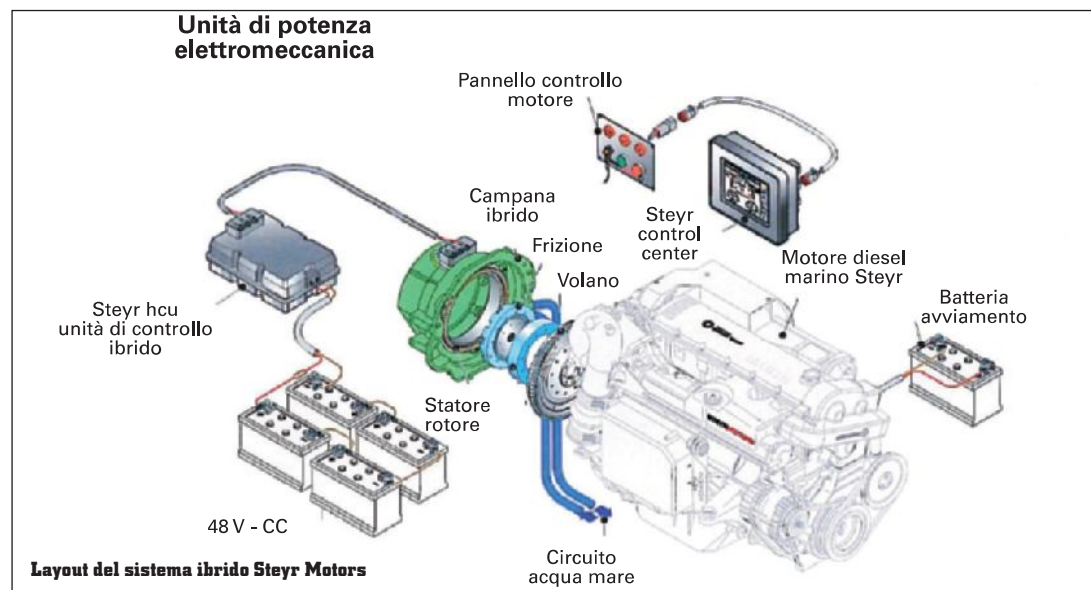
In commercio da gennaio 2010, il sistema ibrido sviluppato da **Nanni Diesel** può essere agevolmente installato sui propri motori

modalità di propulsione elettrica, alimentata da sei batterie da 250 Ah, una velocità di 6 nodi con un'autonomia di quattro ore a 4 nodi. Una centralina elettronica controlla e gestisce il bilancio energetico e la carica delle batterie del sistema ibrido.

### Steyr Motors Hybrid

Si tratta di una soluzione ibrida compatta che integra un motore diesel performante per le alte velocità e un'unità di sostegno elettrica. Nasce dalla collaborazione di due

forniti dal costruttore, l'unità ibrida Steyr abbinata al diesel da 250 Hp, installata sul Frauscher 686 Lido di 6,86 m e 1.400 kg di peso, raggiunge 5 nodi di velocità navigando a zero emissioni con il solo motore elettrico, con un'autonomia di circa un'ora. Il motore diesel impiega circa un'ora per ricaricare le batterie per trazione, e 12 ore utilizzando il caricabatteria di rete in ormeggio. L'unità elettrica è programmata per supportare le accelerazioni del diesel, in modalità boost.

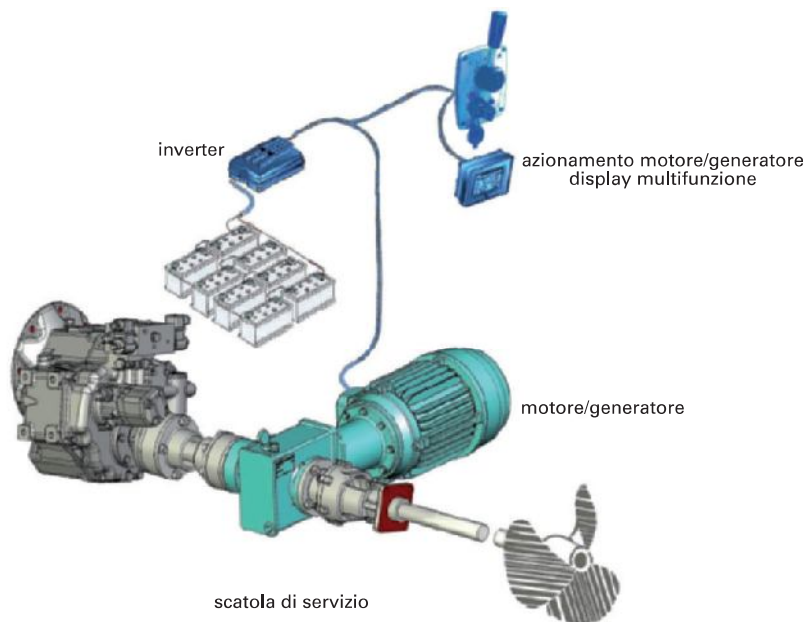


diesel nuovi da 38 fino a 200 Hp, e presto anche su motorizzazioni già in uso. Il principio si basa sull'accoppiamento in parallelo di una Power Unit elettrica, inserita tra il blocco motore e l'invertitore, o il sail drive. La Power Unit ha uno spessore di 125 mm, pesa 35 kg, con una potenza del motore elettrico di 6,8 Hp. Secondo i dati forniti dal costruttore, il **Nanni Hybrid System** installato sul Range Boat Cruiser 39, imbarcazione di 12 metri di lunghezza e circa 4.000 kg di peso, ha raggiunto in

aziende austriache: la **Steyr Motors** e il cantiere nautico **Frauscher**. Il motore elettrico a magneti permanenti è alimentato a 48 Volt, eroga una potenza di 7 kW (10 kW in boost mode), pesa 75 kg e ha uno spessore d'ingombro di circa 100 mm. È abbinato alla gamma dei motori diesel Steyr a quattro e sei cilindri, con potenze da 75 a 250 Hp. Il motore elettrico è connesso al volano della propulsione diesel attraverso una frizione di accoppiamento, e si può interfacciare a qualsiasi tipo di trasmissione compreso il sail drive. Secondo i dati

### Twin Disc

**Twin Power** identifica la famiglia di soluzioni per la propulsione ibrida del gruppo Twin Disc, che ha recentemente presentato sul mercato un sistema di trasmissione elettrica adattabile a motorizzazioni diesel, e di un sistema integrale brevettato, di trasmissione per le imbarcazioni a vela. La gamma comprende soluzioni ibride per barche a vela da 9 a 20 metri e per imbarcazioni a motore (diporto e commerciale) con propulsori diesel



**Schema del Blue Drive, il sistema ibrido di Twin Disc per imbarcazioni a motore**

da 60 a 150 Hp; in fase di sviluppo, il sistema per motori diesel con potenze a partire da 350 Hp.

**Blue Drive** è il sistema ibrido per imbarcazioni a motore con propulsione diesel da 60 a 150 Hp. Oltre all'installazione su imbarcazioni a motore di nuova costruzione, il Blue Drive può essere installato anche in refit su barche già naviganti. Per l'applicazione della propulsione elettrica sulla linea d'asse, necessita un tratto libero di almeno 30 centimetri. La potenza del motore elettrico alimentato con una tensione di 96 Vcc, è di 6 kW, e 9 kW in fase di spunto, utile nelle partenze, durante l'inversione di marcia e nelle operazioni di manovra. Navigando in modalità elettrica a emissione zero, si ha un'autonomia di 1,5-2,5 ore, in funzione dell'imbarcazione e del tipo di batterie per trazione. Il sistema Blu Drive è gestito da una centralina elettronica di controllo.

**SeaProp60 Flash** è la versione ibrida per equipaggiare

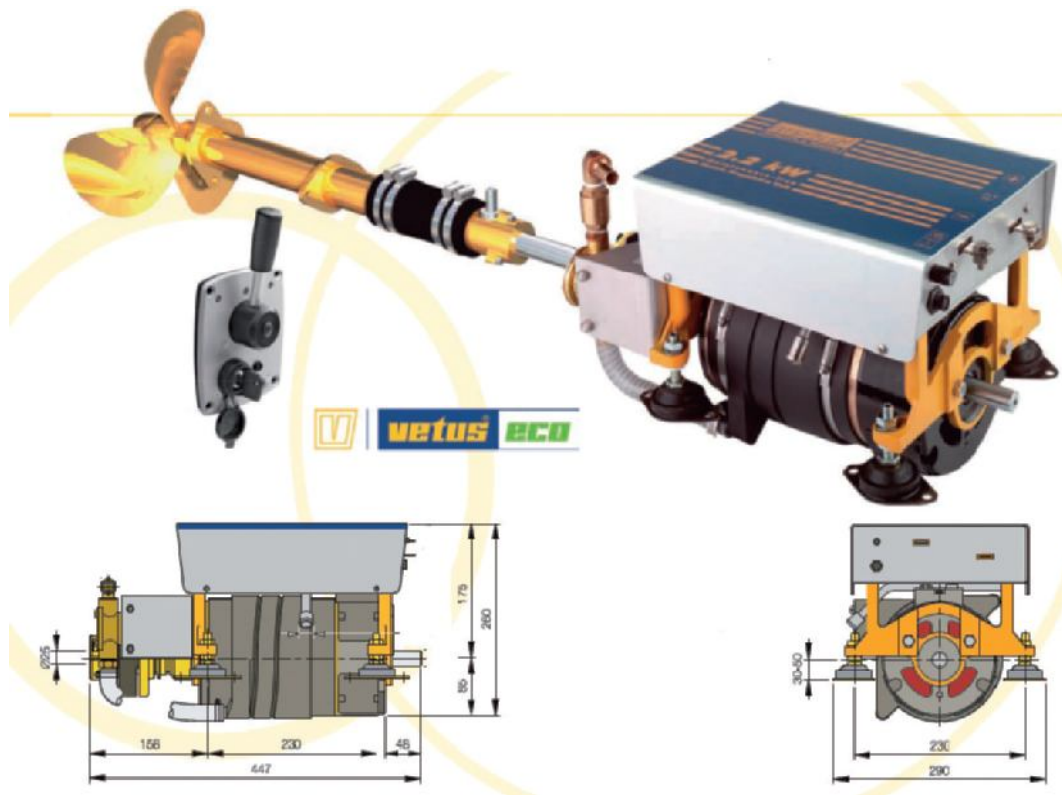
la gamma sail drive di imbarcazioni a vela da 9 a 20 metri. Il sistema brevettato di Twin Disc, consiste in un motore/generatore elettrico che viene direttamente installato sul sail drive senza sistemi di rinvio e

facilmente rimovibile senza che questo impedisca l'uso del sail drive con il solo motore diesel. È possibile acquistare il kit composto da motore/generatore elettrico ed elettronica di gestione e controllo, anche per installazioni in refit. Il motore elettrico è alimentato a 48 Vcc ed eroga una potenza di 5 kW. L'autonomia in modalità elettrica a zero emissioni è di 1,5-4 ore in funzione del tipo di batterie per trazione utilizzate e dell'imbarcazione. Il SeaProp60 Flash è gestito da una centralina elettronica di controllo.

### Vetus

La **propulsione elettrica pura** by Vetus è una motorizzazione elettrica, da applicare in linea d'asse. Si tratta del motore Vetus EP2200 brushless senza manutenzione di 2,2 kW alimentato a 24 Vcc, e di 20 kg di peso. Il sistema di

raffreddamento ad acqua permette di innalzare il rendimento del motore. Il regime massimo di rotazione di 1.250 giri/minuto, consente di poterlo connettere direttamente alla linea d'asse (diametro consigliato 25 mm) senza dover interporre organi meccanici di riduzione. La propulsione elettrica con il regolatore elettronico di giri, viene fissata sulla struttura della barca attraverso quattro supporti elastici. Il kit include anche un giunto flessibile per la correzione del disallineamento tra il motore e l'asse dell'elica fino a due gradi, e il comando a distanza elettrico con i cablaggi. È escluso il caricabatterie da rete per la ricarica in banchina durante l'ormeggio, in quanto deve essere scelto in funzione delle caratteristiche delle batterie per trazione (tempo medio di ricarica circa 11-14 ore). Secondo i dati forniti dal



**Motore elettrico Vetus EP2200 da 2,2 Kw**

**Propulsore ibrido Volkswagen Marine/Iskra con particolare del motore elettrico sezionato**



4 e 5 cilindri con potenze da 40 a 165 Hp, connettendosi al volano della propulsione termica attraverso una frizione idraulica che ne gestisce l'accoppiamento in funzione delle modalità di navigazione. Il sistema ibrido proposto da Saim, si può installare anche su modelli d'imbarcazioni esistenti, senza dover variare le caratteristiche costruttive. È inoltre in grado di connettersi a in piede poppiero, a un sail drive o a una trasmissione in linea d'asse. Il propulsore ha un motorino d'avviamento indipendente con batteria dedicata. Il motore elettrico,

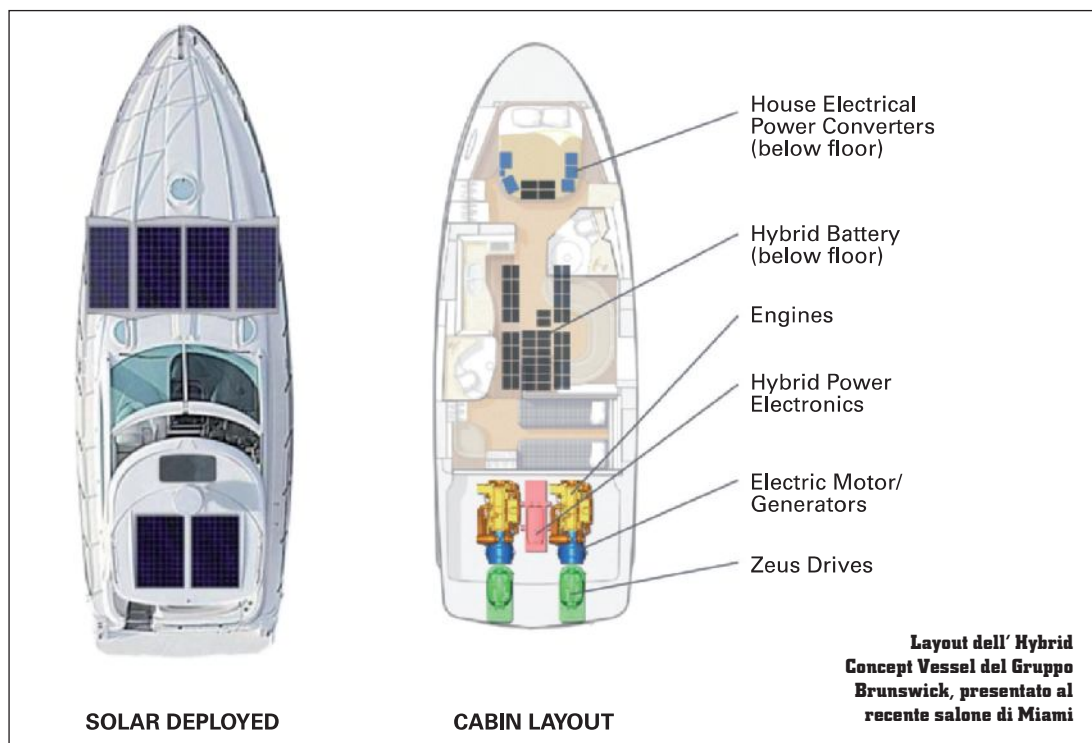
diesel e alimentato con quattro batterie al gel da 12 Vcc e 200 Ah, secondo i dati forniti dal costruttore, è possibile navigare a circa 8 nodi con una autonomia approssimativa di un'ora.

**Hybrid Concept Vessel by Brunswick**

La propulsione ibrida del Gruppo Brunswick è stata presentata in anteprima al recente salone di Miami, installata su un concept vessel di 13 metri e 16.300 kg di peso, opportunamente studiato per il risparmio energetico di bordo, e caratterizzato da una serie

costruttore, il Vetus da 2,2 kW su un'imbarcazione di 6 metri e 1.200 kg, è in grado di raggiungere circa 5 nodi con un'autonomia dell'ordine di qualche ora, che dipende dal tipo di batterie installate.

**Impianto ibrido Vetus:** è ottenuto combinando in parallelo un propulsore diesel Vetus, da 11 a 16 Hp, con il motore elettrico EP2200, interposto tra il riduttore/invertitore e la linea d'asse. L'albero uscente dal riduttore/invertitore del propulsore diesel, viene connesso all'asse del motore elettrico mediante un raccordo flessibile. Durante il moto con la propulsione termica, il motore elettrico funziona da generatore. Non è prevista la modalità boost.



**Layout dell' Hybrid Concept Vessel del Gruppo Brunswick, presentato al recente salone di Miami**

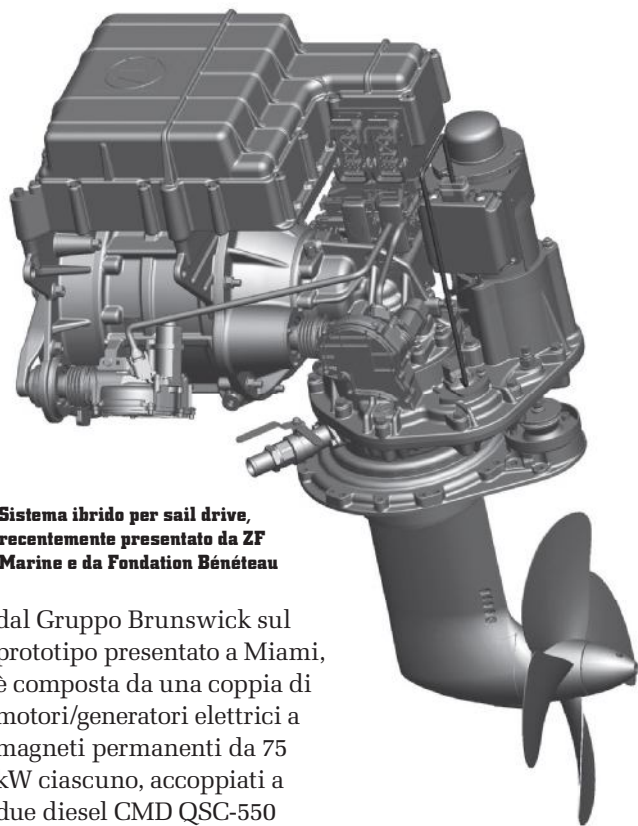
**Volkswagen Marine/Iskra**

**Saim Marine**, importatrice ufficiale dei motori marini Volkswagen, propone il **propulsore ibrido termico/elettrico** realizzato in collaborazione con la slovena Iskra, specializzata nella costruzione di motori elettrici. La propulsione

elettrica di Iskra pesa 38 kg e si caratterizza per l'assenza di spazzole sul rotore e per il controllo elettronico con tecnologia IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) in scatola stagna separata. Alimentato a 48 Volt eroga la potenza di 5 kW a 1.000 giri/minuto. Il motore elettrico si adatta alle unità diesel Volkswagen Marine di

quando trascinato dal diesel in movimento, funziona da generatore per i servizi di bordo e per ricaricare le batterie di trazione. Le stesse batterie possono essere ricaricate anche da un caricabatteria di rete in banchina durante l'ormeggio. In modalità elettrica a zero emissioni, con il solo motore elettrico disaccoppiato dal

di pannelli fotovoltaici installati sull'hard top e sul ponte prodiero, con lo scopo di abbinare il concetto della propulsione ibrida, a una fonte rinnovabile di energia elettrica. L'energia solare immagazzinata, contribuisce a integrare il fabbisogno elettrico, dai servizi di bordo alla carica delle batterie. La propulsione ibrida proposta



**Sistema ibrido per sail drive, recentemente presentato da ZF Marine e da Fondation Bénéteau**

dal Gruppo Brunswick sul prototipo presentato a Miami, è composta da una coppia di motori/generatori elettrici a magneti permanenti da 75 kW ciascuno, accoppiati a due diesel CMD QSC-550 da 550 Hp. Ognuno dei due motori elettrici è installato tra il propulsore termico e la trasmissione, a monte degli Zeus pod drive. Il sistema ibrido funziona sia in modalità generatore che in modalità boost. Navigando a zero emissioni, la barca è spinta dai soli motori elettrici alimentati da una batteria agli ioni di litio da 300 Volt con capacità di 60 kW/h e controllata dalla centralina elettronica Battery Management. Il sistema ibrido viene gestito dalla centralina di controllo Hybrid Power Electronics.

### **ZF Marine e Fondation Bénéteau**

I due partner hanno recentemente presentato un'inedita **propulsione ibrida per imbarcazioni a vela**, con la peculiarità di poter roteare il sail drive di 180° durante la navigazione a vela, in modo da creare la condizione più efficace per ricaricare le batterie attraverso il trascinamento dell'elica. Secondo i dati

forniti dal costruttore, posizionando l'elica contro il flusso dell'acqua, si ottiene un rendimento di ricarica superiore del 70% rispetto alla normale posizione di marcia. Il modulo ibrido per sail drive, sviluppato per essere impiegato con motorizzazioni diesel da 60 a 160 Hp, è installato tra il propulsore termico e la trasmissione sail drive, attraverso due frizioni di tipo automobilistico. La barca può navigare a emissioni zero a vela (caricando le batterie attraverso il trascinamento dell'elica) o con la sola propulsione elettrica alimentata dalla batteria agli ioni di litio di 500 Volt e 20 kW/h di capacità. Il motore elettrico eroga la potenza di 35 kW per supportare le condizioni critiche durante le manovre, mentre in crociera viene limitato elettronicamente per risparmiare energia, consentendo una velocità di 5 nodi con un'autonomia di circa tre ore a seconda

del tipo d'imbarcazione. La batteria per trazione può essere caricata dal propulsore diesel anche in assenza di propulsione (funzione gen set), e dal caricabatteria di rete in banchina durante l'ormeggio. Il livello di carica viene monitorato e controllato automaticamente dal Battery Management System. La propulsione ibrida viene gestita e controllata dalla centralina elettronica Vessel Management Unit, che coordina tutte le attività del sistema.

### **Mastervolt/Bellmann: la gamma di sistemi a propulsione elettrica**

Mastervolt/Bellmann è adatta sia per motorizzare nuove imbarcazioni che in refit. Comprende sistemi ibridi per accoppiamento con propulsioni termiche, configurazioni diesel-elettriche con gen set di ultima generazione, tra cui il Mastervolt GPX-5, e motori elettrici puri. Oltre alla classica linea d'asse è prevista la connessione anche per il sail drive.

La gamma si completa con i Pod Drive elettrici, sia fissi che direzionali, con potenze fino a 12,5 kW.

**Il sistema Aquapella Ibrido**, comprende una gamma di

unità elettriche a magneti permanenti, accoppiate a motori diesel a partire da 40 Hp. Il motore elettrico è montato sopra l'asse del diesel o sull'invertitore, connesso con trasmissione a cinghia. L'unità elettrica pesa 11 kg, e le sue dimensioni compatte (135 mm), la rendono adatta anche per installazioni in refit con propulsori termici già esistenti; 25 e 30 mm sono i diametri consigliati della linea d'asse. Le batterie per trazione, vengono ricaricate dallo stesso motore elettrico che funziona da generatore quando è trascinato dal motore endotermico; un blocco automatico impedisce al motore diesel e a quello elettrico di funzionare contemporaneamente. Caratteristiche delle unità elettriche: potenze di 4,8 e 9,6 kW a 48 Vdc e massimo assorbimento di 100-200 A; regime tra 625 e 950 giri/minuto.

La gamma di motori elettrici entrobordo con trasmissione in linea d'asse, comprende la serie Aquapella e Silent Prop. I motori elettrici Aquapella sono a magneti permanenti, pesano circa 11 kg e si collegano alla linea d'asse anche con accoppiamento flessibile (diametro 25-30 mm). Erogano potenze di 2,5-3,6-5-6-7,2 kW con tensioni rispettive di 24-36-48-60-72 Vdc e massimo



**Propulsione elettrica pura in linea d'asse Aquapella di Mastervolt/Bellmann**



**In sala macchine del Benetti 85', particolare del motore elettrico calettato sull'apposita presa PTI dell'invertitore del propulsore diesel**

assorbimento di 110 A; regimi: 1.080-1.700-2.300-2.870-3.840 giri/min. I motori elettrici **Silent Prop** sono asincroni, trifase, caratterizzati da strutture resistenti IP55 con cassa dotata di unità di raffreddamento extra. Erogano potenze da 3,5 a 20 kW e fino a 70 kW nella versione high-power con tensioni di 24-36-48-72-80-96 Volt; regime 1.400 giri/min.

### **Benetti 85' con propulsione ibrida**

Sviluppato in collaborazione con il Centro R&D del Gruppo Azimut-Benetti, il sistema ibrido installato sul Benetti 85', consiste nell'abbinare in parallelo agli entro bordo diesel principali, una propulsione diesel-elettrica. Con 25 metri di lunghezza e un dislocamento di 97 tonnellate, il Benetti 85 è motorizzato con una coppia di Caterpillar diesel C15 da 636 kW a 2.300 giri/minuto ciascuno, e raggiunge la velocità massima di 14,5 nodi. I motori elettrici del sistema ibrido, sono calettati sugli invertitori degli organi di trasmissione in linea d'asse, attraverso un'apposita presa PTI, con lo stesso rapporto di riduzione e il medesimo senso di rotazione del propulsore diesel. Ciascun motore elettrico del sistema

ibrido è controllato da un inverter dedicato, che gestisce le rampe di accelerazione e decelerazione, ed è alimentato da due gruppi elettrogeni (gen set) da 40 kW ciascuno, che in futuro potranno essere sostituiti da un sistema di fuel cell. È possibile alimentare i motori elettrici anche attraverso un banco di batterie deep cycle agli ioni di litio per navigare a zero emissioni. I generatori di corrente (gen set) forniscono l'energia elettrica per alimentare i motori, per tutti i servizi di bordo e per mantenere in carica le batterie. Secondo i dati forniti dal costruttore, con la sola propulsione elettrica alimentata dai gen set dedicati (modalità ibrida diesel-elettrica) il Benetti 85' riesce a raggiungere 7-8 nodi con un'autonomia ad ampio raggio (che dipende solo dal serbatoio carburante), navigando a basse emissioni, abbattendo sensibilmente consumi, fumi inquinanti, rumori e vibrazioni. I motori elettrici utilizzati sono a magneti permanenti e, alimentati a 340 Volt trifase erogano la potenza di 28,3 kW ciascuno a 1.000 giri/min. Grazie al raffreddamento ad acqua, hanno dimensioni contenute, pari a 220x220x441 millimetri, con un peso di 100 kg per motore.

### **Mochi Craft Long Range 23**

Sviluppato dalla divisione AYT del Gruppo Ferretti, l'Hybrid Propulsion System che caratterizza il Long Range 23, consiste nell'accoppiare a ciascuna delle propulsioni diesel principali, un motore elettrico sincrono da 70 kW, connesso tra il volano dell'unità termica e gli organi del gruppo di riduzione. Con i suoi 75 piedi di lunghezza e un dislocamento di circa 80

tonnellate, il Long Range 23 è motorizzato con una coppia di entro bordo diesel Man-800 da 588 kW ciascuno a 2.300 giri/minuto, che gli consentono una velocità massima di 15 nodi. I due motori elettrici del sistema ibrido vengono alimentati da una batteria agli ioni di litio composta da 336 elementi per un totale di 554 volt e una potenza nominale disponibile di 220 kW.

Modalità di funzionamento:

- Diesel Propulsion And Energy Storing: i propulsori diesel principali spingono lo yacht e trascinano i motori elettrici che funzionano da generatore di corrente per ricaricare le batterie (tempo stimato ricarica, circa quattro ore).

- Diesel-Electric: i motori elettrici del sistema ibrido, disinnestati dai diesel, muovono l'imbarcazione, alimentati dalla batteria di propulsione insieme ai due gruppi elettrogeni di bordo da 35 kW ciascuno. In questa modalità l'autonomia è di due ore a 8 nodi e di quattro ore a 6 nodi.

- Zero Emission Mode (ZEM) Propulsion: i motori elettrici, disinnestati dai diesel, sono esclusivamente alimentati dalla batteria di propulsione agli ioni di litio, per una navigazione a zero emissioni; a 8 nodi l'autonomia è di 1,5 ore.

- ZEM Function: tutti i servizi di bordo vengono alimentati esclusivamente dalla batteria agli ioni di litio.

- Plug-In: ricarica della batteria di propulsione durante l'ormeggio in porto con caricabatteria di rete da 20 kW (tempo stimato circa dieci ore).

### **Propulsione diesel-elettrica Pronaves**

Si tratta di un sistema ibrido, dove la propulsione è affidata

unicamente a motori elettrici, alimentati da un gruppo di generatori di corrente, la cui caratteristica è quella di erogare tensioni e frequenze variabili, in funzione della potenza richiesta.

L'unità termica del gen set può funzionare a un regime variabile, producendo in modo dinamico l'effettiva potenza richiesta, invece di mantenere la velocità costante di 1.500-1.800 giri/minuto tipica dei generatori tradizionali, anche quando la richiesta di energia è minima. Il risultato si traduce in una riduzione dei consumi, quindi d'inquinamento ambientale e acustico. Nel caso del progetto Aphrodite, un maxiyacht a vela a tre alberi di 73 metri sviluppato dallo Studio Starkel di Trieste, Pronaves ha realizzato un sistema modulare ibrido diesel-elettrico con due motori elettrici a magneti permanenti da 650 kW ciascuno per la propulsione, alimentati da quattro gen set con unità diesel a regime variabile in grado di erogare 380 kVA ciascuno. Un sistema di gestione elettronico, aziona i generatori uno alla volta e con un regime appropriato in funzione dell'istantanea richiesta di energia. La possibilità di azionare i motori termici dei quattro generatori uno alla volta e a regime variabile, fa sì che in caso di navigazione a bassa potenza e con richieste energetiche minime dai servizi di bordo, non occorre tenere in moto una macchina più grande in un regime a basso rendimento e alto inquinamento ambientale. Una batteria deep cycle integrata nell'impianto, consente di alimentare i servizi di bordo e di navigare a zero emissioni, con i generatori diesel spenti. ❖