

FINCANTIERI SI S.P.A.

Sede legale

Via Genova, 1

34121 Trieste - Italy

T +39 040 3192316

F +39 040 3192461

Sede operativa

Galleria del Corso, 2

20122 Milano - Italy

T +39 02 77721728

Sede operativa

Via dell'Edilizia, 19

36100 Vicenza- Italy

T +39 0444 1803800

F +39 0444 1803850



Titolo:

Energy box per l'alimentazione Shore-to-ship per grandi navi in porto.

Autori:

Silvio Casini (silvio.casini@seastema.it), cell. 335 7566466

Fabio Marchesi (fabio.marchesi@fincantierisi.it), cell. 3440779521

Andrea Piccin (andrea.piccin@fincantierisi.it), cell. 346 1440925

Giordano Torri (giordano.torri@fincantierisi.it) cell. 348 4045031

Fincantieri SI spa – Trieste

Abstract.

1. Motivazione

L'IMO (International Maritime Organization) ha emesso le regolamentazioni Marpol Annex 6 atte a limitare progressivamente le emissioni di SO_x e NO_x delle navi e rendendo obbligatori a bordo le gestioni dell'Energy Efficiency Design Index (EEDI) e del Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP). In Europa, la direttiva 2005/33/EC impone i limiti di tenore di zolfo a 0,1% per i combustibili per navi che stiano più di due ore in un porto Europeo. La direttiva, recepita in Italia con il Decreto legislativo n. 205 del 09/11/2007, si pone l'obiettivo di ridurre progressivamente le emissioni prodotte dalle navi, attualmente responsabili del 6% dell'SO_x, del 15% dell'NO_x e del 2% del CO₂ emessi in atmosfera, e di consentire che esse attraccino nei porti vicino ai centri delle città senza essere fonte d'inquinamento e di rumore. I porti devono investire in nuove tecnologie per esser in regola con le normative sempre più stringenti. La Comunità Europea con la raccomandazione 2006/339/EC richiede di allacciarle le navi in porto alla rete terrestre per alimentare le utenze di bordo e poter spegnere i motori diesel di generazione. La stessa soluzione è promossa dalle raccomandazioni e legislazioni di molti paesi tra cui USA e Cina. Questa memoria illustra la soluzione "**Energy Box**" appositamente progettata per connettere l'impianto di bordo di una nave alla rete di terra con speciale riguardo ai temi di efficienza energetica, di risparmio energetico e non da ultimo di integrazione con le energie rinnovabili.

2. Descrizione tecnica della soluzione Energy Box per shore-to-ship.

In questa sezione si esamina la funzionalità dell'*Energy Box*, nell'applicazione specifica dell'alimentazione da terra di grandi navi. Essa rappresenta un sistema intelligente di gestione e produzione dell'energia che, tramite una micro-rete elettrica, consente di gestire i flussi di potenza da fonti di diversa natura (rinnovabile, non rinnovabile,

fossile,...) oltre che dalla rete elettrica nazionale, d'immagazzinarla e distribuirla opportunamente.

La soluzione *dell'Energy Box* è particolarmente adatta a tale scopo in quanto, attraverso il controllo dell'elettronica di potenza, consente di assicurare una corretta alimentazione attingendo energia dove disponibile e facendo fronte all'aleatorietà sia delle fonti rinnovabili sia dei carichi di bordo, integrando sistemi d'accumulo di vario tipo come ad idrogeno o a batterie.

Considerando l'alimentazione di grosse navi da crociera, si evidenzia che gli aspetti tecnici dell'impianto richiedono particolare attenzione non solo per il livello considerevole di potenza (16 MW secondo le IEC 80005-1) ma anche per il fatto che le reti di bordo sono in MT (standard a 6,6 ed 11 kV), con neutro generalmente collegato a terra con alta impedenza, e la frequenza è di solito a 60Hz. Unitamente a questi fattori si devono rispettare stringenti standard di rete in termini di THD e di variazioni sia di tensione che di frequenza in regime statico e dinamico, nonché la possibilità di alimentare eventuali correnti di corto circuito per garantire la selettività delle protezioni.

L' *"Energy Box"* rappresenta la piattaforma HW di potenza e SW di controllo che sta alla base dell'impianto che nel suo complesso (denominato HVSC – High Voltage Shore Connection) include la catena completa, dall'alimentazione da rete elettrica nazionale alla presa da connettere alla nave. L'impianto deve essere conforme agli standard IEC/ISO/IEEE 80005-1 (sistemi HVSC) ed 80005-2 (data communication) per progetto, installazione e test. La normativa riguarda:

- Sistema di distribuzione HV di terra
- Equipaggiamenti d'interfaccia e connessione da terra a nave;
- Trasformatori;
- Convertitori 50/60Hz statici e rotanti;
- Sistemi di distribuzione della nave;
- Sistemi di controllo, monitoraggio, interlocking e power management systems.

Nel seguito della memoria si esaminano i principali componenti del sistema "Energy Box" per un impianto shore-to-ship:

- A. La connessione alla rete elettrica nazionale ed ad altre fonti di energia con specifica attenzione all'integrazione di sorgenti rinnovabili.
- B. I trasformatori di ingresso al sistema e di uscita verso la rete della nave a 6,6kV e a 11kV. Il trasformatore isola galvanicamente la nave dall'impianto terrestre evitando possibili correnti parassite, cause di corrosione tra lo scafo ed altri oggetti metallici.
- C. I convertitori di frequenza 50/60Hz. In accordo con la norma IEC 80005-1 forniscono alle navi l'alimentazione da terra alla frequenza di 60 Hz, garantendo sia un livello di corrente di corto circuito adeguato, sia un THD entro i limiti dei registri. I convertitori possono essere di tipo statico o rotante. Potranno essere previsti due o

- più convertitori, con gestione automatica del PMS del parallelo degli stessi a seconda della richiesta di energia della nave
- D. Gli interruttori, le protezioni ed i cavi di connessione tra il sistema shore to ship ed il quadro elettrico di bordo: il sistema è provvisto di tutte le sicurezze previste dai Registri di Classifica e dalle normative di riferimento (es. IEC-80005-1). Gli interruttori di media tensione verso la nave, per 6.6 kV e per 11 kV, possono essere chiusi solo dopo che sono state verificate, di concerto con il sistema PMS di bordo, tutte le sicurezze. A tale scopo il cavo di connessione, oltre a fornire l'alimentazione, consente la comunicazione tra i quadri elettrici di terra e di bordo per i segnali più importanti riguardanti la sicurezza dell'operazione d'allacciamento.
 - E. L'elettronica di potenza per la connessione a sorgenti di energia rinnovabile.
 - F. Eventuali sistemi di accumulo di energia per meglio gestire i flussi di energia e rendere più efficiente il sistema.
 - G. Il Sistema di gestione e di controllo di tutte le funzionalità dell'impianto e per l'interfacciamento col PMS di bordo.

3. Funzionalità del sistema Energy Box per shore-to-ship.

In questo paragrafo si esaminano le funzionalità automatiche del sistema *Energy Box* di connessione dell'alimentazione terrestre.

Esse sono:

- gestione della connessione e disconnessione in sicurezza delle sorgenti d'energia e delle utenze alla rete elettrica del porto.
- gestione dell'immagazzinamento dell'energia proveniente dalle fonti rinnovabili e programmazione della sua integrazione con energia proveniente dalla rete nazionale nelle ore a tariffe più convenienti o di minor impatto nel caso di limitazioni di potenza di rete
- connessione senza discontinuità di servizio delle utenze della nave ("shore-to-ship"). Il sistema d'automazione opera, di concerto con il PMS di bordo, un parallelo temporaneo con il generatore di bordo con un graduale trasferimento del suo carico, fino alla disconnessione e spegnimento del generatore stesso.
- monitoraggio del livello dei consumi e gestione del parallelo automatico dei convertitori, nel caso di superamento di determinate soglie di potenza o nel caso in cui il PMS di bordo richieda l'inserzione di una grossa utenza in rete.
- database di supporto per le informazioni sui dati delle singole navi, in modo da poter programmare i consumi futuri sulla base dello storico elaborato sulla base dei precedenti arrivi delle stesse navi o di navi simili.
- registrazione dei consumi per la fatturazione alle navi

4. Vantaggi della soluzione Energy Box.

Il sistema *Energy Box* consente i seguenti vantaggi per le Società Armatrici:

- riduzione di costi in combustibili
- riduzione delle ore di funzionamento dei gruppi diesel-generatori di bordo con relativi allungamenti degli intervalli manutentivi e conseguenti risparmi economici;
- maggiore disponibilità di tempo per eventuali lavori di manutenzione a bordo.

Il sistema *Energy Box* consente i seguenti vantaggi per l'Ente Portuale:

- benefici per l'ambiente;
- vendita d'energia elettrica alle navi;
- riduzione di costi d'energia elettrica ottenuto mediante integrazione con produzione propria da fonti rinnovabili e mediante l'acquisto dell'energia da rete nazionale alle tariffe più convenienti;
- minor impatto sulla stabilità della rete del territorio dato che la richiesta d'energia delle grandi navi viene diluita e/o posticipata ai momenti di minor consumo cittadino.

5. Applicazione del sistema Energy Box ad un grande porto.

In questa sezione della memoria verrà descritta l'applicazione per una grande area portuale italiana, adatta ad accogliere grandi navi da crociera, per le quali si prevede di installare un sistema adatto a fornire una potenza fino a 20 MW in MT ed alla frequenza di 60Hz. La soluzione prevede un approccio modulare al sistema per renderlo più efficiente e flessibile.

6. Conclusione.

L'impianto shore-to-ship basato sulla tecnologia Energy Box eroga elettricità a partire dalle reti terrestri e consente d'ottenere totale eliminazione delle emissioni, in particolare per SO_x, NO_x, particolato visibile e CO₂. La soluzione è molto attraente sia per le Società Armatrici che possono attraccare nei porti prossimi ai centri delle città senza inquinare e riducendo i costi di manutenzione dei motori sia per gli Enti Portuali che possono vendere elettricità alle navi. La soluzione Energy Box ha il vantaggio d'integrare anche sorgenti di energia rinnovabile, dall'eolico, al fotovoltaico, all'energia da moto ondoso. Inoltre i nuovi sistemi di accumulo (non da ultimo quelli basati sull'idrogeno) rendono più efficiente il sistema e riducono ulteriormente le emissioni.