

Giornata di Studio

“EVOLUZIONE DEI SISTEMI ELETTRICI A BORDO NAVE”

Giovedì 22 Maggio 2014

SCUOLA POLITECNICA – UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

VIA MONTALLEGRO, 1 (VILLA GIUSTINIANI-CAMBIAZO, SALONE PIANO NOBILE)

PROGRAMMA

dalle 9.45 **Registrazione dei partecipanti**

10.10 **Saluti**

- Aristide Fausto Massardo, *Preside della Scuola Politecnica, Università di Genova*
- Giovanni Battista Ferrari, *ABB Power System Division e Presidente AEIT Sezione Ligure, Genova*
- Mariano Maresca, *Fondatore Propeller Genova e vice Presidente ASING, Genova*
- Andrea Lombardi, *Fincantieri Naval Italiani, Naval Vessel Business Unit*
- Marco Invernizzi, *Direttore DITEN, Università di Genova*
- Massimo Figari, *DITEN, Università di Genova, Presidente Corso di Studi Ingegneria Navale*
- Stefano Savio, *DITEN, Università di Genova, Presidente Corso di Studi Ingegneria Elettrica*
- Stefano Massucco, *DITEN, Università di Genova, Coordinatore Dottorato di Ricerca in Scienze e Tecnologie per l’Ingegneria Elettrica, l’Ingegneria Navale e i Sistemi complessi per la mobilità*

Moderatore: Paolo Scalera – ABB PSD, AEIT Sezione Ligure

10.40 **Applicazioni elettriche navali: dagli azionamenti di propulsione ai sistemi elettrici integrati**
Giorgio Sulligoi – Università di Trieste

11.00 **Ship's Electrical Systems: single points of failure, critical systems and equipment**
Andrea Cogliolo – RINA

11.20 **Applicazioni degli accumuli negli impianti navali**
Enrico Tironi – Politecnico di Milano

11.40 **Ottimizzazione e gestione dell'energia a bordo di navi da crociera**
Vincenzo Galati – Costa Crociere, Paola Gualeni e Federico Silvestro – DITEN, Università di Genova

12.00 **Evoluzione delle tecniche di coordinamento selettivo per impianti navali fault tolerant**
Antonio Fidigatti e Enrico Ragaini – ABB SACE

12.20 **On board DC grid - next generation of fuel efficient vessels**
Ismir Fazlagic – ABB Process Automation Division

12.40 **Discussione e interventi**



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE



Lab. of Grid Connected and Marine
Electric Power
Generation and Control

APPLICAZIONI ELETTRICHE NAVALI:

dagli azionamenti di propulsione ai sistemi elettrici integrati

Giorgio Sulligoi

Dipartimento di Ingegneria e Architettura
Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Energia Elettrica e dei Sistemi
Laurea Magistrale in Ingegneria Navale

gsulligoi@units.it

22/05/2014

Giorgio Sulligoi

SOMMARIO

- Propulsione elettrica moderna (cruise).
- Presentare, descrivere, esaminare l'IPS.
- Generazione e regolazione dell'energia el.
- Aspetti di integrazione e power quality.
- Nuovi design e gestione dell'IPS.
- Estensione a nuove tipologie di navi.
- Distribuzione di bordo in corrente continua.

ALL ELECTRIC SHIPS

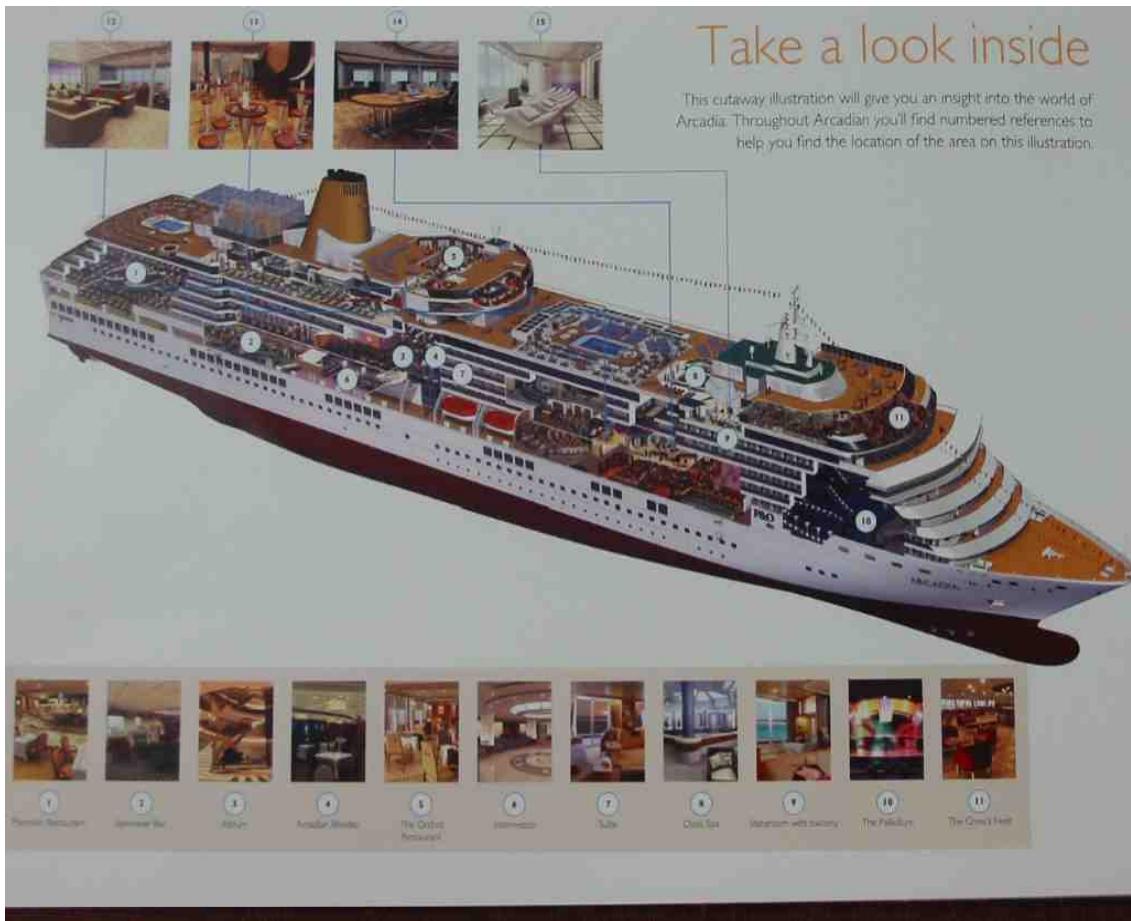
INTRODUZIONE

- Propulsione elettrica navale (già entro nicchie applicative ristrette: oil & gas, posatubi, sommergibili,...).
- Elettronica di potenza, 20 anni fa, prime navi da crociera a propulsione elettrica.
- Ruolo da protagonista dei Cantieri Italiani.
- Oggi: 100% nuove navi da crociera.
- IPS: Integrated Power System.



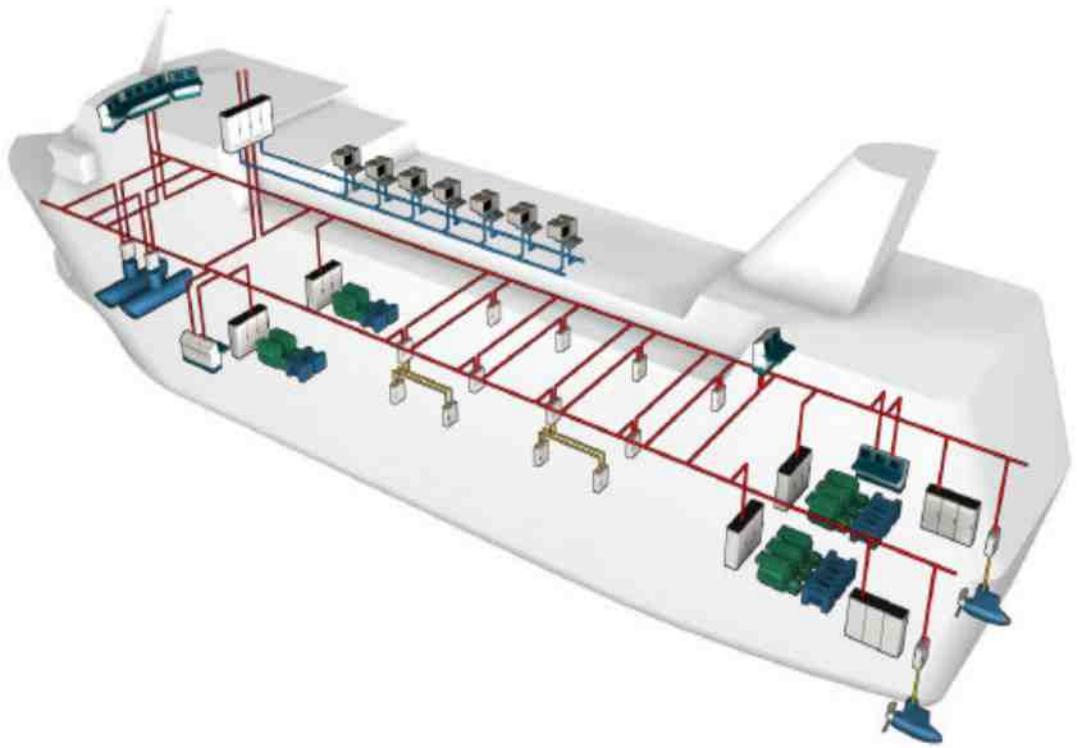
22/05/2014

Giorgio Sulligoi



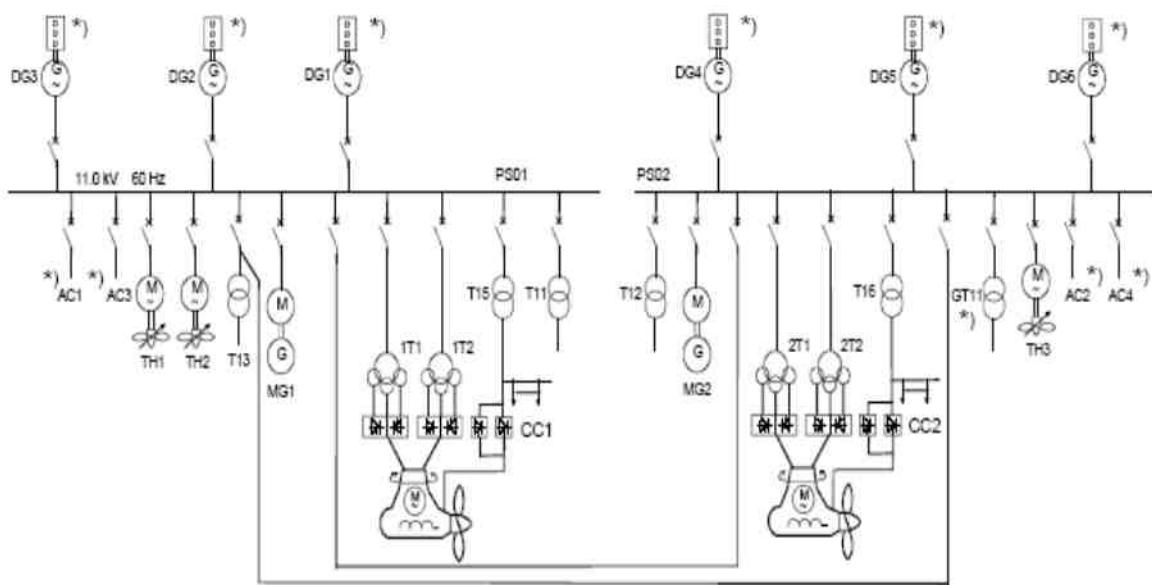
22/05/2014

Giorgio Sulligoi

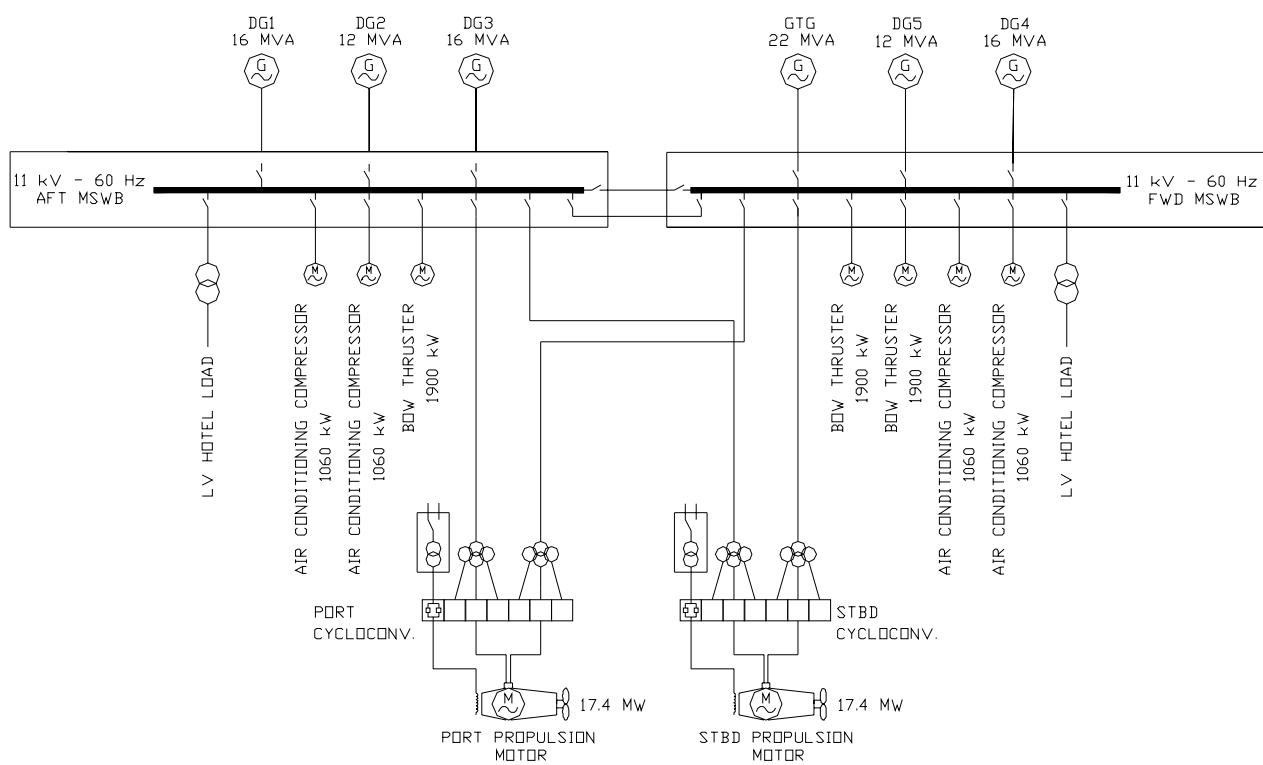


22/05/2014

Giorgio Sulligoi



INTEGRATED POWER SYSTEM



22/05/2014

Giorgio Sulligoi

PROPULSIONE ELETTRICA (1/2)

- Navi da crociera: 15-25 MW (ogni elica).
- Top: Queen Mary 2 (86 MW su 4 pod).
- Soluzioni più diffuse:
 - altissime potenze: azionamenti con motori sincroni, rotore avvolto, statore in doppio avvolgimento trifase, doppio (sincro-/ciclo-) convertitore, contr. V/f;
 - ma anche: asincroni multi-MW (es. AIM), sincroni PM, con VSI

PROPULSIONE ELETTRICA (2/2)

- Perché la propulsione elettrica ?
 - Prestazioni dinamiche meccaniche.
 - Posizionamento ottimale genset a bordo.
 - Start-up motori immediato.
 - Pochi termici on duty ma molto caricati (hotel).
 - Termici a giri costanti: abbattimento vibrazioni.
 - Motori primi ad alta densità di potenza (aero.).
 - Azionamenti fuoribordo in POD azimutali.



22/05/2014

Giorgio Sulligoi

Generazione e Regolazione

- Centrale elettrica di bordo (core system).
 - Motori primi (diesel, turbine) - Controllo f/P (SG)
 - Alternatori - Controllo di V/Q (AVR-Master AVR)
- Controllo delle grandezze elettromeccaniche
 - ampiezza/frequenza della tensione alla sbarra principale
- Rete isolata e debole
 - Es.: trip di un alternatore o di un propulsivo, alto impatto!
 - Potenze carichi comparabili a generatori.
- Fondamentale: integrazione funzionale e coordinamento di controlli real-time di centrale, automazione e protezioni.

NUOVI DESIGN E GESTIONE DELL'IPS

- Manutenzione/diagnostica
 - Motori primi (diesel, turbine) - Controllo f/P (SG)
 - Alternatori - Controllo di V/Q (AVR-Master AVR)
- Sistemi isolanti
 - Scariche parziali: acquisizione ed elaborazione
- Nuovi design (SRP)
 - Si eliminano “incroci”, colli di bottiglia
 - Ridondanze vere o presunte (quadro unico, singoli adduttori, singoli PLC o protezioni, ecc.)
 - Dependability oriented design ?
 - Test HIL ?

AES – NUOVE APPLICAZIONI

- Imbarcazioni da diporto (dalle piccole unità ai mega-yachts).
- Navi militari.
- (Offshore energy vessels.)

A. E. YACHTS

- Super-yachts (30-45m), Mega-yachts (45-70m), Giga-yachts (100-150 m)
- Caratteristiche tecniche spinte.
 - operatività in climi del tutto differenti, caratteristiche esplorative, autonomia, alta tecnologia a bordo, elevato carico hotel, certificazioni ambientali...
- POD.
- Carico elettrico hotel comparabile al propulsivo.
 - IPS con genset multipli per minimizzare cons. spec.

A. E. YACHTS

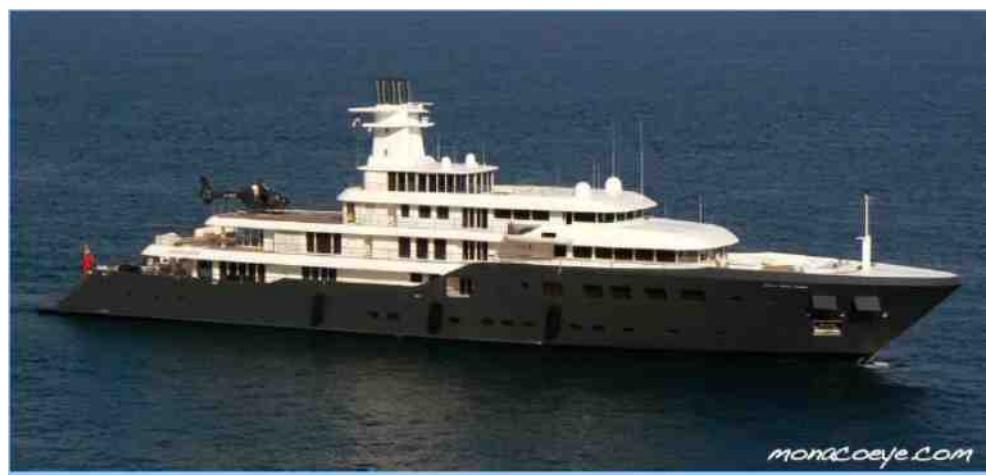
- Il valore dell’unità giustifica l’impiego della propulsione elettrica.
- “Outsourcing elettrico”: non è un progetto elettrico ma elettrico + automatico.
- Figura dell’integratore del sistema elettrico (il progettista/fornitore di sistemi di controllo è un candidato naturale).
- Unità “minori”: propulsione elettrica ibrida, sistemi di accumulo, capacità ZEM.



KOGO 72 m
di Alstom Leroux Naval

22/05/2014

Giorgio Sulligoi



monacoeye.com

ICE 90 m
serie Air di Lürssen

22/05/2014

Giorgio Sulligoi

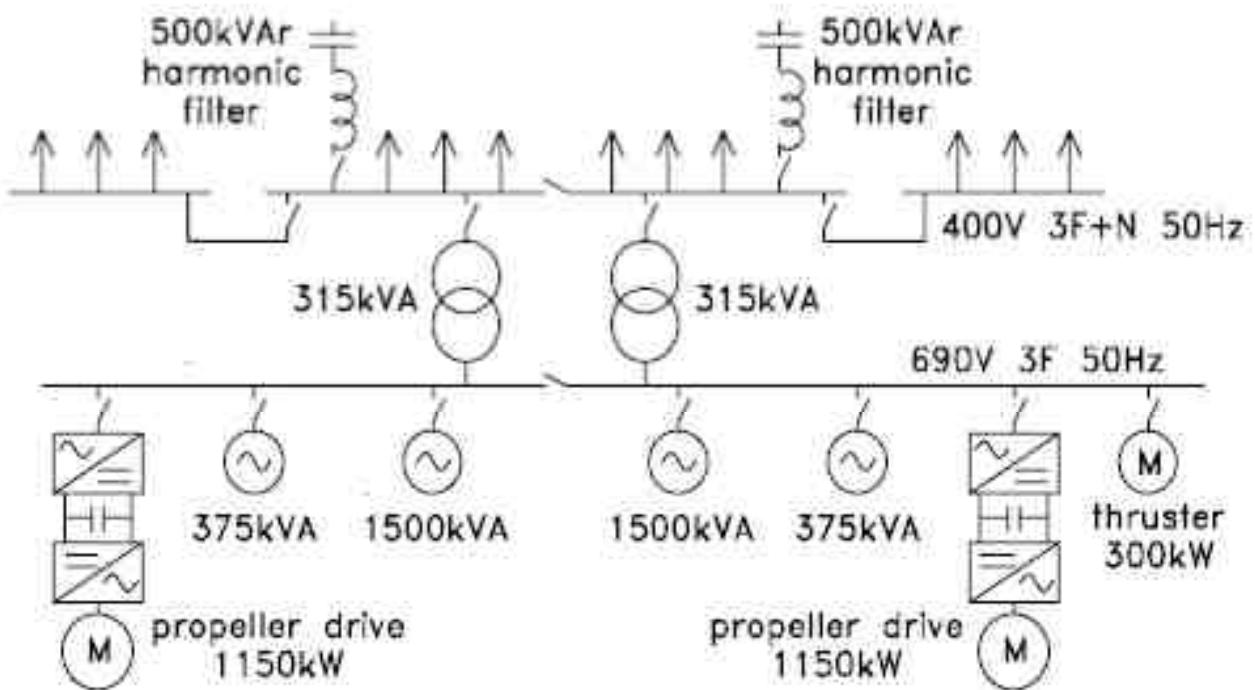


AMBROSIA III 65

11
di Benetti

22/05/2014

Giorgio Sulligoi





Serene – 130 m

Fincantieri

22/05/2014

Giorgio Sulligoi

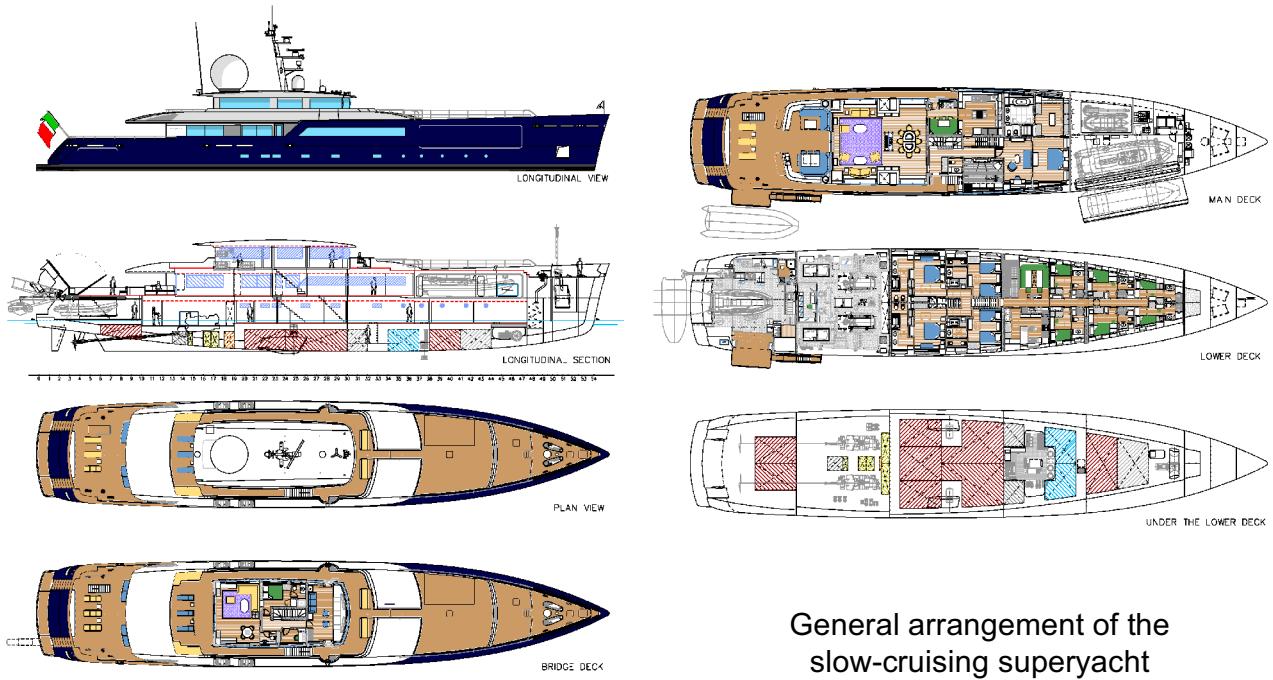
Slow-cruising superyacht



22/05/2014

Giorgio Sulligoi

General arrangement

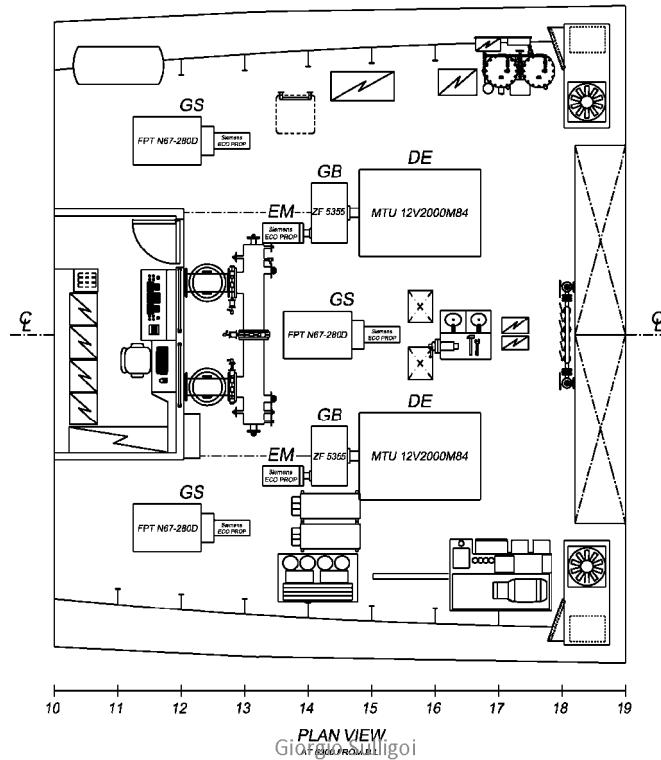


General arrangement of the
slow-cruising superyacht

22/05/2014

Giorgio Sulligoi

Machinery arrangement



22/05/2014

Machinery and batteries arrangement

(Nominal voltage 650 V_DC)

1 module: 38.4 V_DC, 46 Ah

17 modules in series= 1 sub-battery :

652 V_DC, 46 Ah

68 sub-batteries in parallel:

652 V_DC, 3130 Ah = 2050 kWh of
energy storage

(enough for 5 hours of exploration)

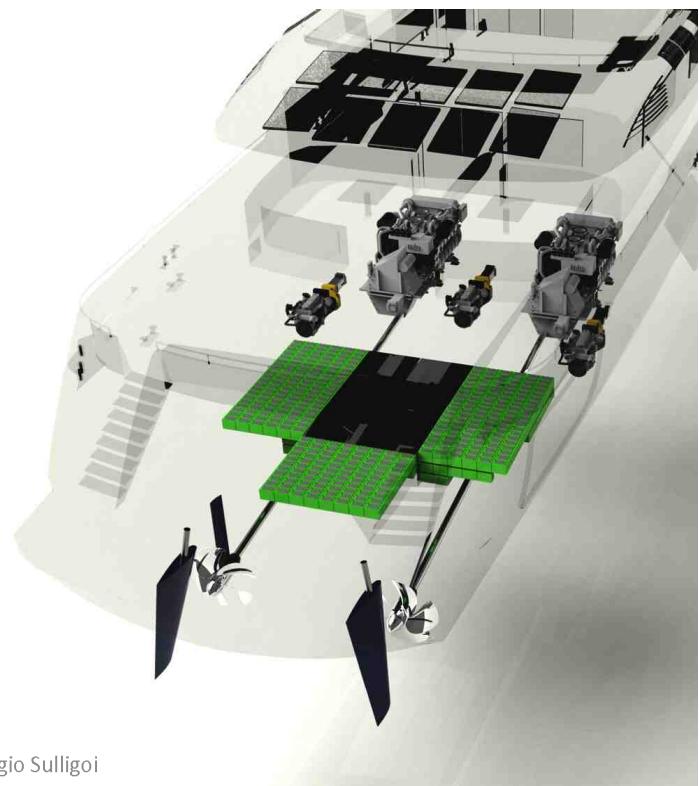
1 Module: 19 kg

17x68=1156 modules: 22 tons

(Gross Tonnage: 725 tons)

Volume: 14 m³

Location → astern engine room



AES – NUOVE APPLICAZIONI

- Imbarcazioni da diporto (dalle piccole unità ai mega-yachts).
- **Navi militari.**
- (Offshore energy vessels.)

FREMM

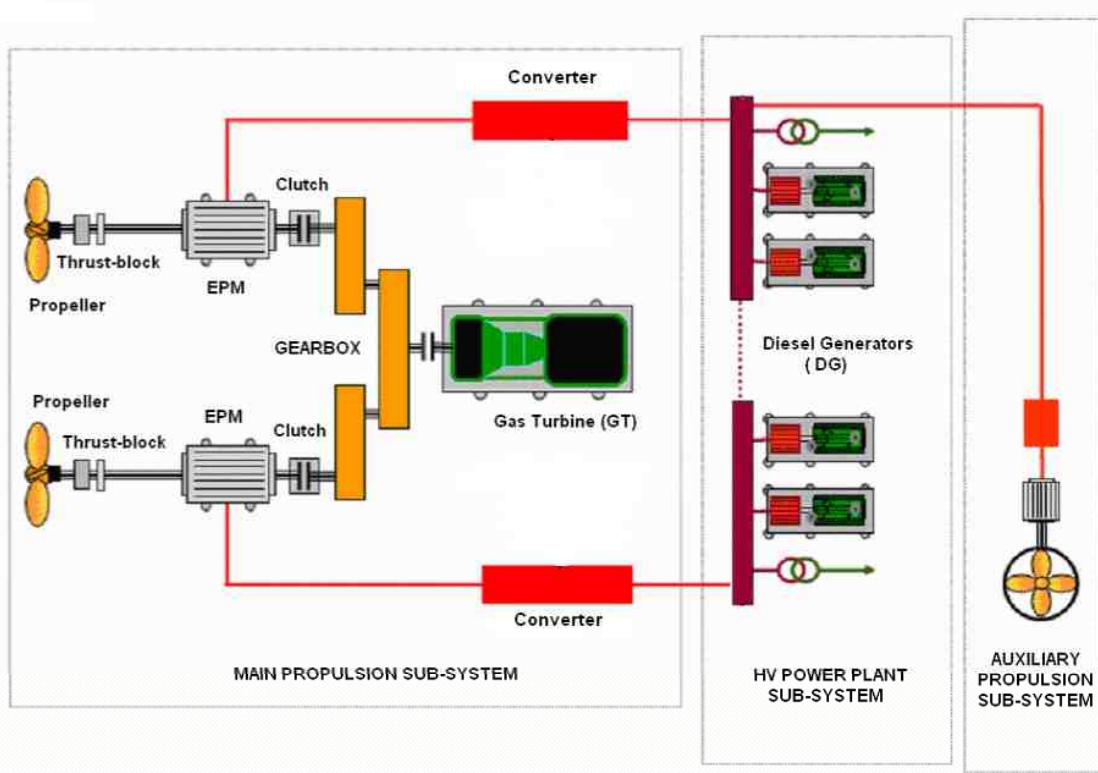


FREMM FRIGATE

22/05/2014

Giorgio Sulligoi

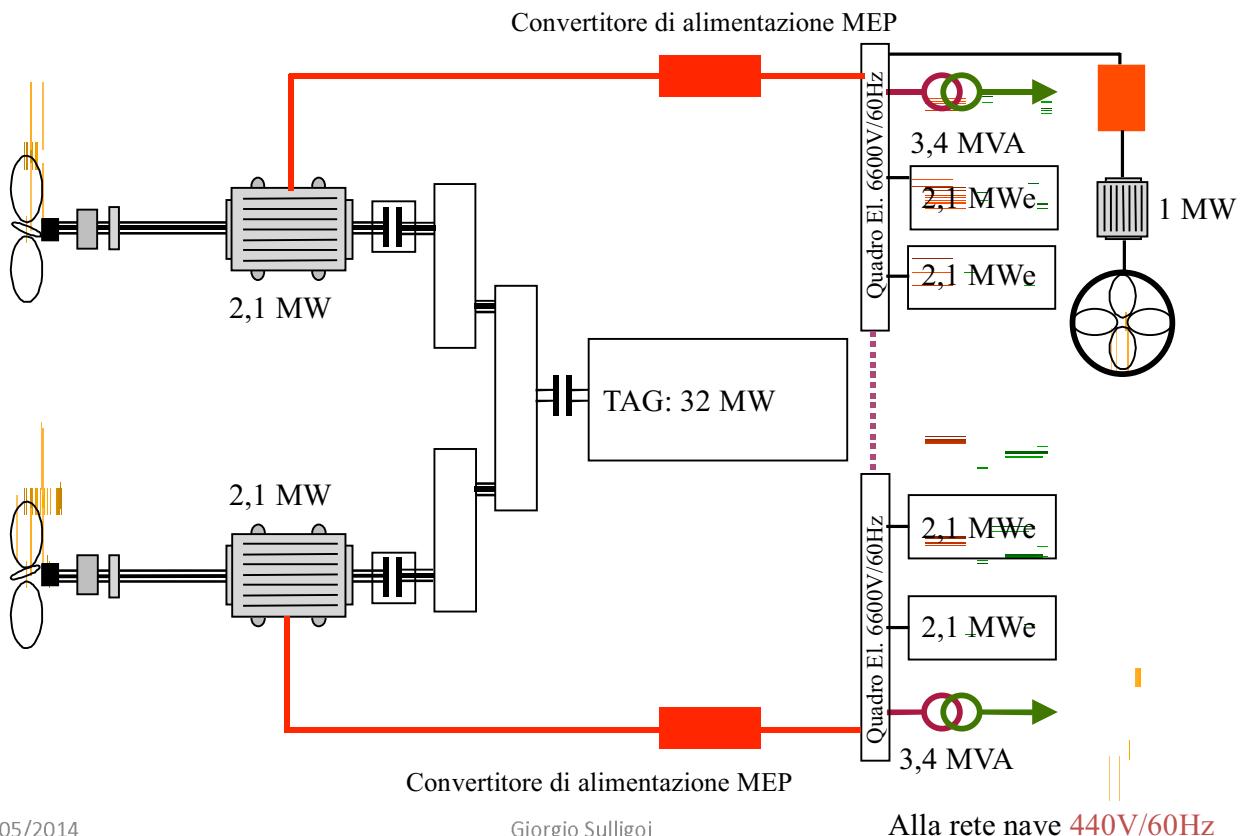
FREMM MVAC-IPS

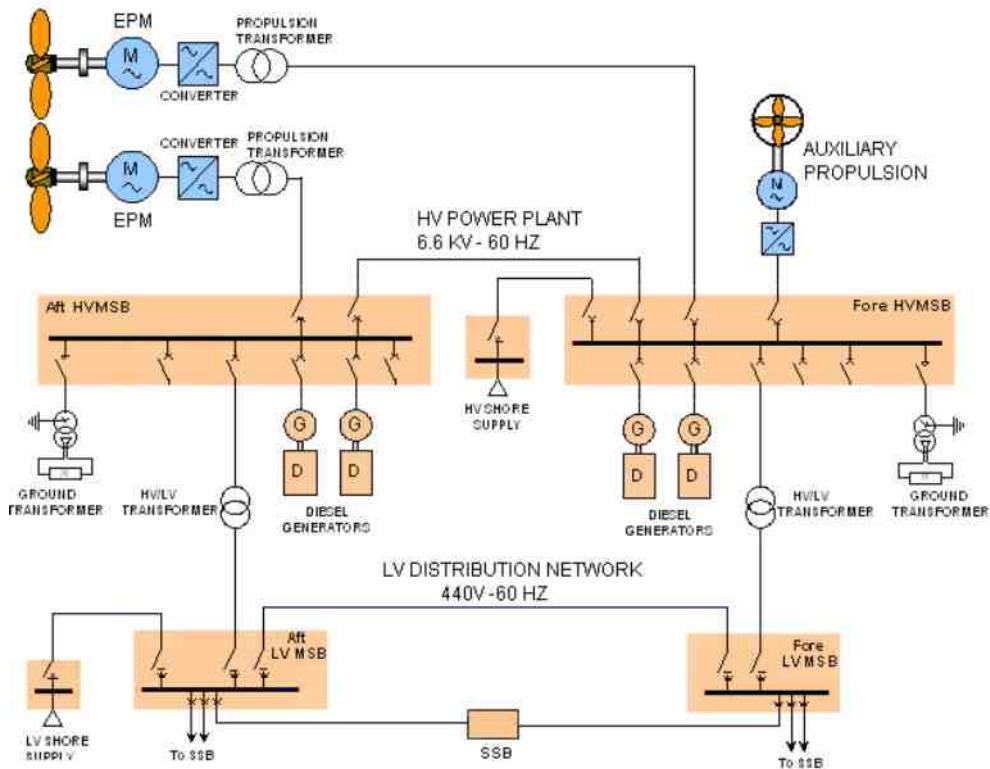


22/05/2014

Giorgio Sulligoi

Architettura impianto propulsivo





A. E. NAVAL VESSELS (MVAC)

- Grandi marine mondiali:
 - IERI: navi da trasporto, assalto anfibio (LPD-LHD), derivazione RO-RO (MVAC).
Mistral (Francia), *Rotterdam* (Olanda), *Albion* (Regno Unito).
 - OGGI: navi combattenti (MVAC)
Daring (Regno Unito), *FREMM* (Italia-Francia), *DDG1000* (USA) sono i primi esempi in assoluto.

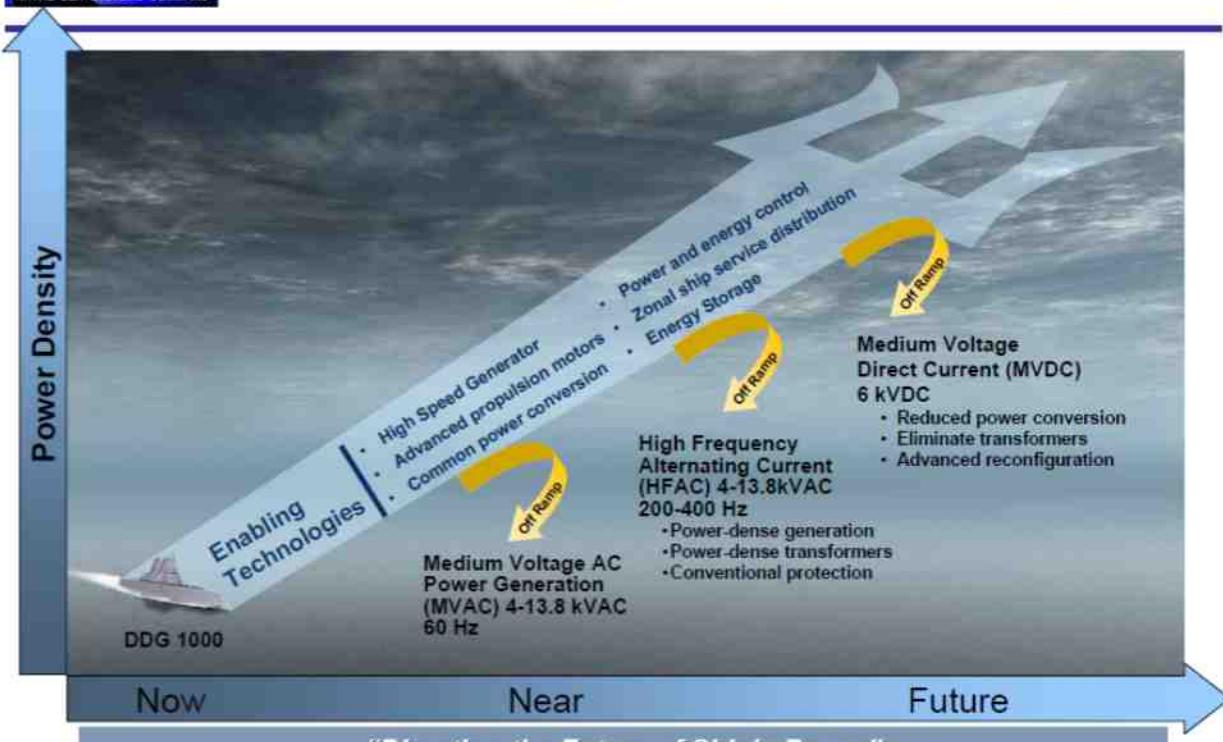
DOMANI ? ? ?

US NAVY - NGIPS

- The primary goal of Next Generation Integrated Power Systems is to provide **smaller, simpler, more affordable and more capable power systems** for all Navy platforms by defining **common open architectures** and developing **common components**.
- Coordinating science and technology investments with research, development, test and evaluation and acquisition programs.
- Appropriate architectures, systems and components to meet the emerging mission load requirements of future ship acquisition programs.
- Common elements such as **zonal electrical distribution, power conversion modules, power generation modules, energy storage modules and electric power control** modules as enablers along an evolutionary development path.
- The technology improves mission capability for current and future ships, and ultimately leads to increased mission power and more fuel efficient ships.
- The technology enables **high-energy pulsed weapon system** development and adoption.



NGIPS Technology Development Roadmap



April 2009

"Directing the Future of Ship's Power"

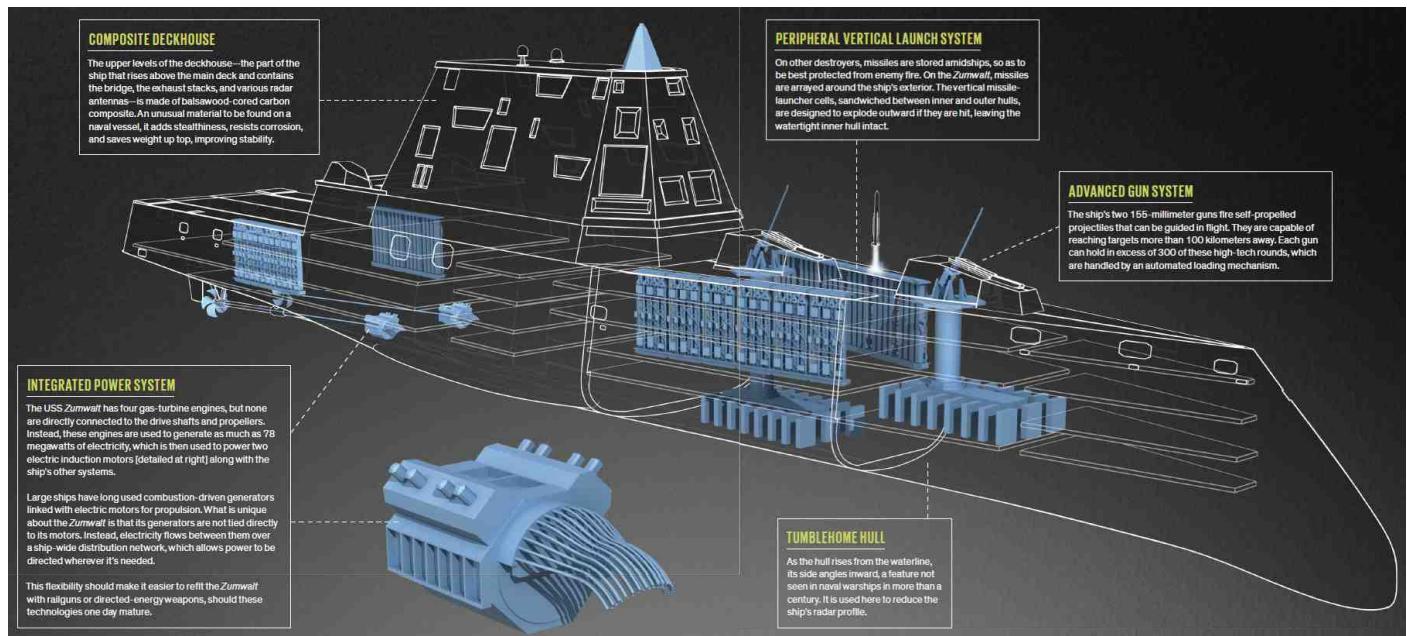
Approved for Public Release

CAPT Doerry

6

US Navy – DDG1000 – USS Zumwalt

Cacciatorpediniere Multiruolo - Heavy weather sea trials in gennaio 2014



22/05/2014

Giorgio Sulligoi

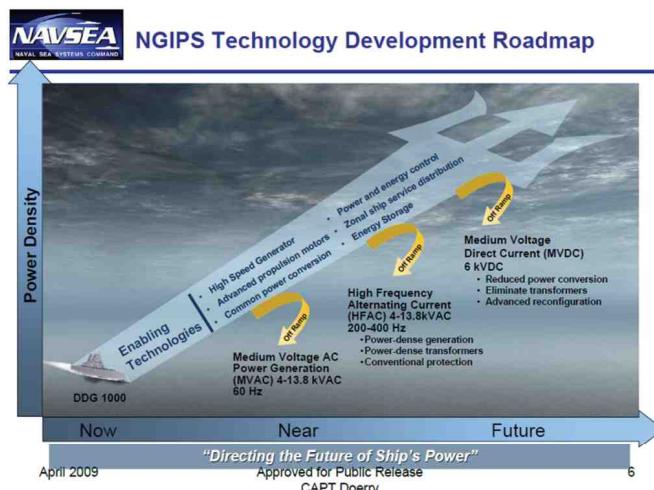
US Navy – Programma NGIPS

Presente:

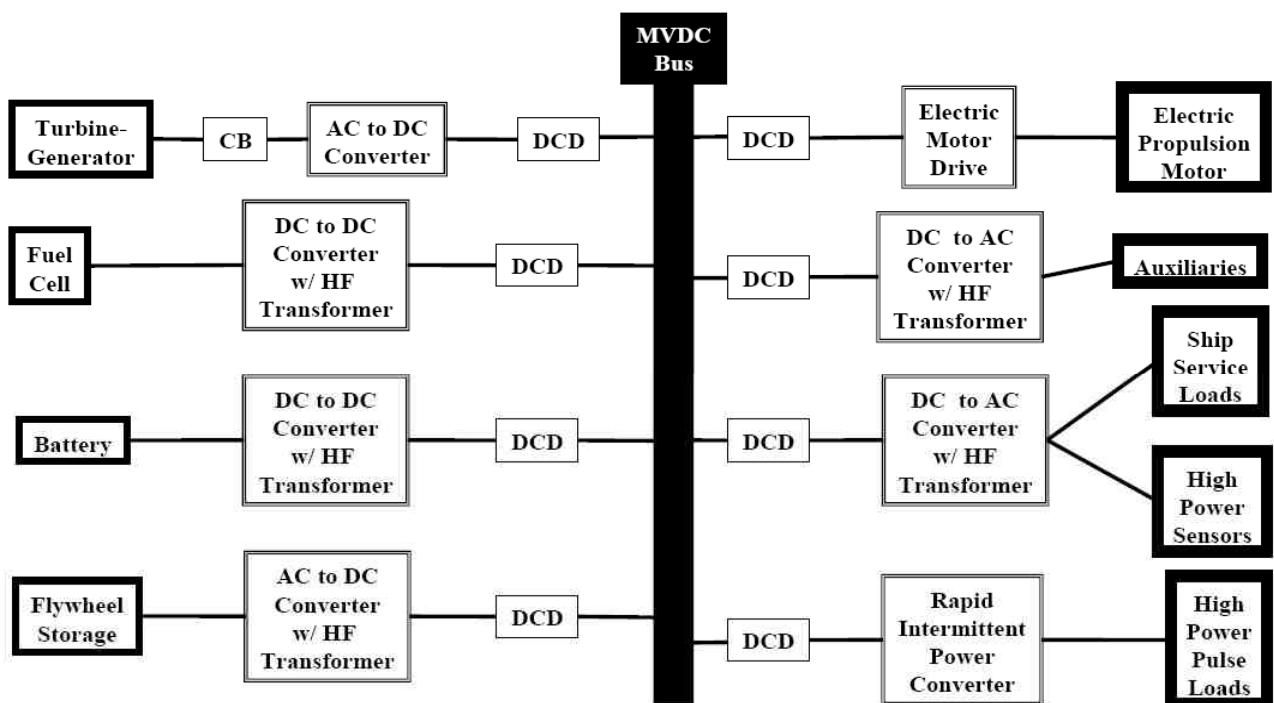
Distribuzione in Media
Tensione in Corrente
Alternata MVAC (Medium
Voltage Alternate Current)

Futuro:

Distribuzione in Media
Tensione in Corrente
Continua MVDC (Medium
Voltage Direct Current)



MVDC



NOTE: CB = Circuit Breaker, DCD = DC Disconnect, HF = High Frequency

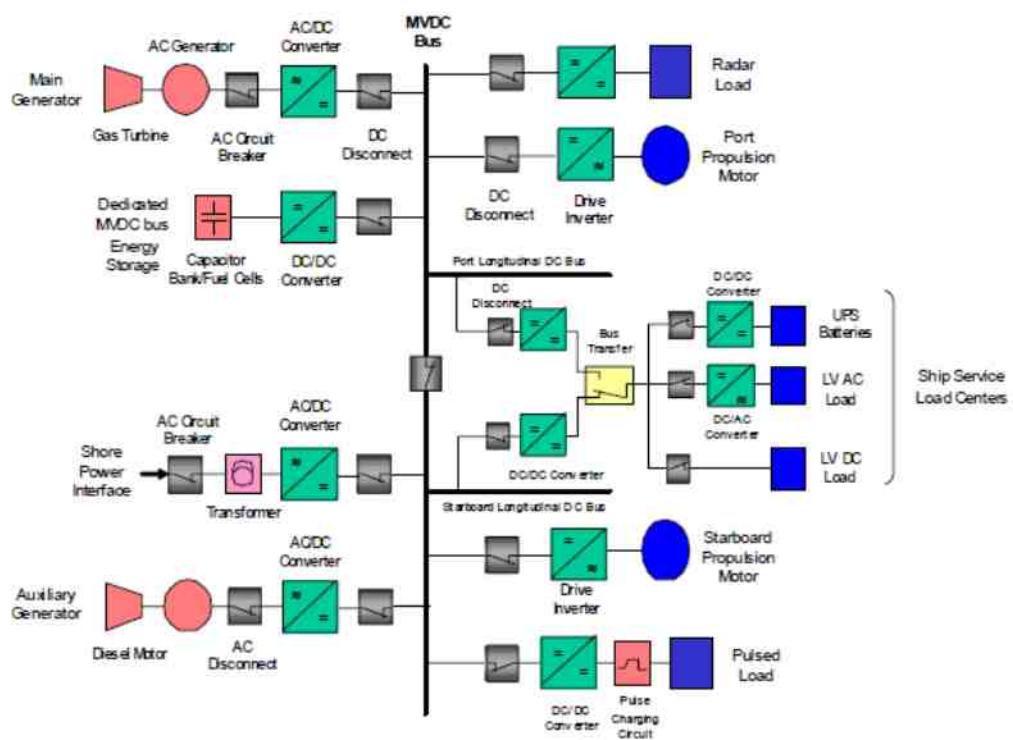
Perché MVDC? Vantaggi attesi

- Integrabilità di carichi impulsivi di elevata potenza (radar, FELs, EMALs, etc).
- Semplificazione nella connessione e disconnessione di differenti taglie di generatori ed accumulatori di energia.
- Miglioramento dell'efficienza energetica nel caso si utilizzino accumulatori, celle a combustibile e accumulatori a volano.
- Eliminazione dei grandi trasformatori a bassa frequenza (50 o 60 Hz).
- Eliminazione del reactive voltage droop.
- Possibilità di flusso di potenza bidirezionale.
- Riduzione del peso dei sistemi di generazione utilizzando generatori ad elevata velocità (turbine a gas).
- Miglioramento del controllo dei flussi di potenza in transitorio ed in condizioni di emergenza.
- Riduzione del consumo di combustibile mediante l'utilizzo di motori primi a giri variabili.
- Eliminazione della necessità di sincronizzare generatori e carichi multipli.
- Riduzione di peso ed ingombro dei sistemi di generazione ottenibile rimuovendo riduttori.

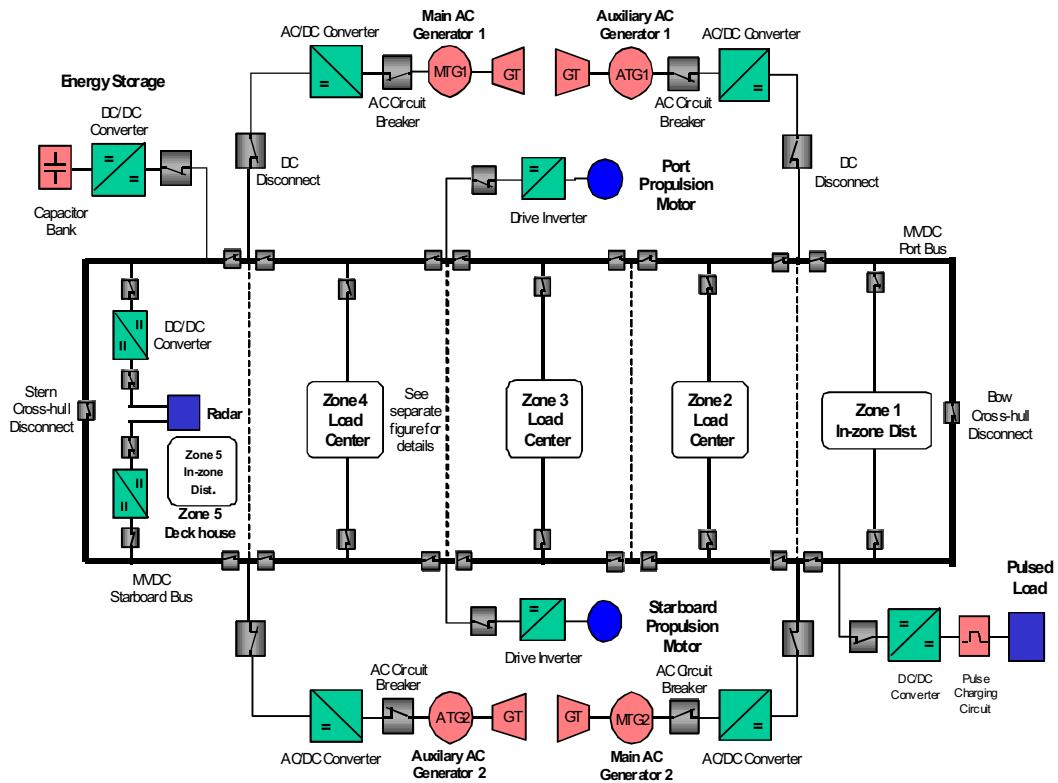
Perché MVDC? Vantaggi attesi

- In sintesi:
 - Integrazione sottosistemi elettrici più flessibile (tutto è disaccoppiato);
 - Gestione più efficiente (utilizzo degli accumuli e delle velocità variabili);
 - Gestione più sicura (maggiore continuità di servizio, naturale riconfigurabilità in caso di perturbazioni da guasti);
 - Sistema elettrico modulare (meno vincoli costruttivi, zonizzazione più spinta, avanzata capacità spare);

MVDC (CONCEPT)



MVDC – ZEDS (CONCEPT)



IEEE Recommended Practice for 1 kV to 35 kV Medium-Voltage DC Power Systems on Ships

IEEE Industry Applications Society

IEEE Std 1709™-2010

Sponsored by the
Petroleum and Chemical Industry Committee

22/05/2014

Giorgio Sulligoi

IEEE Std 1709™-2010

Participants

At the time this recommended practice was submitted to the IEEE-SA Standards Board for approval, the Medium-Voltage DC Power Systems on Ships Working Group had the following membership:

Yuri Khersonsky, Chair
Terry Ericksen, Vice Chair
Paul Bishop, Secretary

John Amy	Narain Hingorani	Mike Roa
Michael Andrus	Boris Jacobson	George Robinson
Tom Baldwin	Hans Krattiger	John Shegerian
Bart Bartolucci	Stephen Kuznetsov	Donald Shmucker
Nicholas Benavides	Steven Ly	Karl Schoder
Dushan Boroyevich	Earl MacDonald	Charles Smith
Arvind Chaudhary	Mohamed Maharsi	Zareh Soghomonian
David Clayton	Timothy J. McCoy	Michael (Mischa) Steurer
Robert Cuzner	Antonello Monti	Giorgio Sulligoi
Charles Darnell	Michael Moodie	Fabio Tosato
Norbert Doerry	Dev Paul	Albert Tucker
Roger Dugal	Steven Pekarek	Peter Walsh
Lyndsay Garrett	Lynn Petersen	Fei (Fred) Wang
Herb Ginn	Joseph Piff	Jim Zgliczynski
	James Rockot	

Perché MVDC? Vantaggi attesi

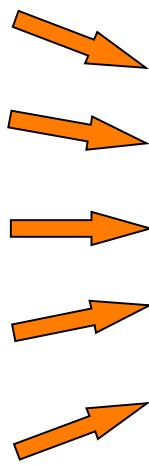
- Integrabilità di carichi impulsivi di elevata potenza (radar, FELs, EMALs, etc).
- Semplificazione nella connessione e disconnessione di differenti taglie di generatori ed accumulatori di energia.
- Miglioramento dell'efficienza energetica nel caso si utilizzino accumulatori, celle a combustibile e accumulatori a volano.
- Eliminazione dei grandi trasformatori a bassa frequenza (50 o 60 Hz).
- Eliminazione del reactive voltage droop.
- Possibilità di flusso di potenza bidirezionale.
- Riduzione del peso dei sistemi di generazione utilizzando generatori ad elevata velocità (turbine a gas).
- Miglioramento del controllo dei flussi di potenza in transitorio ed in condizioni di emergenza.
- Riduzione del consumo di combustibile mediante l'utilizzo di motori primi a giri variabili.
- Eliminazione della necessità di sincronizzare generatori e carichi multipli.
- Riduzione di peso ed ingombro dei sistemi di generazione ottenibile rimuovendo riduttori.

Perché MVDC? Vantaggi attesi

- Integrabilità di carichi impulsivi di elevata potenza (radar, FELs, EMALs, etc).
- Semplificazione nella connessione e disconnessione di differenti taglie di generatori ed accumulatori di energia.
- Miglioramento dell'efficienza energetica nel caso si utilizzino accumulatori, celle a combustibile e accumulatori a volano.
- Eliminazione dei grandi trasformatori a bassa frequenza (50 o 60 Hz).
- Eliminazione del reactive voltage droop.
- Possibilità di flusso di potenza bidirezionale.
- Riduzione del peso dei sistemi di generazione utilizzando generatori ad elevata velocità (turbine a gas).
- Miglioramento del controllo dei flussi di potenza in transitorio ed in condizioni di emergenza.
- Riduzione del consumo di combustibile mediante l'utilizzo di motori primi a giri variabili.
- Eliminazione della necessità di sincronizzare generatori e carichi multipli.
- Riduzione di peso ed ingombro dei sistemi di generazione ottenibile rimuovendo riduttori.

Possibile futuro – la proposta MVDC

- Propulsione Elettrica
 - Sistema Elettrico Integrato
- Generatori Compatti a Giri Variabili
- Azionamenti a Velocità Variabile e/o Conversione Statica dell'Energia (>84%!)



MVDC

Distribuzione
dell'Energia Elettrica
in Media Tensione
Continua

www.mvdc.it



SISTEMA ELETTRICO INTEGRATO CON DISTRIBUZIONE IN MEDIA TENSIONE A CORRENTE CONTINUA PER GRANDI NAVI A PROPULSIONE ELETTRICA

CAPOFILA: FINCANTIERI - CANTIERI NAVALI ITALIANI SPA
VIA GENOVA, 1 - 34121 TRIESTE
www.fincantieri.it

FINCANTIERI



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRIESTE
DIP. DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE
P.LE EUROPA, 1 - 34127 TRIESTE
www.units.it

CONSORZIO PER L'AREA DI RICERCA SCIENTIFICA
E TECNOLOGICA DI TRIESTE
PADRICIANO, 99 - 34149 TRIESTE
www.area.trieste.it

AREA
Science Park



Dipartimento di Elettrotecnica

POLITECNICO DI MILANO
DIP. DI ELETTROTECNICA
P.ZZA LEONARDO DA VINCI, 32 - 20133 MILANO
www.polimi.it

22/05/2014

Giorgio Sulligoi

www.mvdc.it

RESPONSABILE DI PROGETTO: Marco Tabai - FINCANTIERI SPA

MVDC Large Ship (Medium Voltage Direct Current for Large Ship) è un progetto di ricerca industriale che intende valutare, da un punto di vista tecnico-scientifico, l'implementazione di un sistema elettrico integrato con distribuzione in media tensione a corrente continua in grandi navi passeggeri a propulsione elettrica.

Il progetto affronta una delle tematiche più promettenti e strategiche nel campo delle grandi navi a propulsione elettrica: la distribuzione dell'energia elettrica in media tensione a corrente continua anziché a corrente alternata.

I vantaggi di questa soluzione sono numerosi: la potenza elettrica installata a bordo può essere notevolmente ridotta e la sua gestione razionalizzata, portando ad un miglioramento nelle caratteristiche di flessibilità e affidabilità dell'intero sistema. L'utilizzo di corrente continua comporta inoltre una razionalizzazione dello spazio a bordo nave, aumento del "carico pagante" (cabine passeggeri), dell'autonomia della nave, della sicurezza e del comfort.

Il progetto è stato avviato in data 01/10/2010 e terminerà il 31/01/2014.

MVDC Large Ship è un progetto co-finanziato dalla Regione Friuli Venezia Giulia con fondi comunitari FESR - Fondo Europeo di Sviluppo Regionale.



Unione Europea
FESR



Ministero dello
Sviluppo Economico



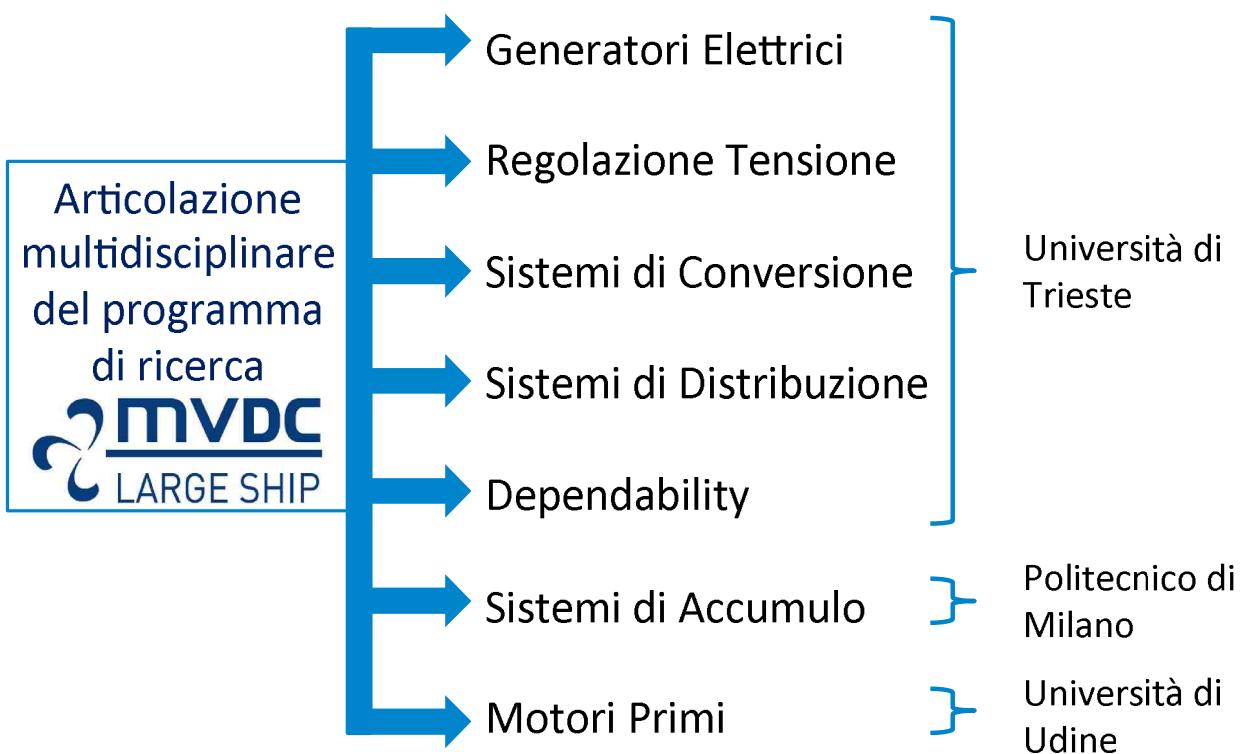
REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA



22/05/2014

Giorgio Sulligoi

Articolazione del programma di ricerca MVDC Large Ship



CONCLUSIONI/to be continued ...

- Gruppo di ricerca:

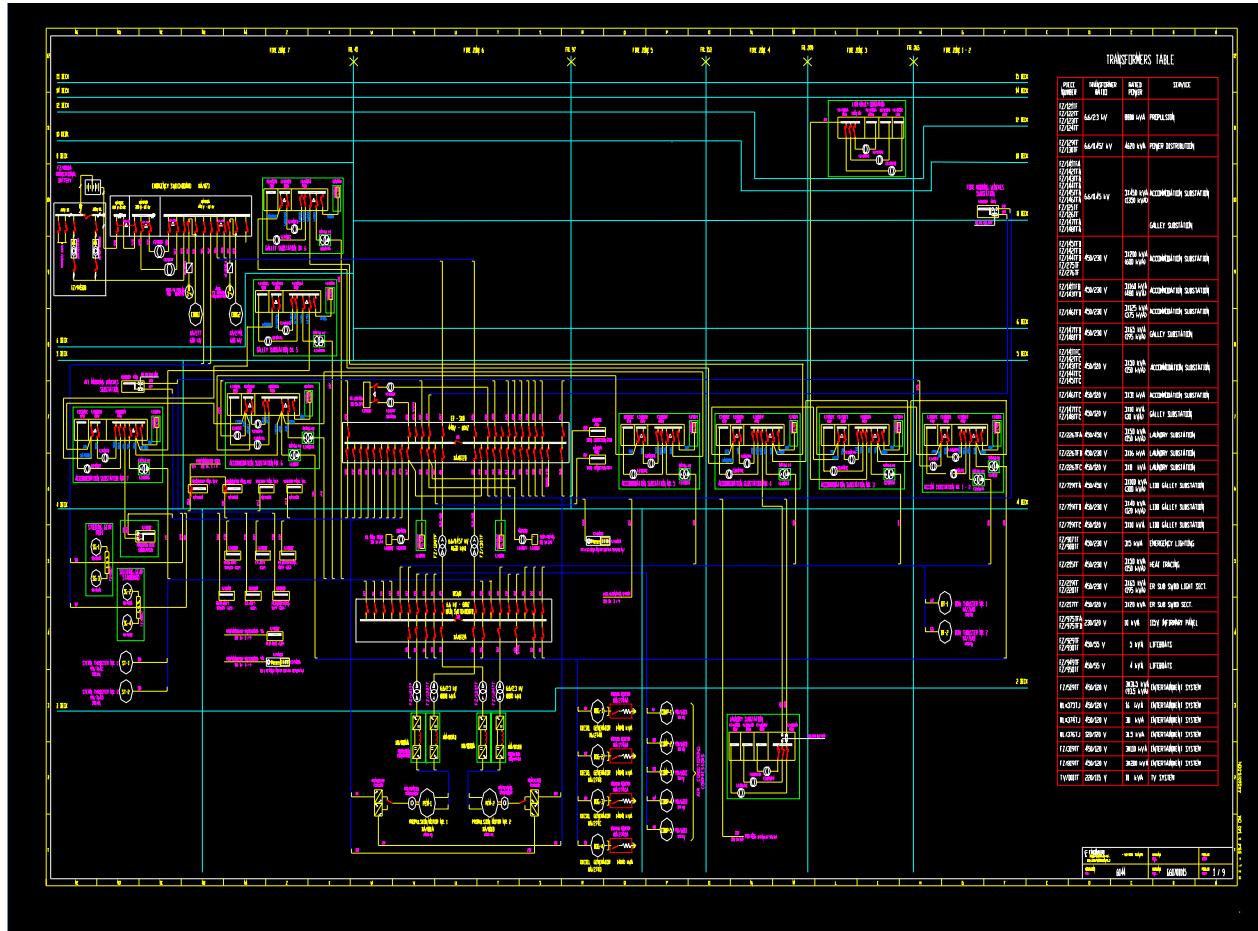
EPGC Lab. → → →

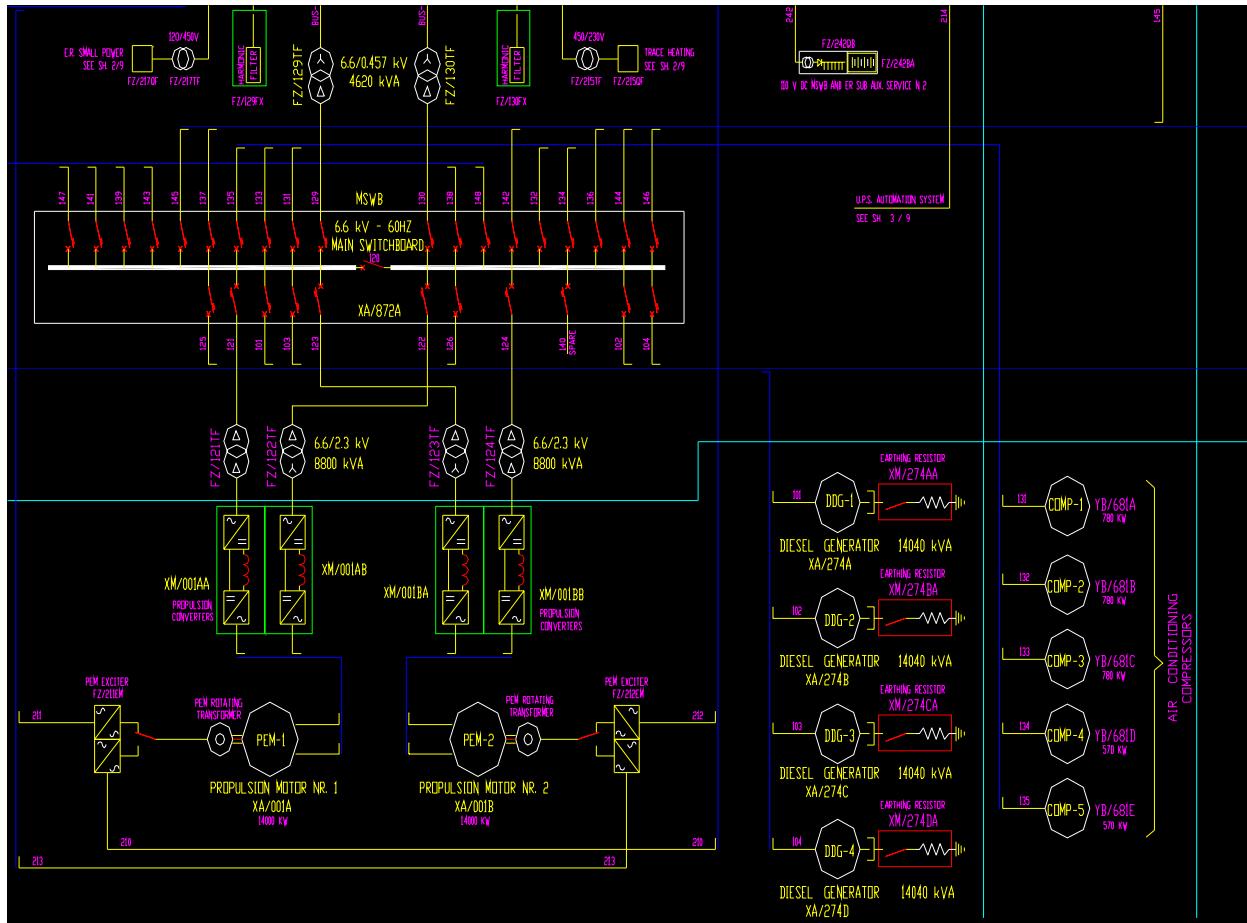


Lab. of Grid Connected and Marine
Electric Power
Generation and Control

Head : G.Sulligoi
Research Directors: V.Arcidiacono, G.Giadrossi, F.Tosato
Post Docs: M.Chiandone, D.Bosich
Ph.D. Students: A.Da Rin, A.Vicenzutti, R.Campaner
Technical Supervisor: P.Pruni

gsulligoi@units.it



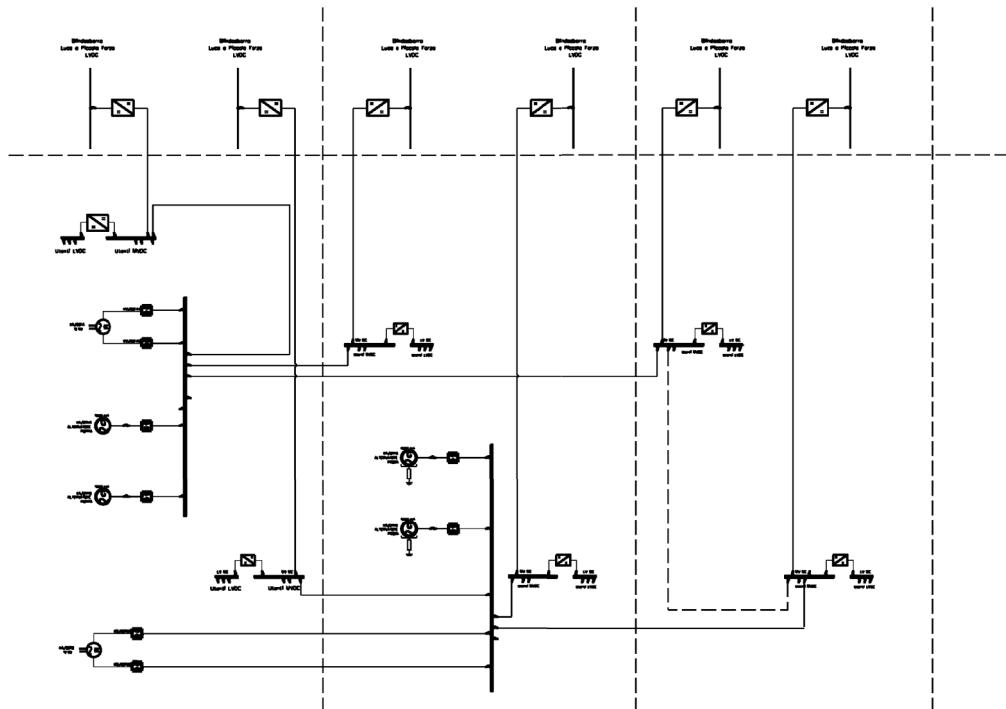


22/05/2014

Giorgio Sulligoi

Criteri di progettazione di una nave in corrente continua

Possibile sistema di distribuzione di una nave MVDC





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE



Lab. of Grid Connected and Marine
Electric Power
Generation and Control

APPLICAZIONI ELETTRICHE NAVALI:

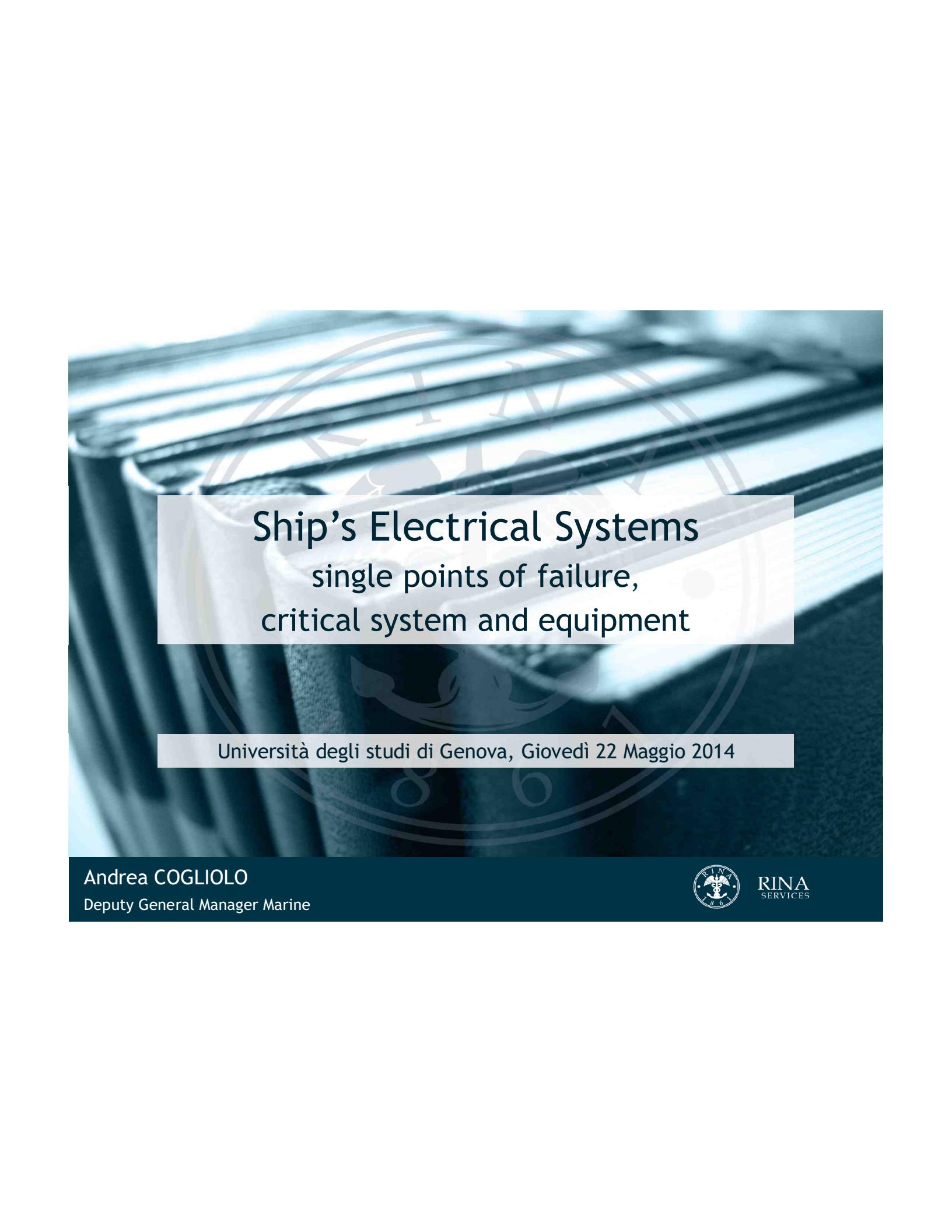
dagli azionamenti di propulsione ai sistemi elettrici integrati

Grazie per l'attenzione!

gsulligoi@units.it

22/05/2014

Giorgio Sulligoi



Ship's Electrical Systems

single points of failure,
critical system and equipment

Università degli studi di Genova, Giovedì 22 Maggio 2014

Andrea COGLIOLO
Deputy General Manager Marine



INDEX

- Rules and regulations - single failure concept
- New designs - from single failure to casualty
- Identification of critical system and equipment
- Example of evolution in the design



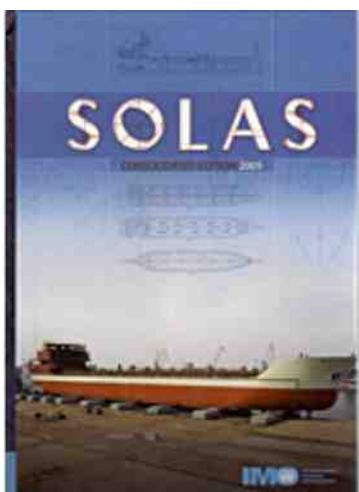
RINA
SERVICES

Single failure concept

Ch. II.1 - Regulation 26 - General

...
3 Means shall be provided whereby **normal operation of propulsion machinery** can be sustained or restored even though **one of the essential auxiliaries becomes inoperative**. Special consideration shall be given to the malfunctioning of :

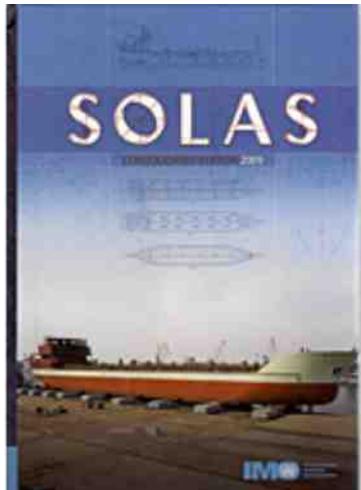
- .1 a generating set which serves as a main source of electrical power ;
 - .2 the sources of steam supply ;
 - .3 the boiler feedwater systems ;
 - .4 the fuel oil supply systems for boilers or engines ;
 - .5 the sources of lubricating oil pressure ;
 - .6 the sources of water pressure ;
 - .7 a condensate pump and the arrangements to maintain vacuum in condensers ;
 - .8 the mechanical air supply for boilers ;
 - .9 an air compressor and receiver for starting or control purposes ;
 - .10 the hydraulic, pneumatic or electrical means for control in main propulsion machinery including controllable pitch propellers.
- ...



RINA
SERVICES

Single failure concept

SOLAS single failure concept



Propulsion machinery can be sustained or restored even though one of the essential auxiliaries becomes inoperative

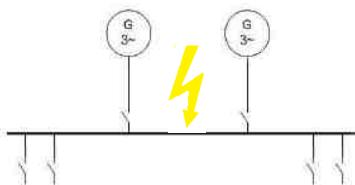
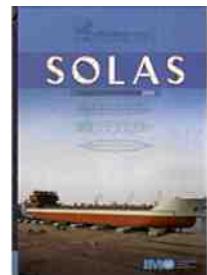
What about loss of main source?

Before 1.7.2010 (SRtP enforcement) only emergency source and relevant emergency services are designed to be available

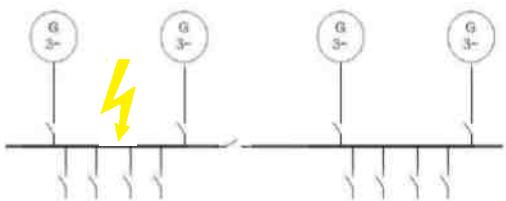


RINA
SERVICES

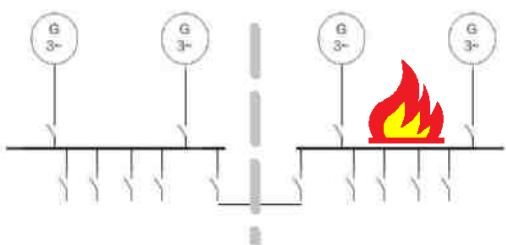
From single failure concept to casualty concept



Cargo ship or passenger ship not subject to safe return to port regulations having propulsion **not** depending on electrical power availability



Cargo ship or passenger ship not subject to safe return to port regulations having propulsion depending on electrical power availability



Passenger ship subject to safe return to port regulations or cargo ship subject to particular requirements (e.g. Dynamic Positioning IMO3)



RINA
SERVICES

Safe Return to Port



Purpose
increase ships' survivability:
ship as its own best lifeboat



after a casualty that does not exceed a specified casualty threshold:

design criteria
for a ship's safe return to port
under its own propulsion

performance standard
for safe areas for passenger
accommodation

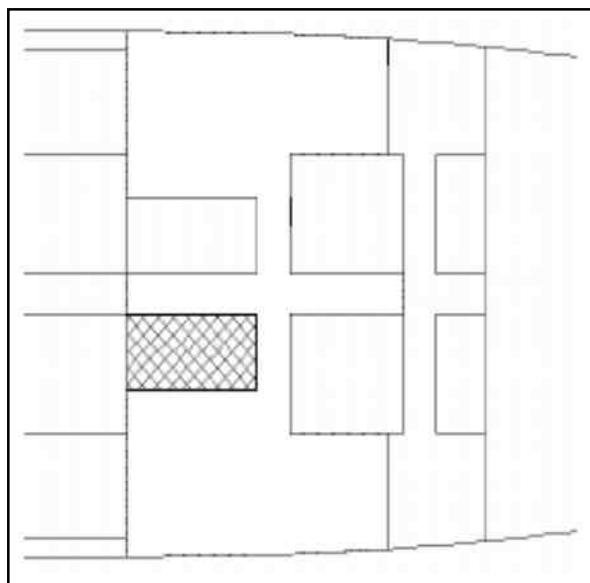
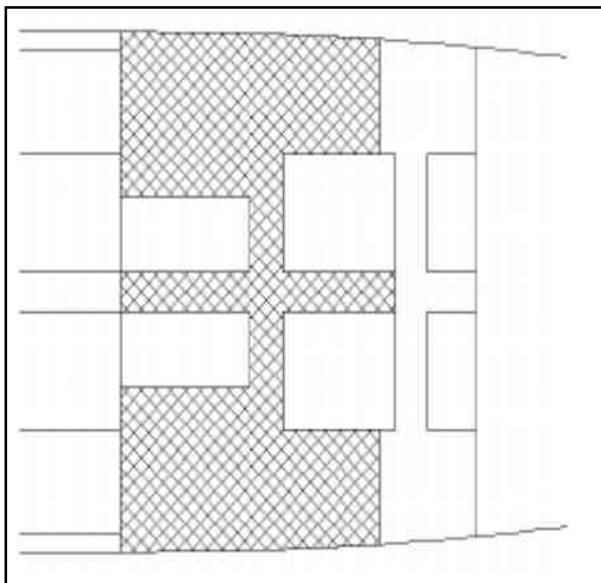
when the casualty threshold is exceeded:

design criteria
for a safe abandon
of the ship



RINA
SERVICES

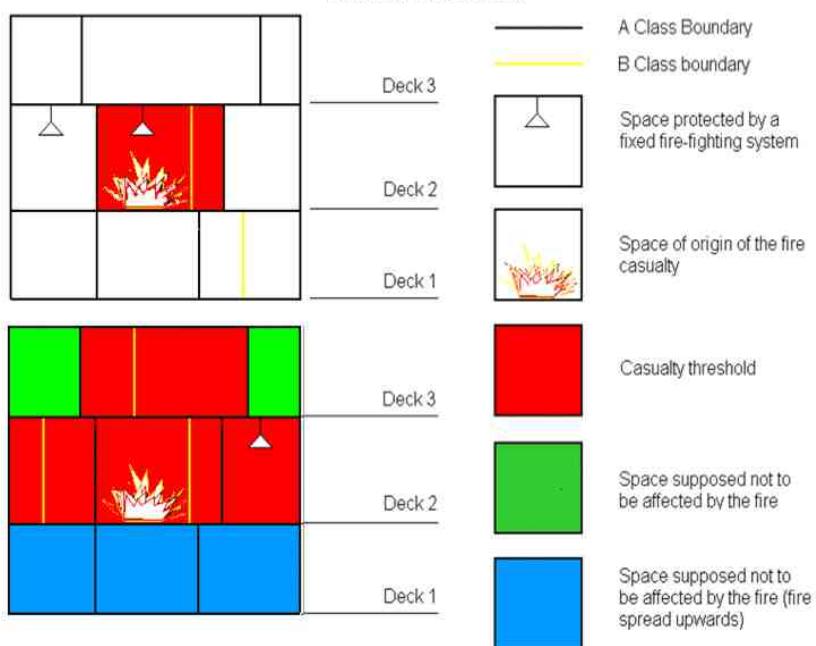
Casualty threshold Flooding



RINA
SERVICES

Casualty threshold Fire

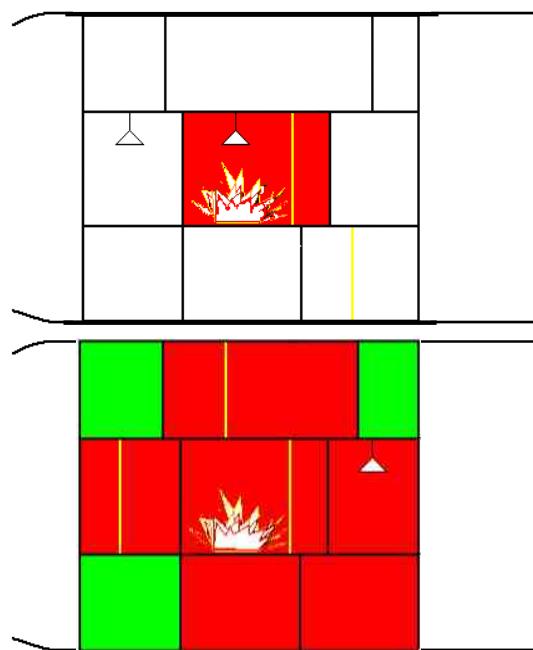
LONGITUDINAL VIEW



RINA
SERVICES

Casualty threshold Fire

DECK VIEW



- A Class Boundary
- B Class boundary
- Space protected by a fixed fire-fighting system
- Space of origin of the fire casualty
- Casualty threshold
- Space supposed not to be affected by the fire



RINA
SERVICES

Ship's systems

A ship shall be designed to guarantee that the following systems remain operative in the remaining part of the ship not affected by the casualty thresholds:

- propulsion;
- steering and control systems;
- navigational systems;
- fuel oil systems;
- internal communication between the bridge, engineering spaces, safety centre, fire-fighting and damage control teams, as required for passenger and crew notification and mustering;
- external communication;
- fire main system;
- fixed fire-extinguishing systems;
- fire and smoke detection systems;
- bilge and ballast systems;
- power-operated watertight and semi-watertight doors;
- systems intended to support safe areas;
- flooding detection systems;
- other systems determined by the flag Administration to be vital for damage control efforts



RINA
SERVICES

Safe Areas

While applying the fire casualty threshold, the ship should maintain a minimum level of habitability, aimed at ensuring the availability of safe areas, designed to safely accommodate all persons on board. The Safe area is any area(s) (which is not flooded or which is outside the main vertical zone(s) in which a fire has occurred) such that it can safely accommodate all persons onboard to protect them from hazards to life or health and provide them with basic services

In this respect, safe areas are internal spaces, where basic services such as

- sanitation,
- water,
- food,
- medical care,
- lighting and
- ventilation

are maintained and/or external space where in addition shelter from the weather and means of preventing heat stress and hypothermia are available.

Means of access to life-saving appliances shall be provided from each area identified or used as a safe area, taking into account that a MVZ might not be available for internal transit.



RINA
SERVICES

Consequence of progression of fire

When the casualty threshold stipulated by the rules is exceeded new regulation II-2/22 applies.

New casualty threshold:
any one of the MVZs is considered lost

Certain safety systems shall remain operational for at least 3 hours

This requirement does not apply for the purpose of reg. II-1/8-1
(flooding)



RINA
SERVICES

Orederly evacuation and abandonment

Systems required to remain operational after a fire casualty for at least 3 hours for orderly evacuation and abandonment

- Fire main
- Internal communications to be used in support of fire-fighting as required for passenger and crew notification and evacuation
- Means of external communications
- Bilge systems for removal of fire-fighting water
- Lighting along escape routes, at assembly stations and at embarkation stations of life saving appliances
- Guidance systems for evacuation (LLL or equivalent)



RINA
SERVICES

Identification of critical equipment and systems

- Safety risk for the ship, the passengers, the crew
- Environmental risk
- Commercial and image risks for the Company

Risk Before Additional Controls & Safeguards

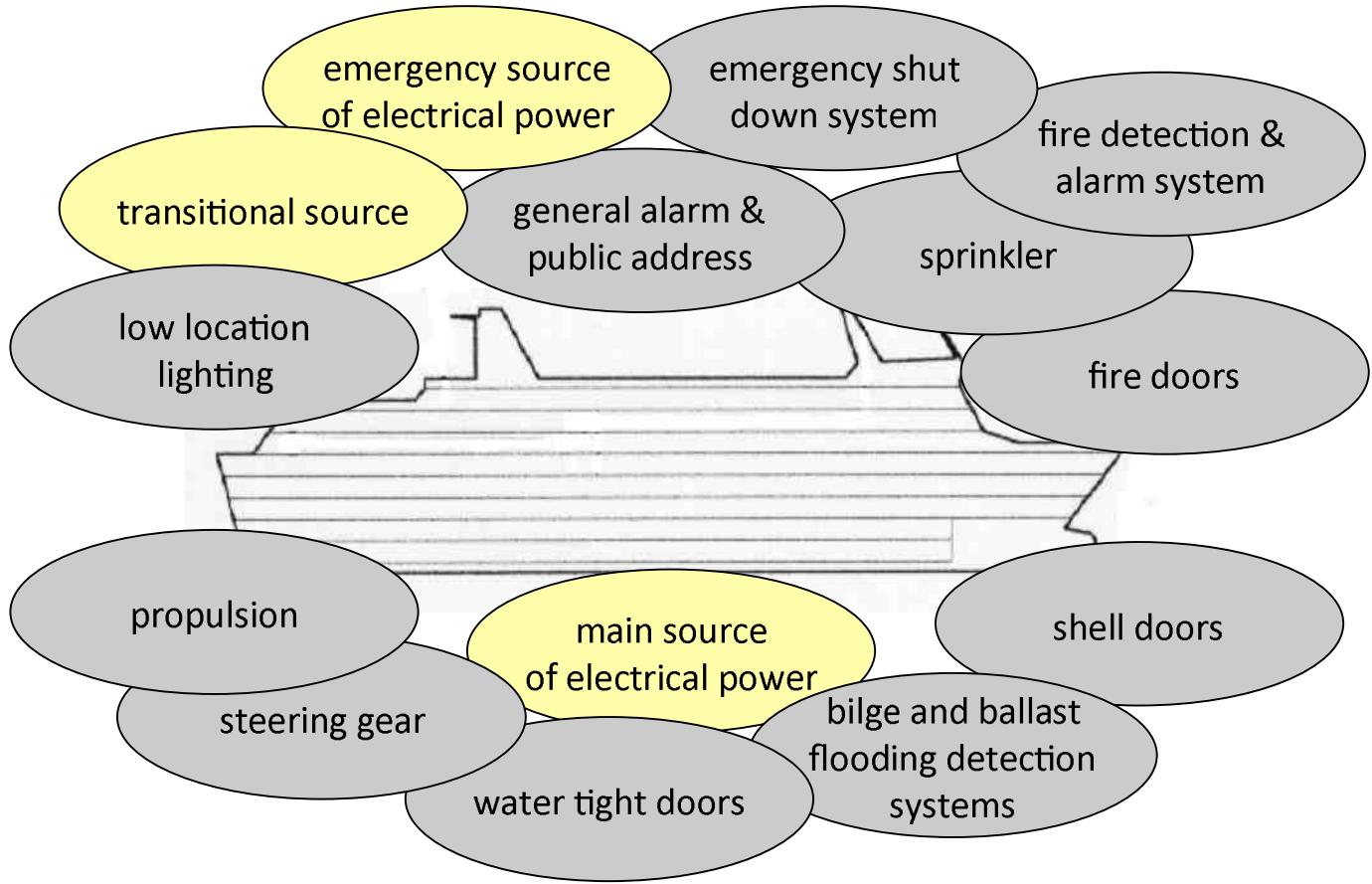
Consequence		Time to Repair	Reputation	Likelihood	Risk Ranking
Personnel	Environment				

Space N° SS-SP 01 Name: Heeling pump room
Importance Ranking:

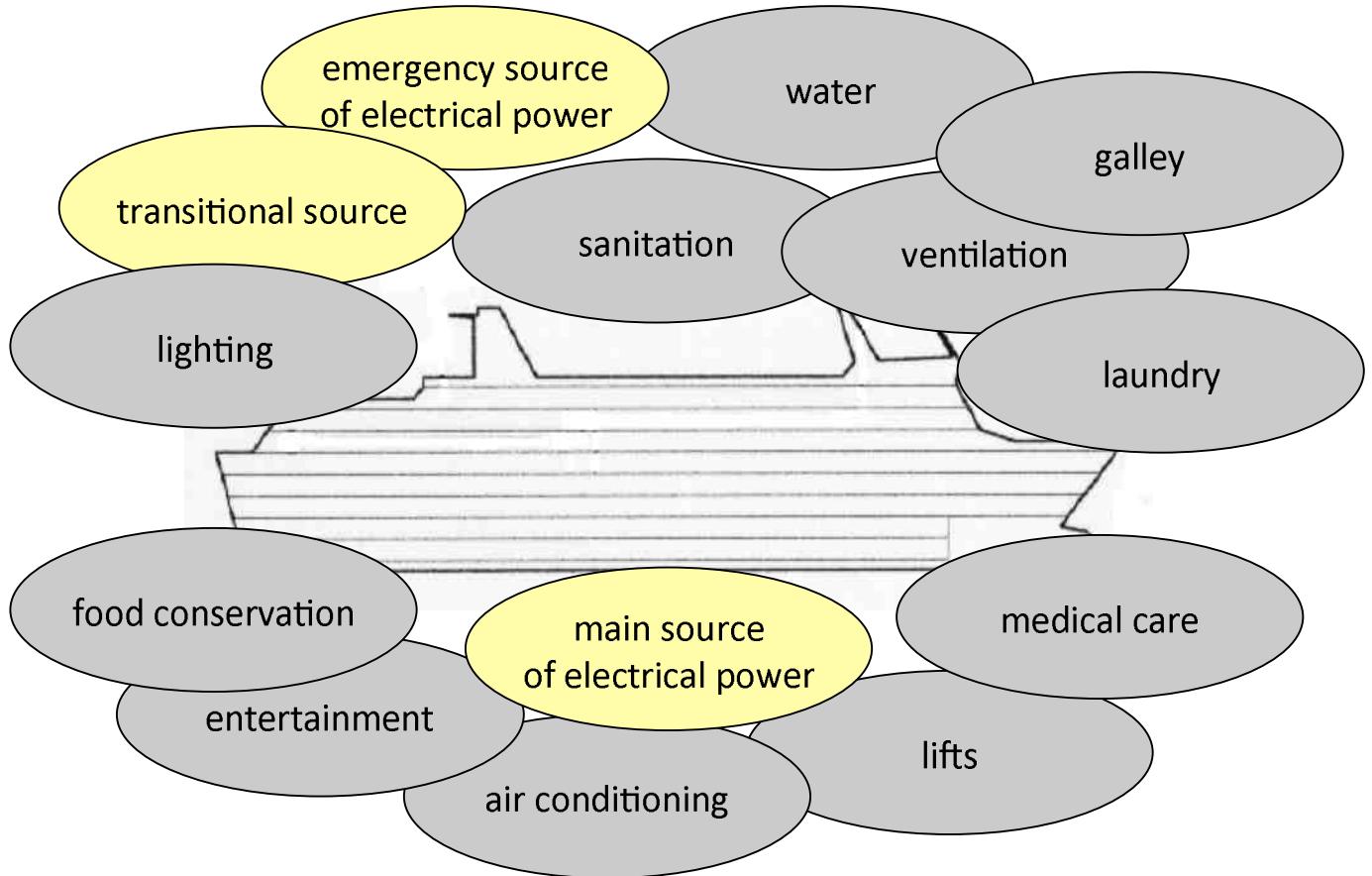
Hazard ID N°	Equipment/ Systems	Subsystem	Hazard Description	Causes	Primary Consequence	Existing controls & Safeguards	Risk Before Additional Controls & Safeguards					Additional Controls & Safeguards		Risk After Additional Controls & Safeguards										
							Consequence					Mitigation Class					Consequence							
							(Personnel)	Environment	Passenger Services	Propulsion Availability	Time to Repair	Reputation	Likelihood	Risk Ranking								Likelihood	Risk Ranking	



RINA
SERVICES

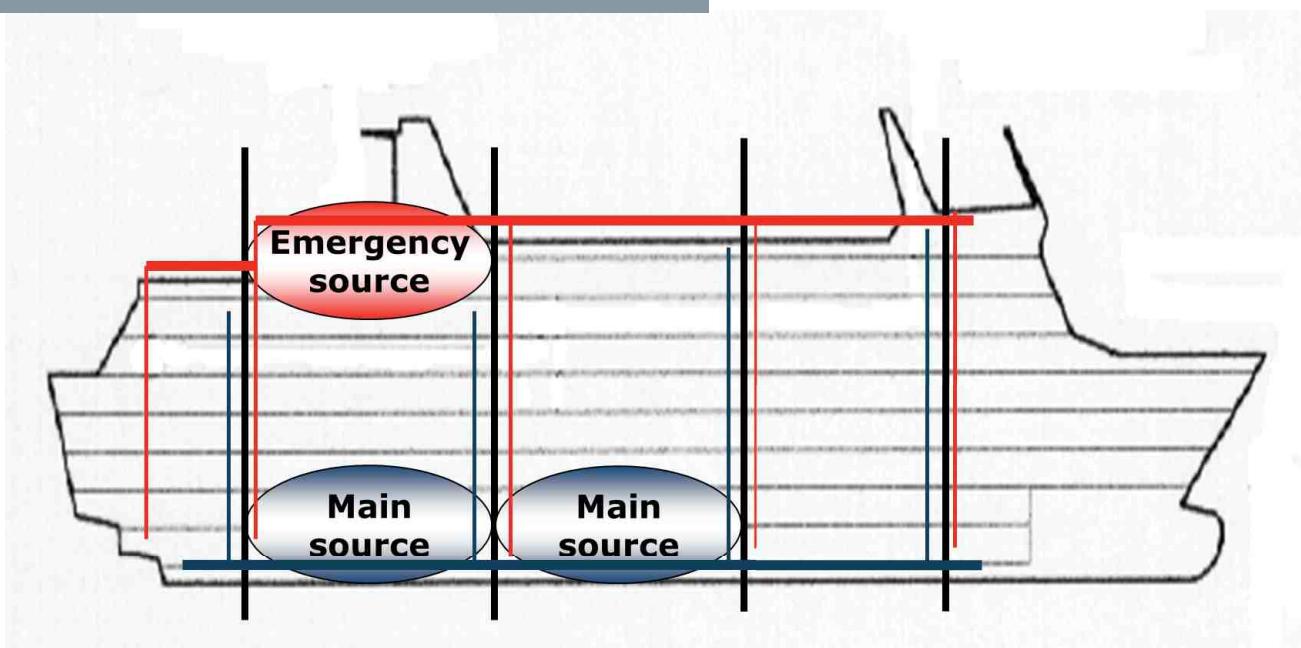


RINA
SERVICES



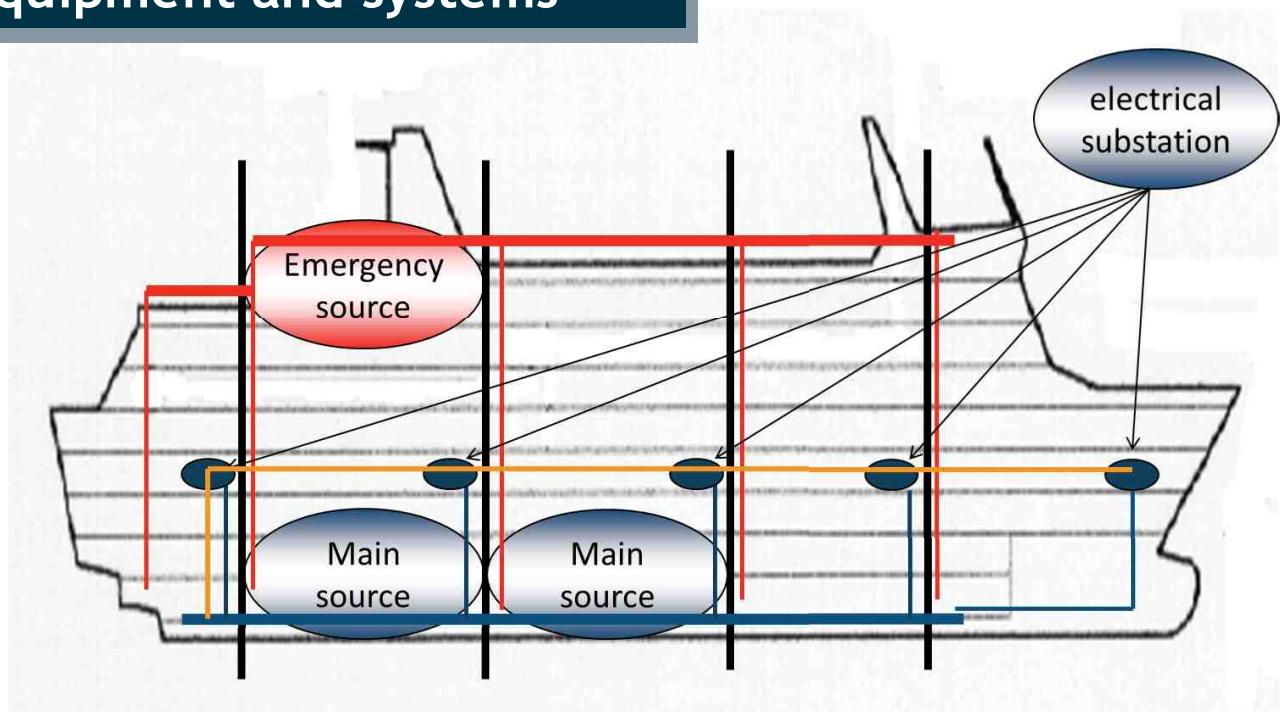
RINA
SERVICES

Identification of critical equipment and systems



RINA
SERVICES

Identification of critical equipment and systems



RINA
SERVICES

Example of evolution in the design



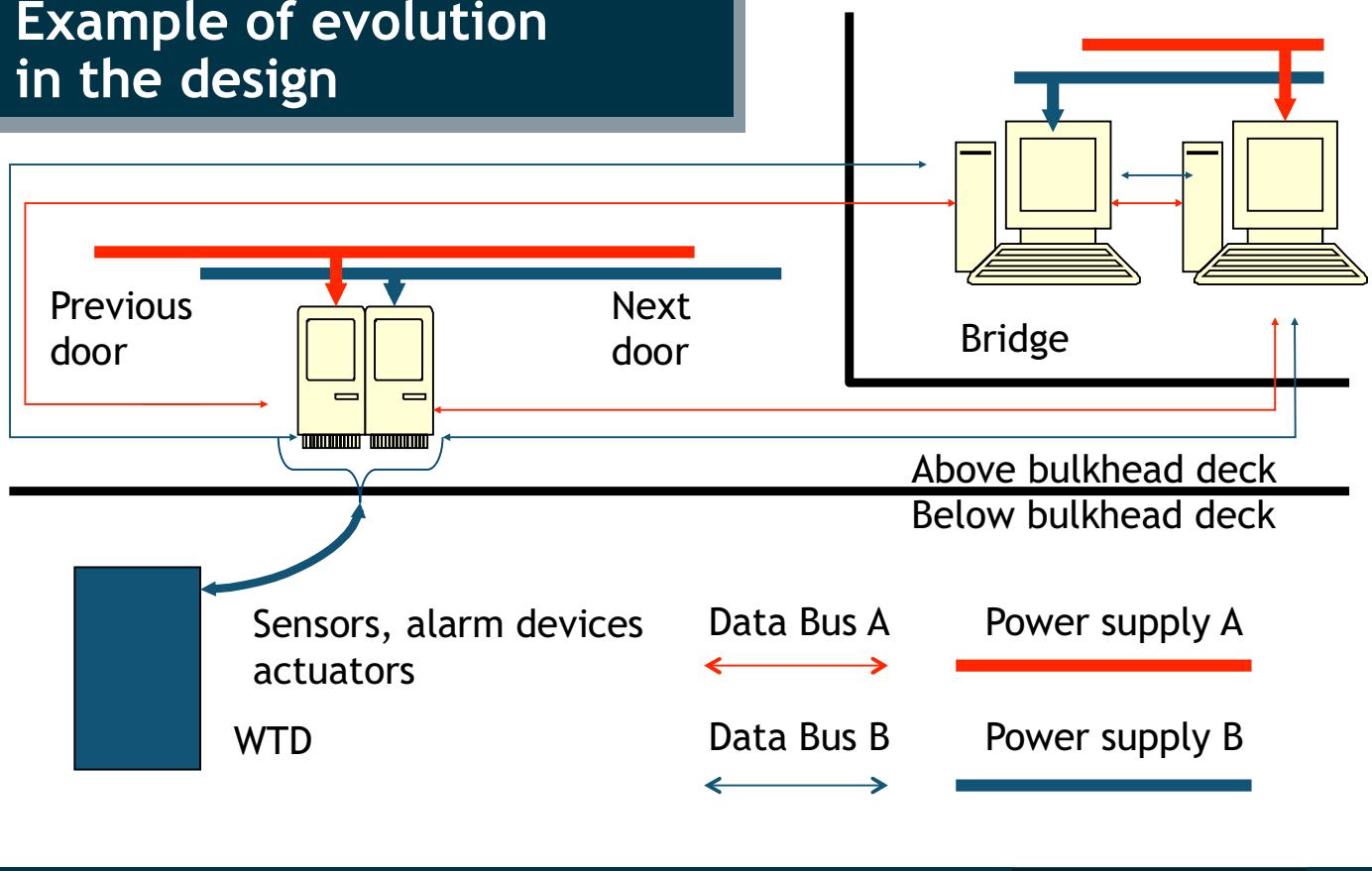
Electro hydraulic type
Electrical type

- door status indication
- door closure control
- door in (remote) closure alarm
- power for hydraulic power pack
- power pack alarm



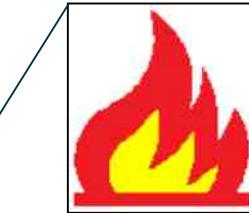
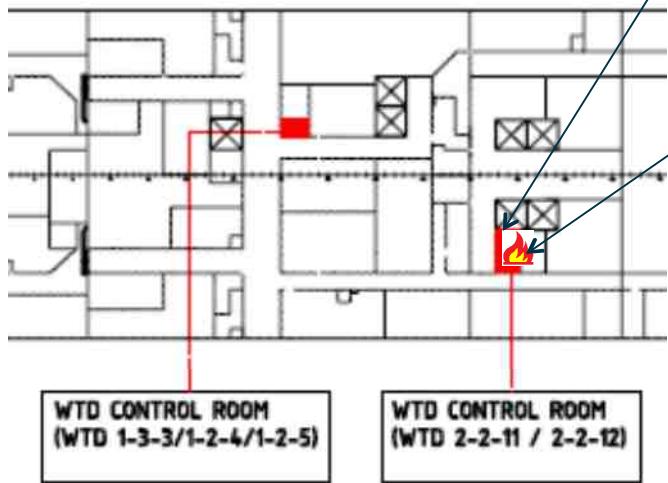
RINA
SERVICES

Example of evolution in the design



RINA
SERVICES

Example of evolution in the design



IMO

INTERNATIONAL
MARITIME
ORGANIZATION

E

4 ALBERT EMBANKMENT
LONDON SE1 7SR
Telephone: +44 (0)20 7735 7611 Fax: +44 (0)20 7587 3210

MSC.1/Circ.1369
22 June 2010

INTERIM EXPLANATORY NOTES FOR THE ASSESSMENT OF PASSENGER SHIP
SYSTEMS' CAPABILITIES AFTER A FIRE OR FLOODING CASUALTY

II-2/21.4.11 Power-operated watertight and semi-watertight doors - Interpretation 39

Indication to show whether each door is open or closed should be provided for any fire casualty not exceeding the casualty threshold except for those doors in the boundary of spaces directly affected by the casualty.



RINA
SERVICES

Example of evolution in the design

fire detector and alarm



holding - automatic closure - indication sensor - release



Example of evolution in the design



Fire Detection and Fire Alarm Systems

Integration with other systems

No more centralized systems
(IMO Safe Return to Port)

System functions

- Fire detection system
- Sprinkler system
- Fire doors control and indication
- Fire damper control and indication
- Ventilation fans (accommodation)
- LLL
- Patrolling records

Monitoring function

X	
X	
X	X
X	X
X	X
X	X
X	X

Control

The system is to be the subject of a FMEA Study



Thank you !



RINA
SERVICES



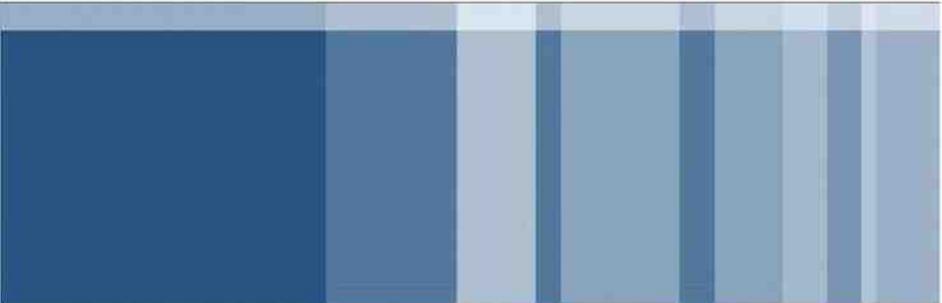
Università degli Studi di Genova, 22 maggio 2014

EVOLUZIONE DEI SISTEMI ELETTRICI A BORDO NAVE



POLITECNICO
DI MILANO

Dipartimento di elettronica,
informazione e bioingegneria



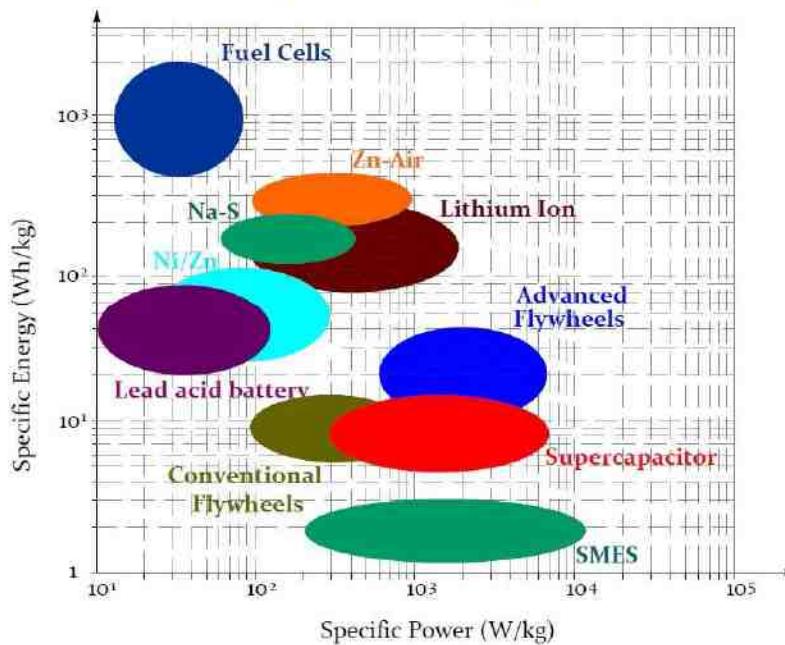
**Applicazioni degli accumuli negli impianti
elettrici navali con distribuzione in corrente
continua**

Responsabile scientifico

Enrico Tironi



Diagramma di Ragone



I sistemi di accumulo di energia possono essere suddivisi in due differenti gruppi:

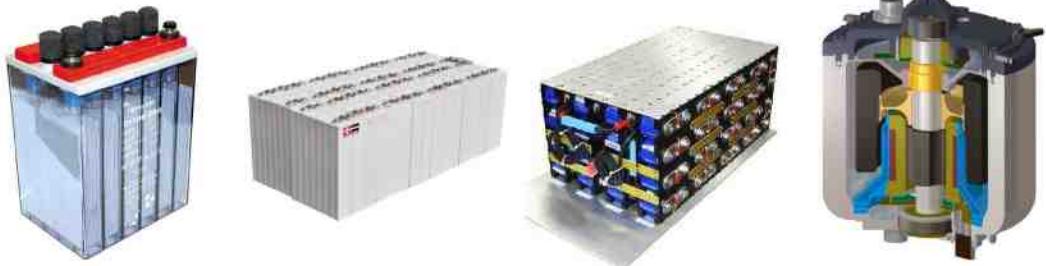
- Accumuli di **potenza** (elevata potenza specifica)
 - Supercondensatori
 - Flywheels
- Accumuli di **energia** (elevata energia specifica)
 - Batterie al litio



PRESTAZIONI E CARATTERISTICHE DEI SISTEMI DI ACCUMULO



	Batterie al piombo	Batterie al litio - ione	Supercondensatori	Volani
Energia specifica [Wh/kg]	30 -50	90 - 190	2 - 5	10 - 50
Potenza specifica [W/kg]	10 -100	200 - 800	100 - 4 000	500 – 3 000
Life cycles	200 -300	500 - 2 000	1 000 000	20 years





Gli studi condotti fanno riferimento ad una nave con i seguenti dati:

- Gruppi di generazione diesel elettrici
 - n°2 gruppi da 15.75 MVA
 - n°2 gruppi da 10.5 MVA
- Potenza complessiva dei thrusters di manovra = 6.3 MW
 - n°2 thrusters da 2.2 MW
 - n°1 thruster da 1.9 MW



Permettono il miglioramento in termini di **prestazioni, affidabilità e sicurezza**

APPLICAZIONI STUDIATE:



Permettono il miglioramento in termini di **prestazioni, affidabilità e sicurezza**

APPLICAZIONI STUDIATE:

- **Supporto** ai gruppi diesel elettrici nelle fasi di presa di carico dei **Thrusters**;



Permettono il miglioramento in termini di **prestazioni, affidabilità e sicurezza**

APPLICAZIONI STUDIATE:

- **Supporto** ai gruppi diesel elettrici nelle fasi di presa di carico dei **Thrusters**;
- **Sostegno** della rete nelle fasi di riconfigurazione dei carichi a seguito della **perdita di gruppi di generazione**;



Permettono il miglioramento in termini di **prestazioni, affidabilità e sicurezza**

APPLICAZIONI STUDIATE:

- **Supporto** ai gruppi diesel elettrici nelle fasi di presa di carico dei **Thrusters**;
- **Sostegno** della rete nelle fasi di riconfigurazione dei carichi a seguito della **perdita di gruppi di generazione**;
- **Incremento transitorio del livello di guasto** a valle di un convertitore DC/AC;



Permettono il miglioramento in termini di **prestazioni, affidabilità e sicurezza**

APPLICAZIONI STUDIATE:

- **Supporto** ai gruppi diesel elettrici nelle fasi di presa di carico dei **Thrusters**;
- **Sostegno** della rete nelle fasi di riconfigurazione dei carichi a seguito della **perdita di gruppi di generazione**;
- **Incremento transitorio del livello di guasto** a valle di un convertitore DC/AC;
- **Stabilizzazione della rete DC** con carichi a potenza costante.



SUPPORTO AI GRUPPI DIESEL DURANTE LA PRESA DI CARICO DEI THRUSTERS

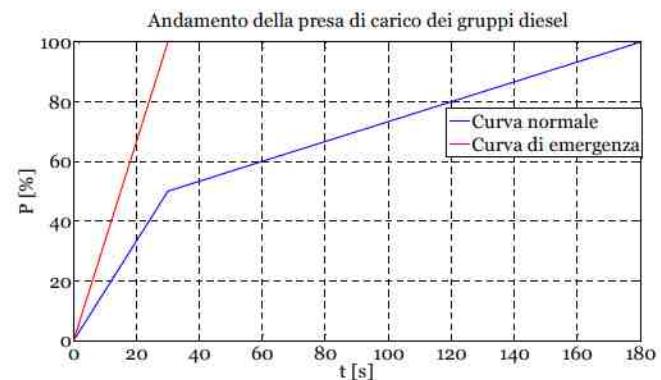
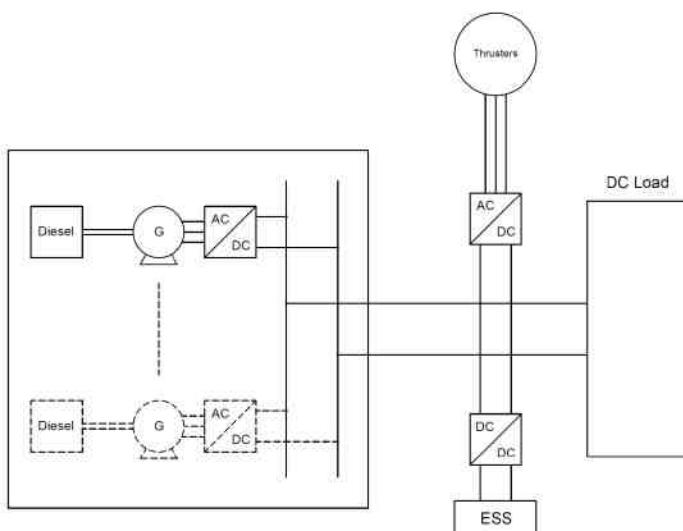


PROBLEMA

Esigenza di una **rapida** presa di carico dei thrusters durante la manovra di attracco in porto

I gruppi diesel utilizzati possiedono limitazioni in termini di $\Delta P / \Delta t$

Introduzione di accumuli per **velocizzare** la presa di carico dei thrusters



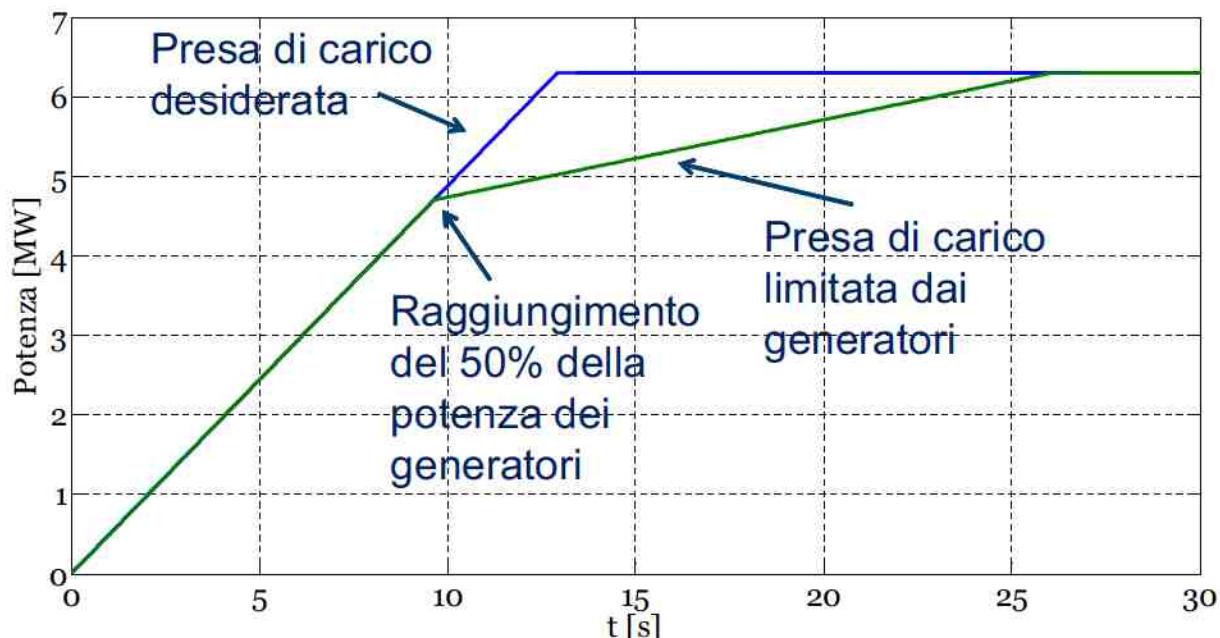


SUPPORTO AI GRUPPI DIESEL DURANTE LA PRESA DI CARICO DEI THRUSTERS



POLITECNICO
DI MILANO

Andamento della presa di carico dei thrusters di manovra





Dimensionamento e scelta del sistema di accumulo

Potenza complessiva thrusters = 6.3 MW (2x2.2 MW, 1x1.9 MW)

L'ordine di grandezza del sistema di accumulo totale è:

Potenza= 1.3 MW
Energia = 3 kWh

Prestazioni in **POTENZA ed ENERGIA**

Volume accumulo **0.5 m³**

Vantaggio ottenibile: i thrusters sono a pieno **regime** dopo un tempo pari a **12.9 [s]** rispetto ai **26.1 [s]** necessari senza il sistema di accumulo



SOSTEGNO DELLA RETE A SEGUITO DELLA PERDITA DI GENERAZIONE

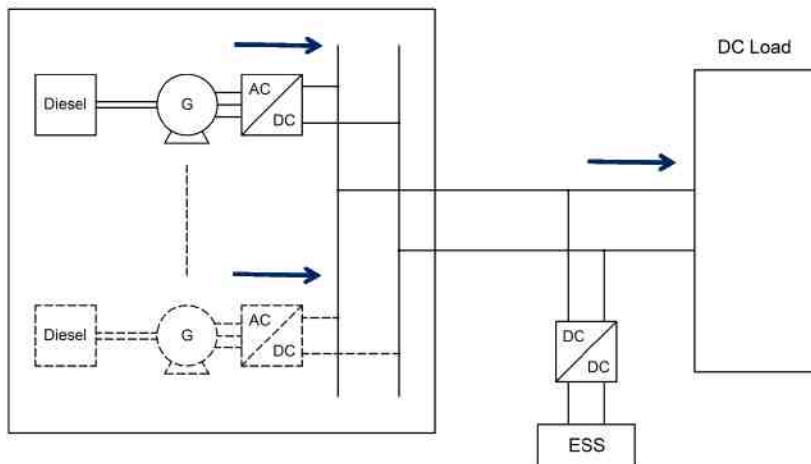


POLITECNICO
DI MILANO

PROBLEMA

Perdita di uno o più gruppi di generazione

Introduzione di un sistema di **accumulo** per **compensare lo squilibrio tra potenza generata e assorbita** dalla rete durante il tempo necessario alla riconfigurazione dei carichi.





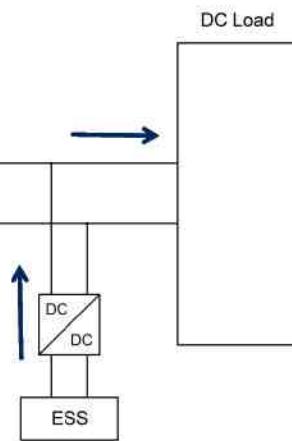
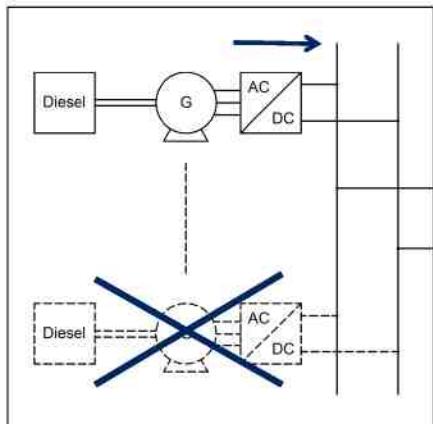
SOSTEGNO DELLA RETE A SEGUITO DELLA PERDITA DI GENERAZIONE



PROBLEMA

Perdita di uno o più gruppi di generazione

Introduzione di un sistema di **accumulo** per **compensare lo squilibrio tra potenza generata e assorbita** dalla rete durante il tempo necessario alla riconfigurazione dei carichi.



Ordine di grandezza del sistema di accumulo:

- Perdita di un gruppo diesel da 15.75 MVA
- Tempo di riconfigurazione dei carichi pari a 120 ms

Potenza = 7 MW
Energia = 0,23 kWh



Prestazioni in potenza

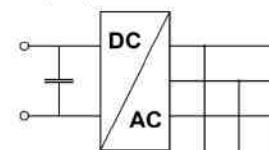
Volume accumulo **1 m³**



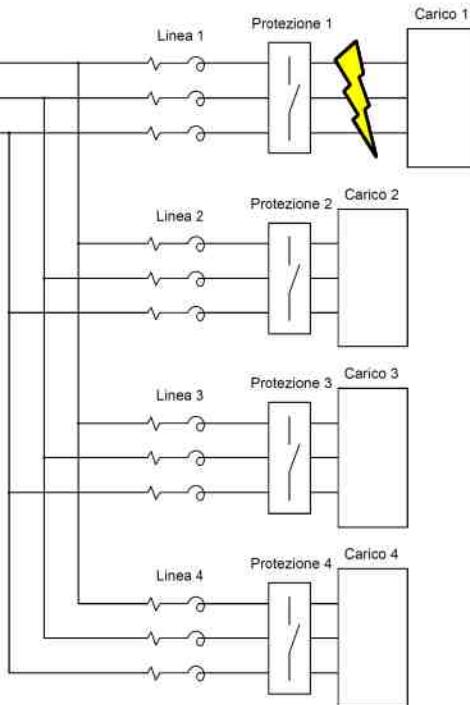
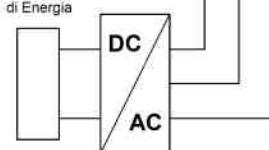
INNALZAMENTO DEL LIVELLO DI GUASTO DI RETI AC ALIMENTATE DA INVERTER



PEC (Power Electronic Converter)
principale di alimentazione



Accumulo di Energia



PROBLEMA:

Ridotto livello di guasto della rete AC



Possibile **perdita di selettività** del sistema di protezioni convenzionali di massima corrente



INTRODUZIONE DI UN SISTEMA DI ACCUMULO DI ENERGIA PER INNALZARE TRANSITORIAMENTE IL LIVELLO DI GUASTO

- Nessuna modifica del sistema convenzionale di protezione della rete
- Nessuna esigenza di comunicazione tra i vari dispositivi di protezione



INNALZAMENTO DEL LIVELLO DI GUASTO DI RETI AC ALIMENTATE DA INVERTER



Dati caratteristici della rete AC allo studio:

- Potenza nominale del convertitore principale DC/AC = 250 kW
- La **corrente massima erogata** dal PEC di alimentazione è pari ad 1.5 volte la sua corrente nominale ($I_{max\ inv} = 1.5 I_n\ inv$)
- La **corrente di intervento** della protezione di massima corrente è pari a tre volte la corrente nominale del carico su cui è installata ($I_{int} = 3 I_n\ load$)



La condizione di mancato intervento si può verificare se il guasto si manifesta su un **carico a potenza paragonabile a quella del PEC principale**

(caso limite: unico carico di potenza pari a quella del convertitore)

Ordine di grandezza del sistema di accumulo:

Potenza = 375 kW
Energia = 10 Wh



Prestazioni in POTENZA

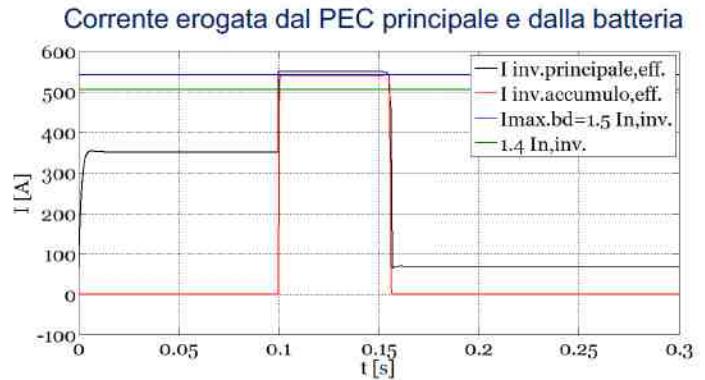
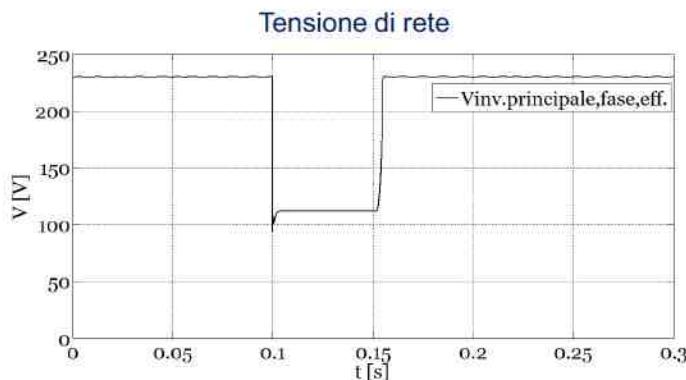


INNALZAMENTO DEL LIVELLO DI GUASTO DI RETI AC ALIMENTATE DA INVERTER

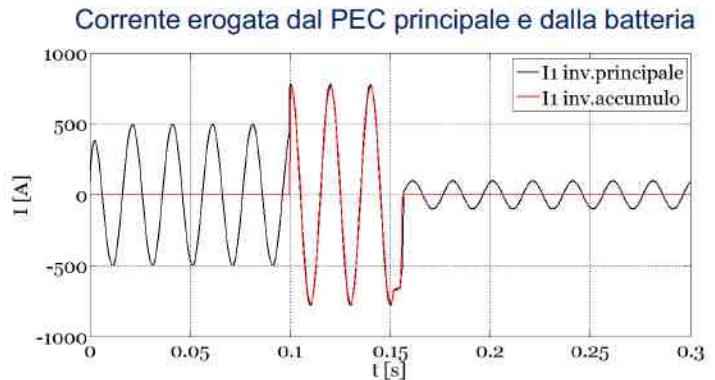


POLITECNICO
DI MILANO

Logica di controllo «in corrente»



- Guasto a $t=0,1$ [s] sul Carico 1
- La protezione di massima corrente apre dopo 60 [ms] dalla rilevazione del guasto
- La corrente di intervento delle protezioni è tre volte la corrente nominale del carico



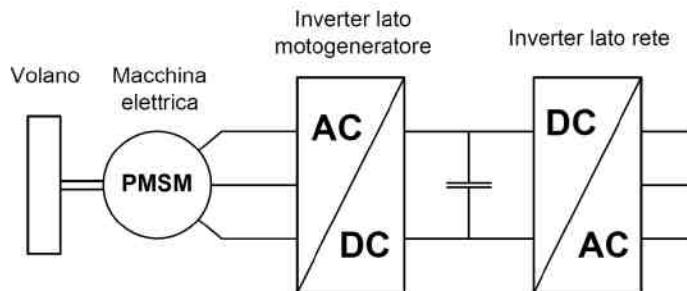


INNALZAMENTO DEL LIVELLO DI GUASTO DI RETI AC ALIMENTATE DA INVERTER



POLITECNICO
DI MILANO

VOLANI



- Sistema di accumulo **complesso** (doppio convertitore, motogeneratore elettrico, volano)
- Necessita di particolari **tecnologie di supporto** (cuscinetti magnetici, camera di contenimento sottovuoto)
- Problematiche legate alla **sicurezza**
- **Costi, pesi e volumi** non concorrenti ad altre tecnologie utilizzabili in questo ambito

Un accumulo a volano può diventare competitivo qualora venisse utilizzato in **molteplici** campi di applicazione capaci di sfruttarne le caratteristiche

SUPERCONDENSATORI

Tecnologia di accumulo **adatta**
ad un impiego in ambito navale

Volume del sistema di accumulo a supercondensatore nel caso allo studio: **0.1 m³**

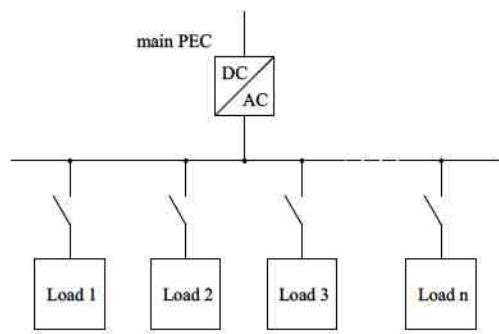


INNALZAMENTO DEL LIVELLO DI GUASTO DI RETI AC ALIMENTATE DA INVERTER



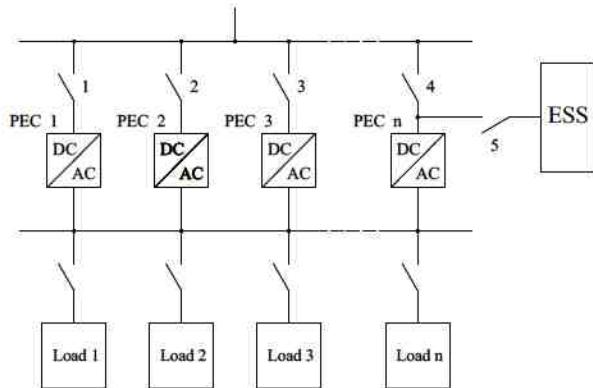
Soluzioni alternative

Sovradimensionamento del PEC di alimentazione principale:



- Main PEC sovradimensionato
- Possibile funzionamento del PEC con rendimenti di conversione non ottimali
- La rete a monte deve supportare l'eventuale incremento della potenza di c.to c.to durante un guasto su un carico

Utilizzo di più PEC di alimentazione in parallelo con sistema di accumulo:



- Sistema di accumulo di dimensioni ridotte
- PEC accumulo non necessario
- Migliore suddivisione del carico tra i PEC di alimentazione (rendimenti di conversione elevati)



PROBLEMA:

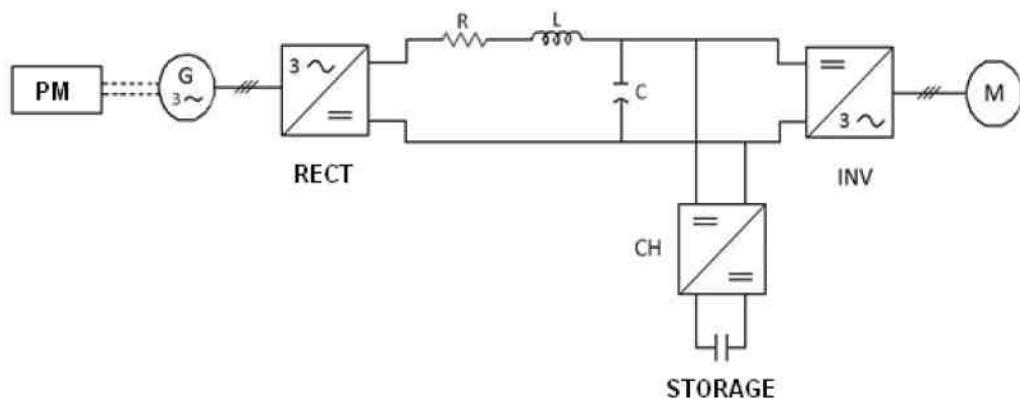
Presenza di **carichi DC a potenza costante**



SOLUZIONI:

- Regolazione lato generatore
- Intervento lato DC: introduzione di un sistema di accumulo di energia

Se V_{dc} cala e la potenza del carico è mantenuta costante allora la corrente assorbita cresce. Si può creare instabilità.





PROBLEMA:

Presenza di **carichi DC a potenza costante**

Se V_{dc} cala e la potenza del carico è mantenuta costante allora la corrente assorbita cresce. Si può creare instabilità.

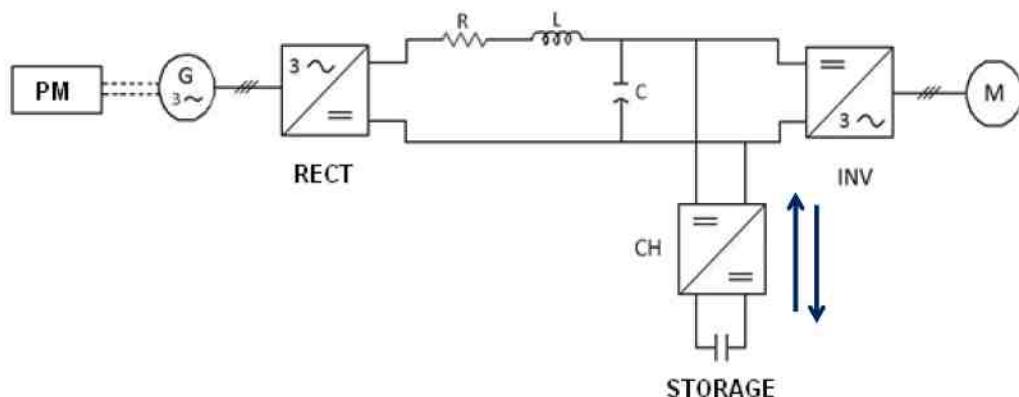


SOLUZIONI:

- Regolazione lato generatore
- Intervento lato DC: introduzione di un sistema di accumulo di energia



Iniezioni o assorbimenti di potenza controbilanciando l'oscillazione di tensione al fine di stabilizzare la rete





Dimensionamento e scelta del sistema di accumulo

Considerando il seguente carico:

Potenza = 9 MW

Variazione potenza massima : 20%

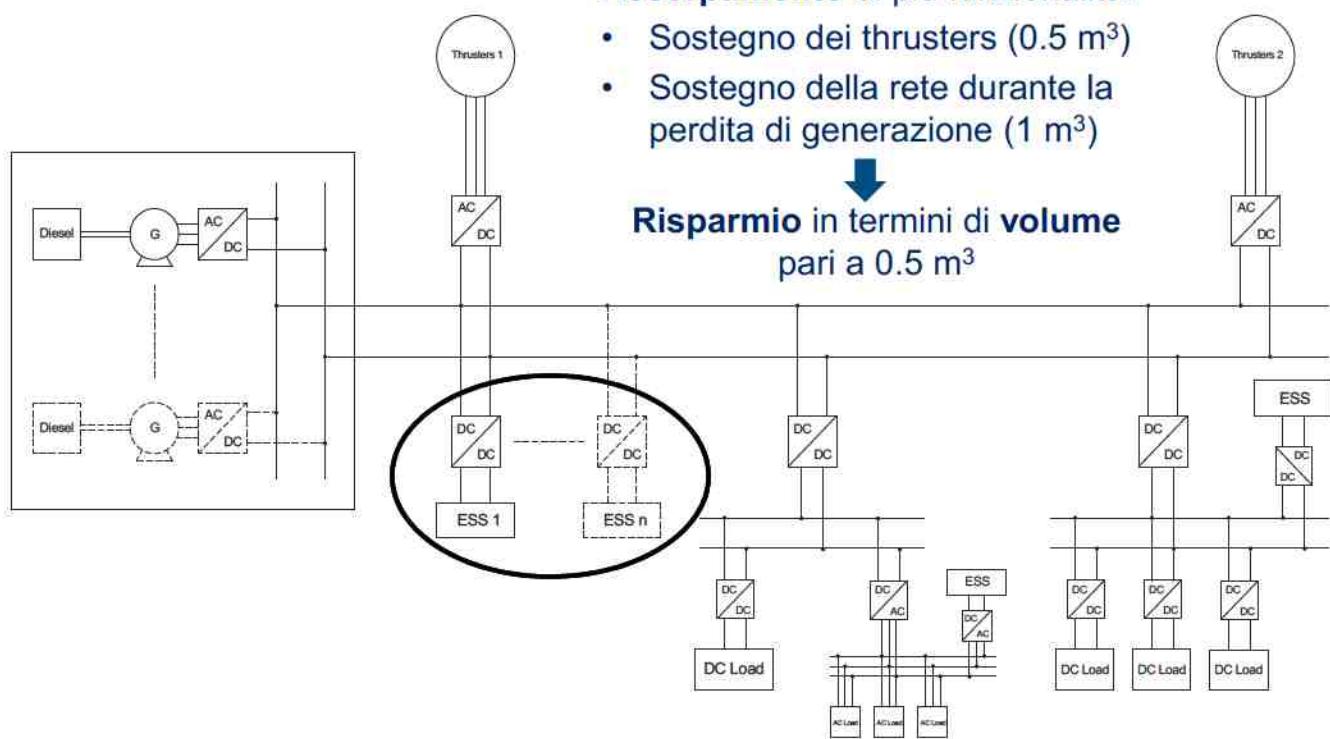
Ordine di grandezza del sistema di accumulo:

Potenza = 200 kW
Energia = 0.5 Wh } Prestazioni in **POTENZA**

Volume accumulo < 0.1 m³

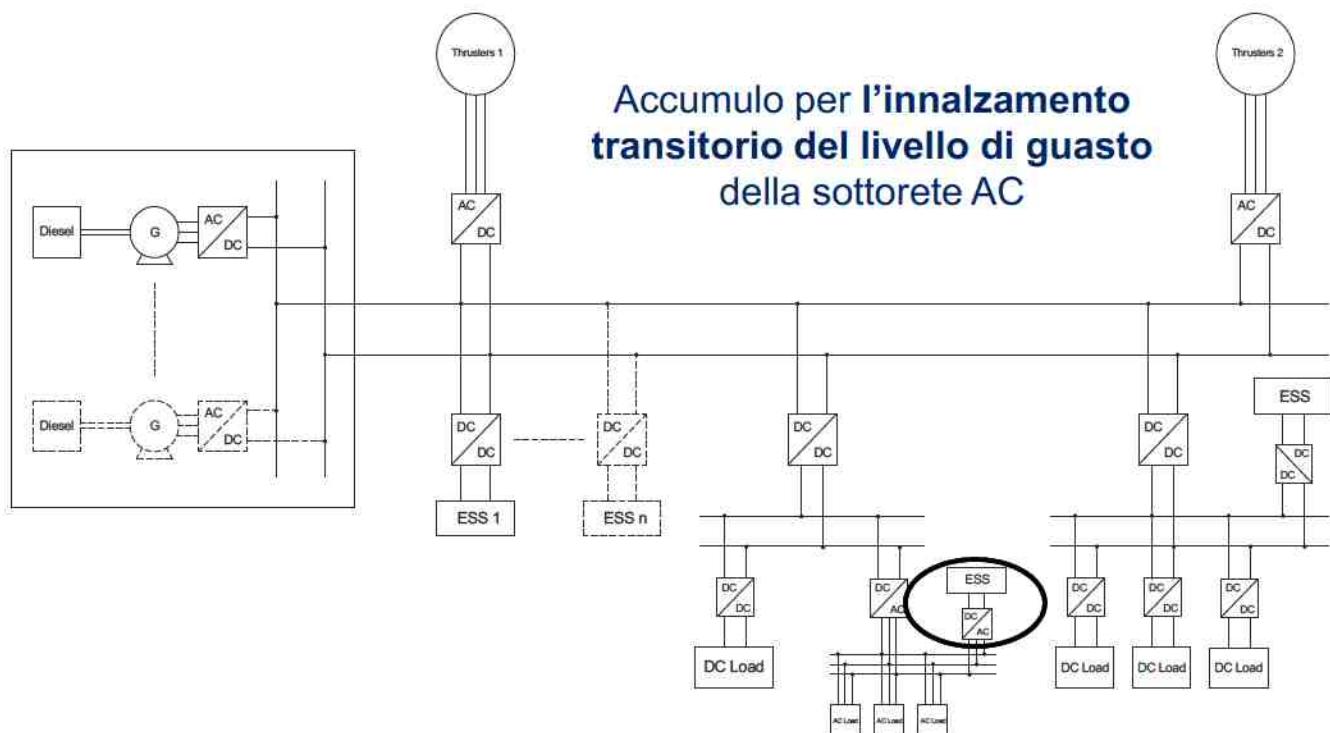


POSIZIONAMENTO DEGLI ACCUMULI NELL'IMPIANTO



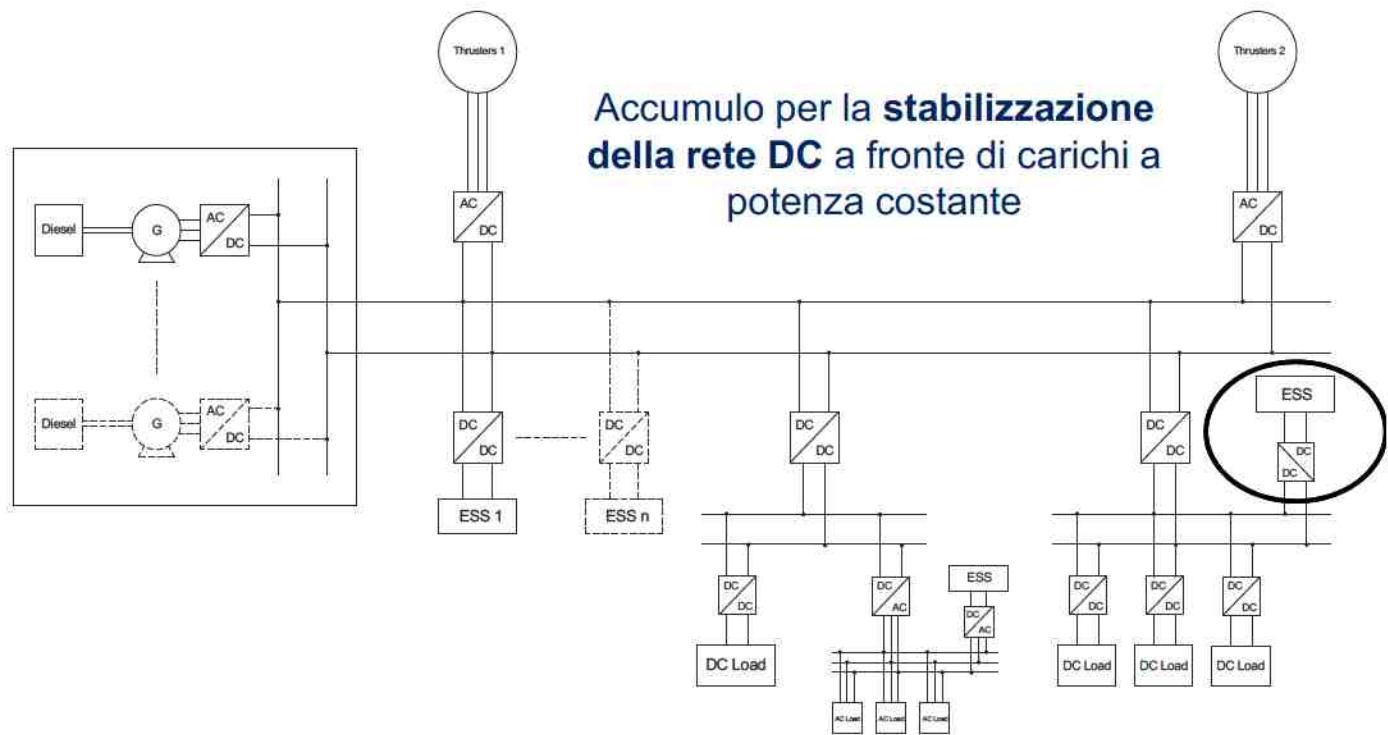


POSIZIONAMENTO DEGLI ACCUMULI NELL'IMPIANTO





POSIZIONAMENTO DEGLI ACCUMULI NELL'IMPIANTO





TEMATICHE RILEVANTI DI FUTURA INVESTIGAZIONE

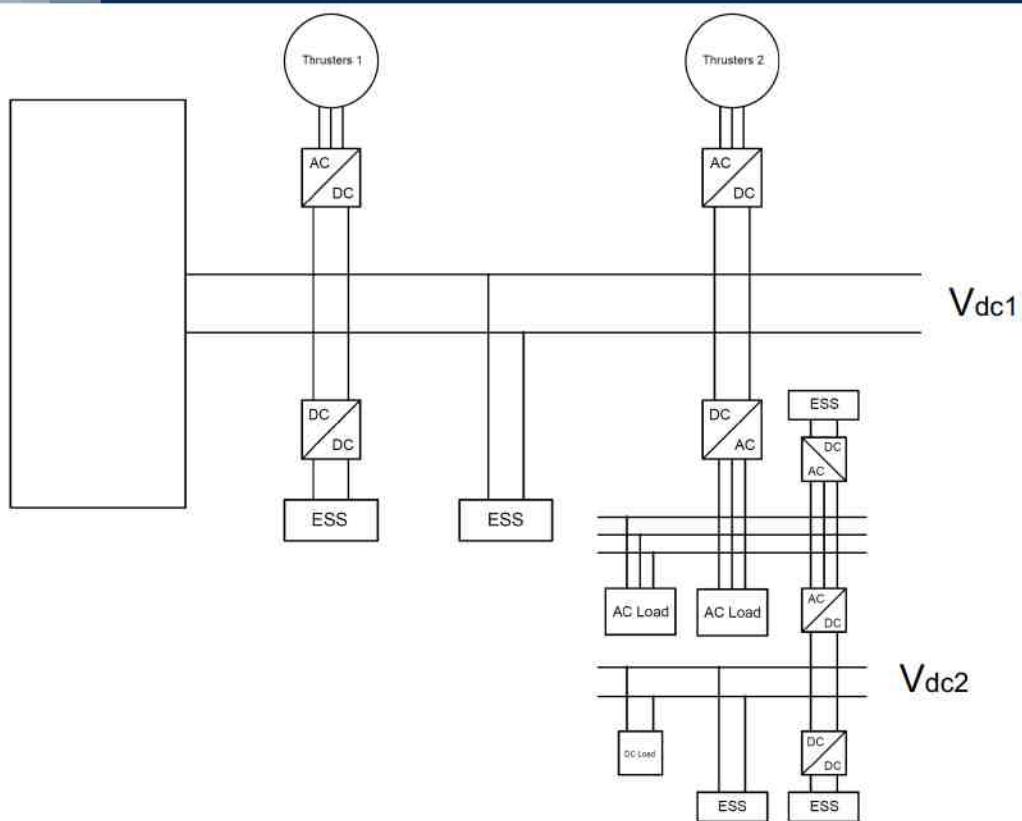
- Contributo al guasto sul DC bus degli elementi di accumulo direttamente connessi alla rete
- Contributo al guasto sul DC bus dell'accumulo connesso per mezzo di un convertitore elettronico di potenza
- Influenza dei sistemi di accumulo sui convertitori elettronici connessi alla rete DC
- Influenza della gestione del neutro delle reti sui guasti in continua con sistemi di accumulo e convertitori elettronici



ULTERIORI SVILUPPI DELLO STUDIO



POLITECNICO
DI MILANO

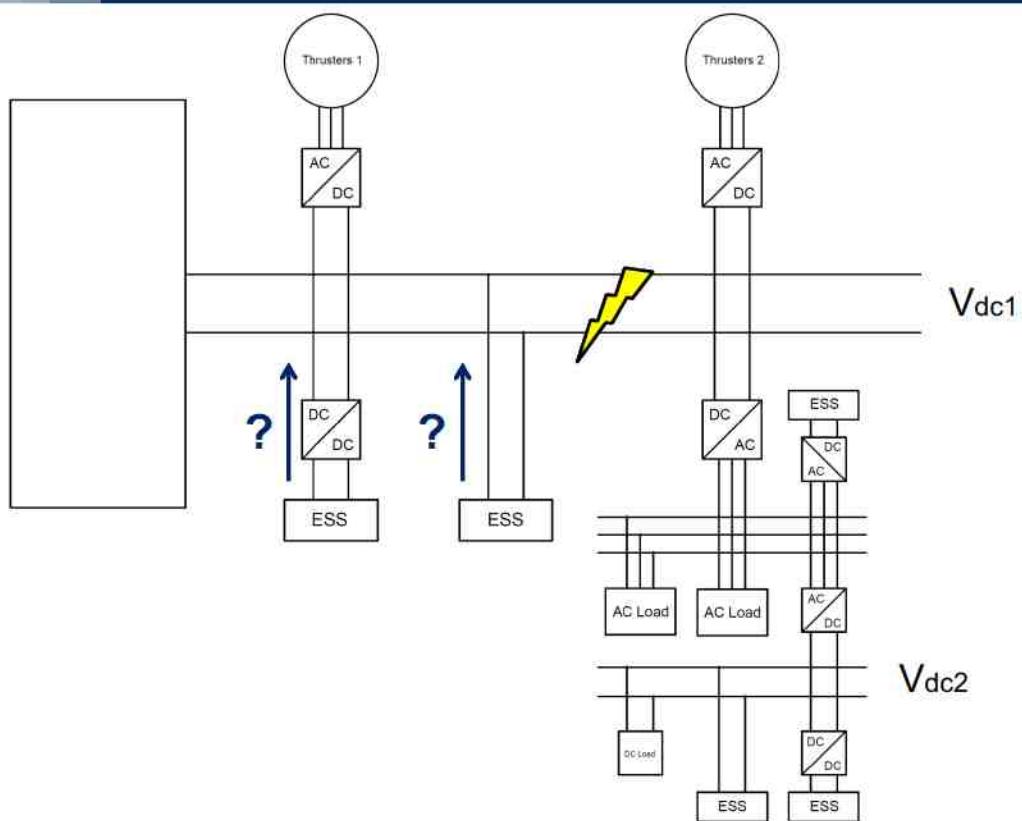




ULTERIORI SVILUPPI DELLO STUDIO



POLITECNICO
DI MILANO

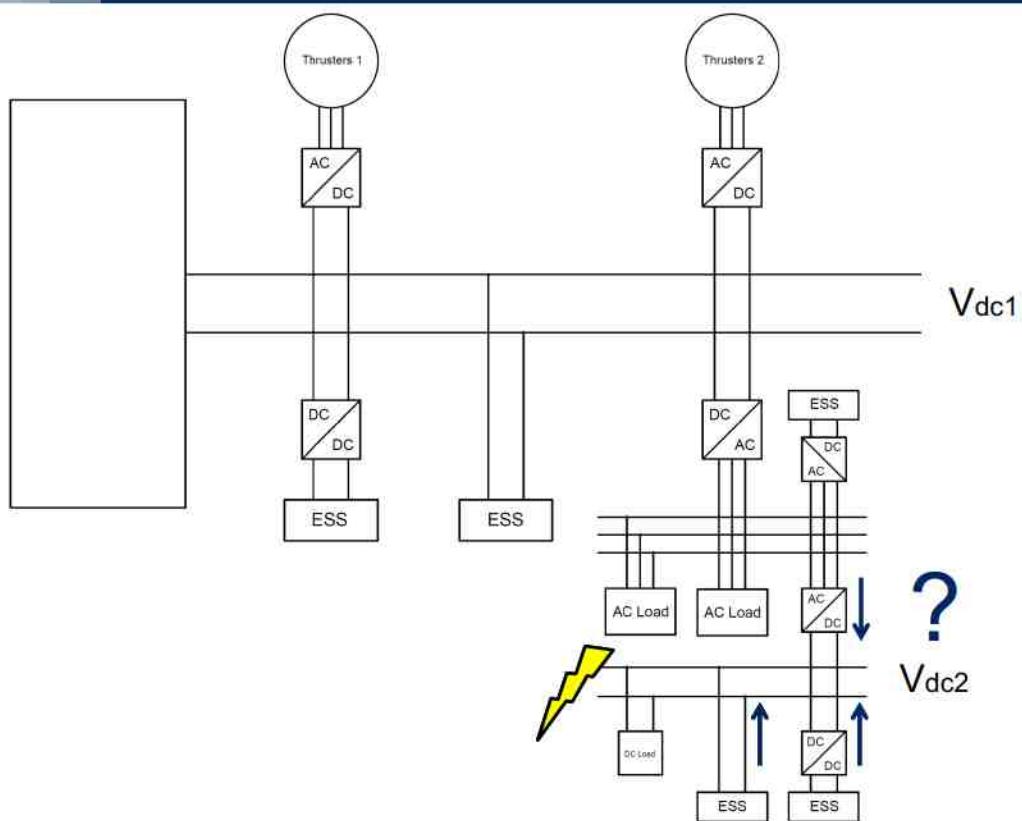




ULTERIORI SVILUPPI DELLO STUDIO



POLITECNICO
DI MILANO





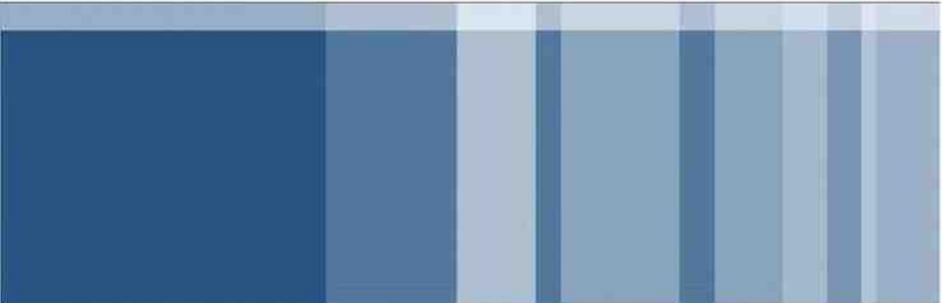
Università degli Studi di Genova, 22 maggio 2014

EVOLUZIONE DEI SISTEMI ELETTRICI A BORDO NAVE



POLITECNICO
DI MILANO

Dipartimento di elettronica,
informazione e bioingegneria



**Applicazioni degli accumuli negli impianti
elettrici navali con distribuzione in corrente
continua**

Responsabile scientifico

Enrico Tironi



DITEN

Department of Electrical, Electronic, Telecommunications Engineering and Naval Architecture
Polytechnic School, University of Genoa



Ottimizzazione e gestione dell'energia a bordo di navi da crociera

V. Galati, Costa Crociere

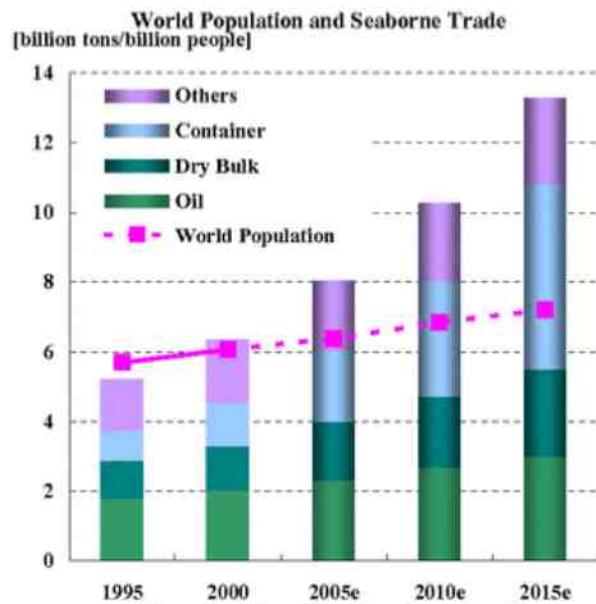
P. Gualeni, F. Silvestro, DITEN - Università di Genova





DITEN

Department of Electrical, Electronic, Telecommunications Engineering and Naval Architecture
Polytechnic School, University of Genoa



a. Rising fuel costs

b. Environmental regulations



SEEMP
Ship Energy Efficiency Management Plan



**DITEN**Department of Electrical, Electronic, Telecommunications Engineering and Naval Architecture
Polytechnic School, University of Genoa

SEEMP

ANNEX 9

RESOLUTION MEPC.213(63)**Adopted on 2 March 2012**

2012 GUIDELINES FOR THE DEVELOPMENT OF A SHIP ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT PLAN (SEEMP)

- SEEMP prevede che l'armatore sviluppi un approccio personalizzato per monitorare l'efficienza della nave ed ottimizzare le sue prestazioni in termini di consumi energetici.

- SCOPO: fornire un supporto per la gestione della produzione di energia di una nave da crociera da 114500 GRT per migliorarne l'efficienza e ridurre i consumi.

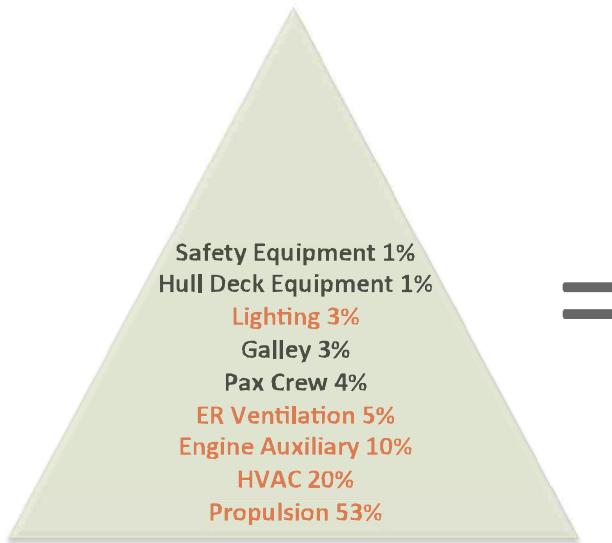




DITEN

Department of Electrical, Electronic, Telecommunications Engineering and Naval Architecture
Polytechnic School, University of Genoa

Breakdown nell'uso dell'energia a bordo



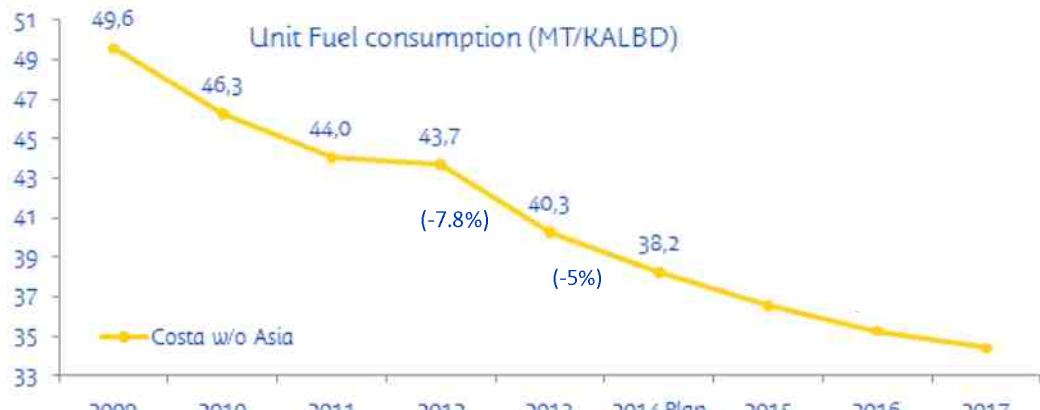
- Priorità 1: Propulsione
- Priorità 2: Condizionamento
- Priorità 3: Impianti Ausiliari
- Priorità 4: Illuminazione





Key Topics

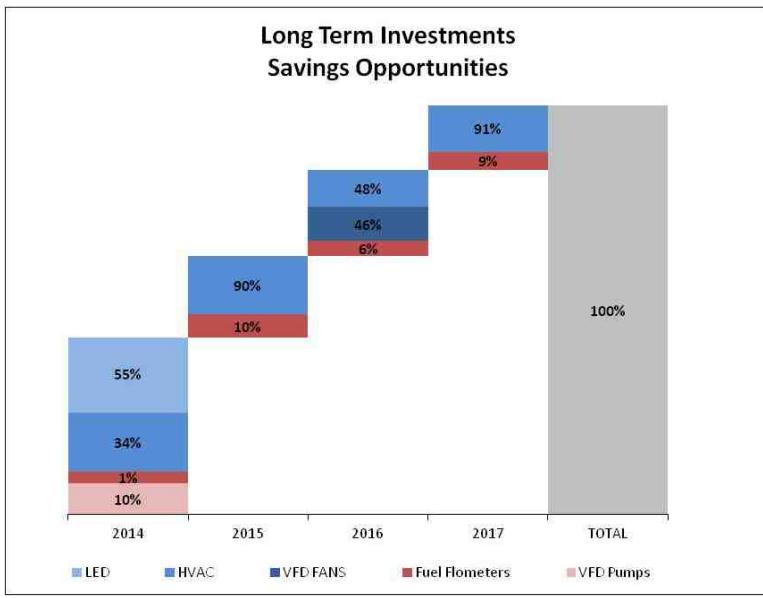
- Ottimizzazione degli itinerari
- Disseminazione delle attività tecniche consolidate
- Monitoraggio delle performance supportato da effective operating model





MIGLIORAMENTI TECNICI – HOTEL AREA

- Piano di investimento a lungo termine per il completamento fleetwide dei miglioramenti tecnici consolidati con rientro di investimento di circa un anno.



- Modifiche al condizionamento
- Installazione frequency drive
- Illuminazione LED
- Strumenti di misura



DITEN

Department of Electrical, Electronic, Telecommunications Engineering and Naval Architecture
Polytechnic School, University of Genoa

Analisi energetica su Costa Serena



Length overall (m)	290.2
Length between perpendiculars (m)	247.7
Breadth at Water Level (m)	35.5
Breadth at bridge wings level (m)	43.3
Max draft (summer amidship) (m)	8.3
Air draft (m)	62
People onboard (safety capacity)	4890
Max speed (knots)	23
Cruise speed (knots)	21.5
Propulsion (Machinery type)	Diesel Electric
Propulsion (Power)	42000 kW
Propeller (Number/type)	2 fixed pitch
Rudders	2
Bow thrusters (Number/power)	3 x 1700 kW
Stern thrusters (Number/power)	3 x 1700 kW



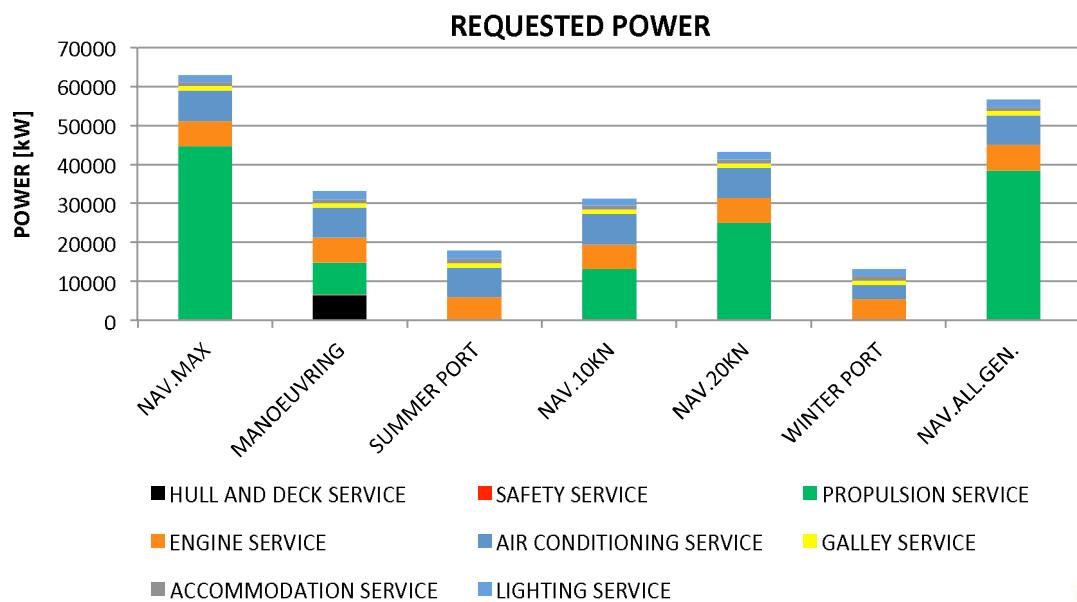


DITEN

Department of Electrical, Electronic, Telecommunications Engineering and Naval Architecture
Polytechnic School, University of Genoa

ANALISI DEL BILANCIO ELETTRICO

Il B.E. specifica la richiesta di potenza elettrica della nave nelle diverse condizioni operative e stabilisce come soddisfarle, cioè come bilanciare consumo e produzione.

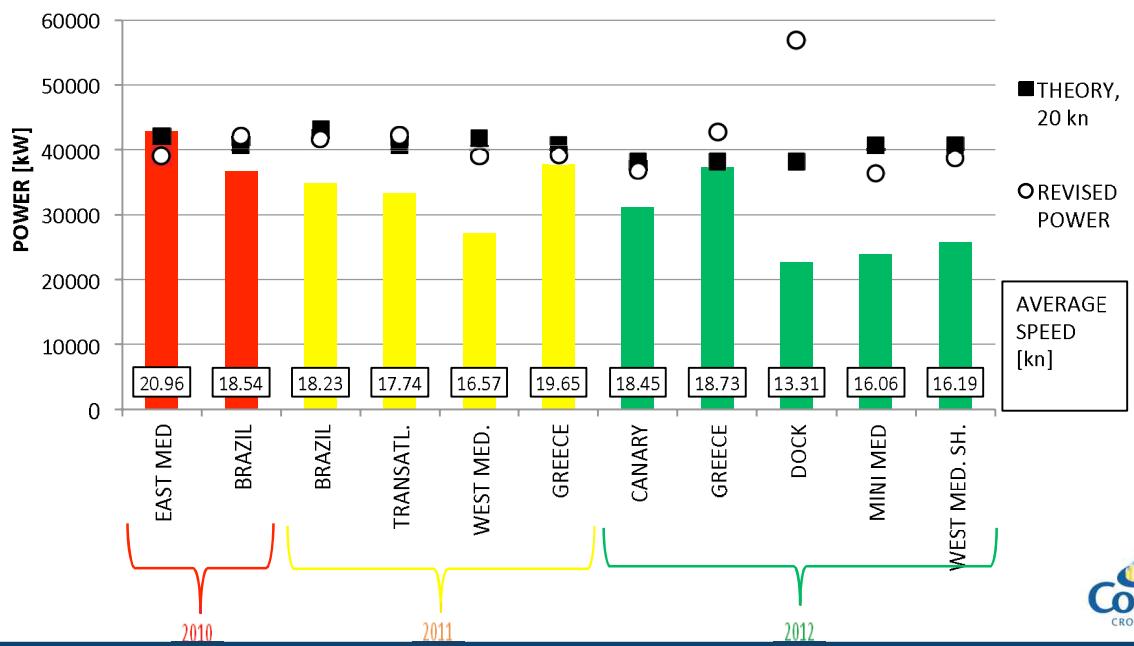


**DITEN**Department of Electrical, Electronic, Telecommunications Engineering and Naval Architecture
Polytechnic School, University of Genoa

ANALISI CRITICA DEI "RAPPORTI DI MACCHINA"

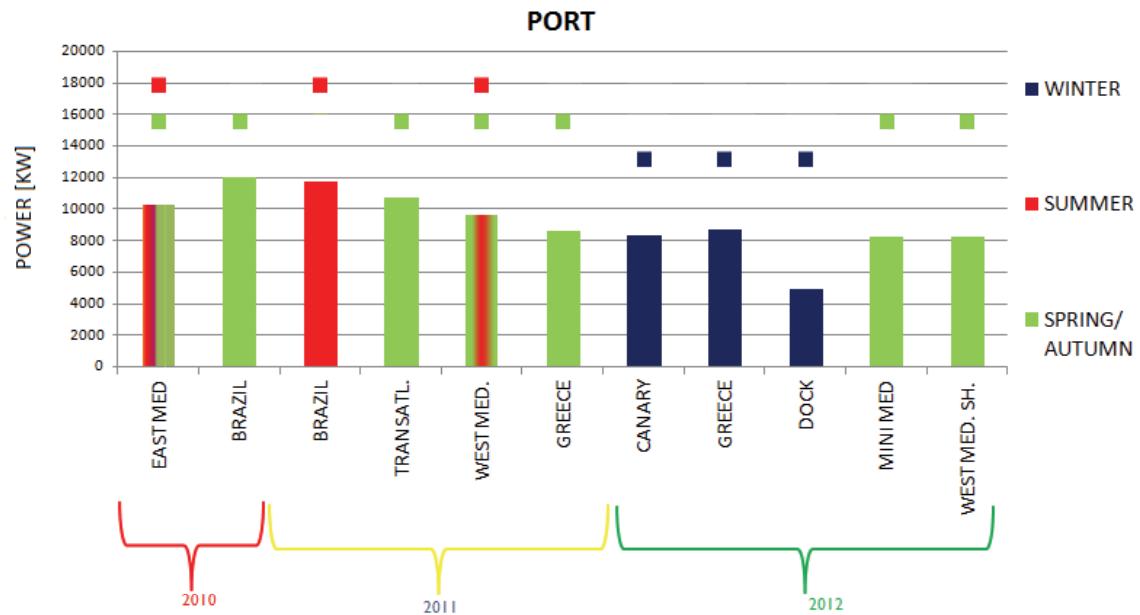
- RISULTATI GLOBALI**

NAVIGATION



**DITEN**Department of Electrical, Electronic, Telecommunications Engineering and Naval Architecture
Polytechnic School, University of Genoa

ANALISI CRITICA DEI "RAPPORTI DI MACCHINA"





DITEN

Department of Electrical, Electronic, Telecommunications Engineering and Naval Architecture
Polytechnic School, University of Genoa

OTTIMIZZAZIONE DELLA GESTIONE DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA

- ANALISI DEI RAPPORTI DI MACCHINA
- Per ogni diesel (d/g) i rapporti di macchina forniscono la % media di carico, pesata sulle ore di funzionamento del d/g.
- Punto di lavoro ottimale: 75-80% potenza nominale
- L'ottimo è raggiunto in pochi casi, il punto di lavoro usuale è inferiore (fino al 40%) → ampi margini di miglioramento
- Meglio meno generatori accesi, che lavorano più vicini al punto ottimale, che più generatori accesi che lavorano a punti di carico inferiori, dove i consumi sono maggiori.



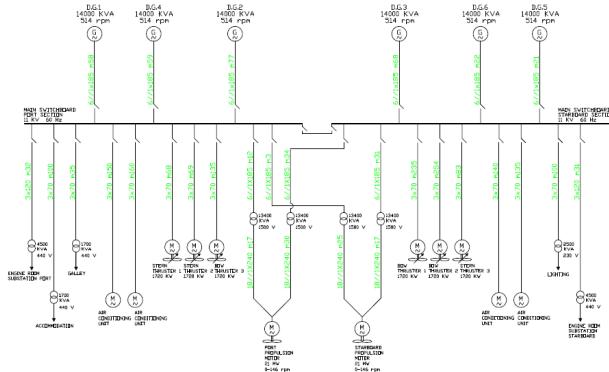


DITEN

Department of Electrical, Electronic, Telecommunications Engineering and Naval Architecture
Polytechnic School, University of Genoa

MODELLAZIONE SISTEMA DI DISTRIBUZIONE

- Modello aggregato MT delle utenze a livello di sottostazioni
- Sviluppo della rete MT completa
- **Profili di potenza e tensione disponibili sul sistema SCADA di bordo**

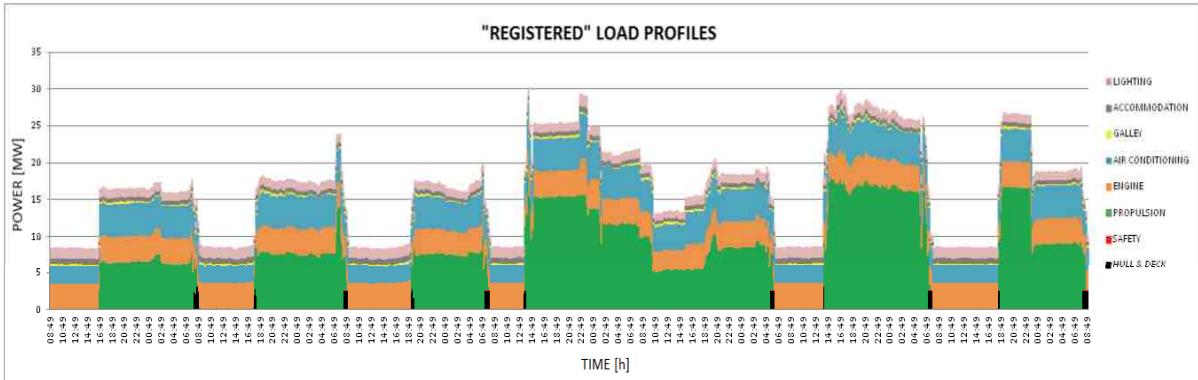
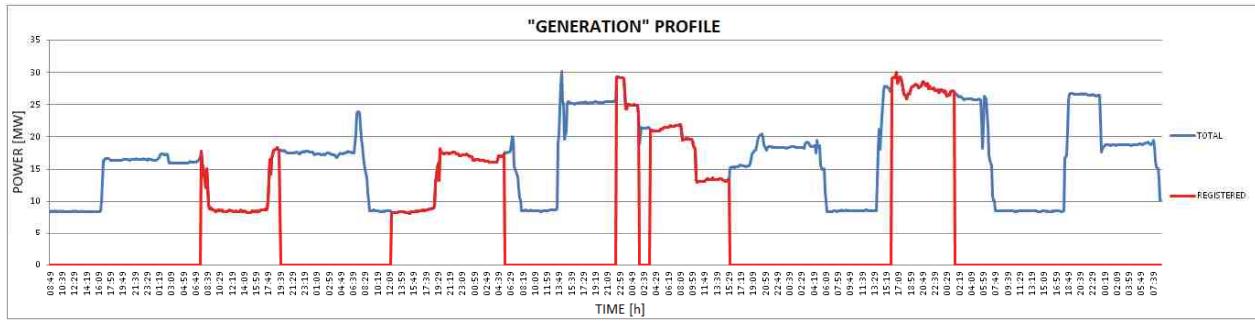




DITEN

Department of Electrical, Electronic, Telecommunications Engineering and Naval Architecture
Polytechnic School, University of Genoa

PROFILI DI CARICO E DI PRODUZIONE

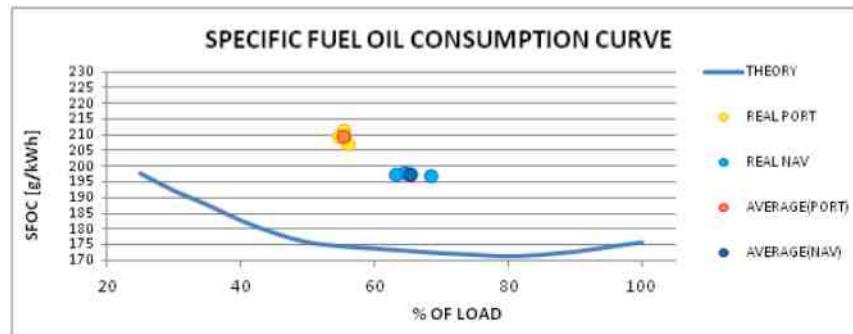


**DITEN**Department of Electrical, Electronic, Telecommunications Engineering and Naval Architecture
Polytechnic School, University of Genoa

CURVA DEL CONSUMO SPECIFICO E DEI COSTI

Project guide WARTSILA + dati reali da rapporti di macchina

	PORT					NAVIGATION				
	KG FUEL	AVERAGE LOAD [kW]	HOURS	% LOAD	SFOC [g/Kwh]	KG FUEL	AVERAGE LOAD [kW]	HOURS	% LOAD	SFOC [g/Kwh]
WEST MED NEW YEAR	98240	8609	53.9	55.29	211.7	423630	20141	106.6	68.3	197.3
WEST MED 6	97930	8692	54.3	56.05	207.5	430430	20258	106	64.5	197.8
WEST MED 7	90750	8507	50.9	54.72	209.6	440010	20136	111	63.23	197.4





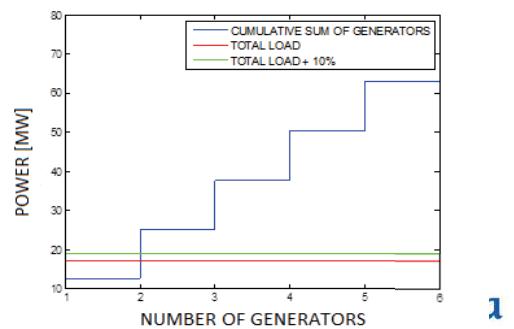
Ricostruzione della crociera

Profilo operativo utilizzato

- Assegnazione P, Q di ogni carico per ogni t*
- Assetto del quadro principale
- Assegnazione P, V di ogni generatore e del suo status per ogni t*
- Assegnazione condizione operativa (porto, manovra, navigazione) per ogni t* in modo da definire la curva dei costi da utilizzare

Profilo operativo proposto

- Assegnazione P, Q di ogni carico per ogni t*
- Assetto del quadro principale
- Assegnazione condizione operativa (porto, manovra, navigazione) per ogni t* in modo da definire la curva dei costi da utilizzare
- **Ottimizzazione della generazione e entrata in servizio**

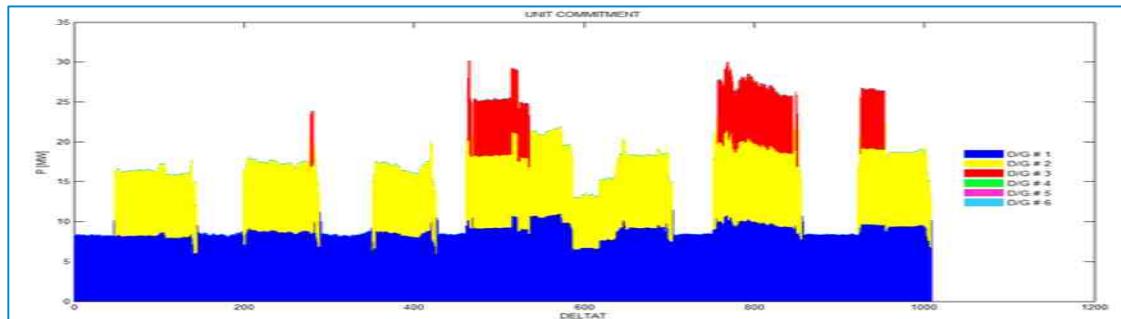
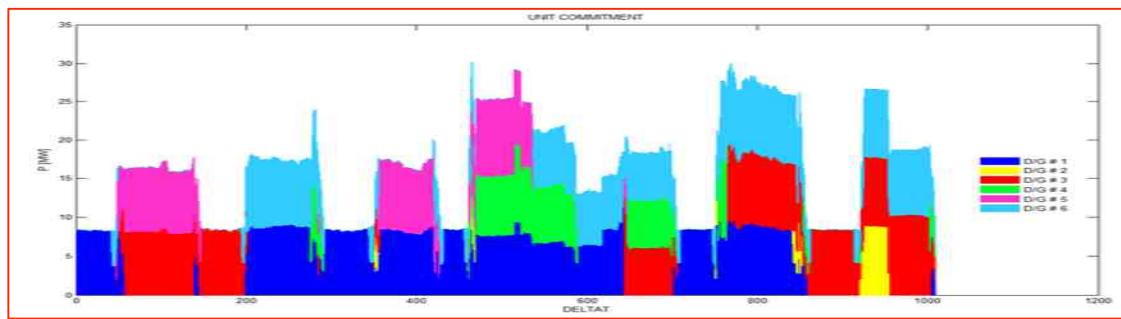




DITEN

Department of Electrical, Electronic, Telecommunications Engineering and Naval Architecture
Polytechnic School, University of Genoa

Ricostruzione del profilo operativo



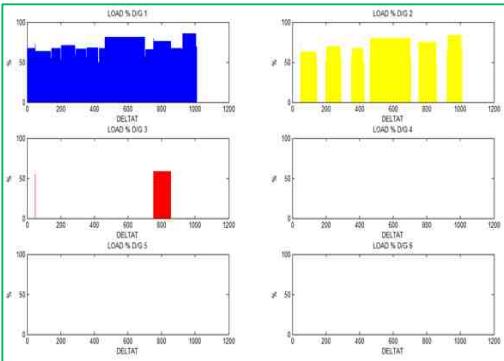
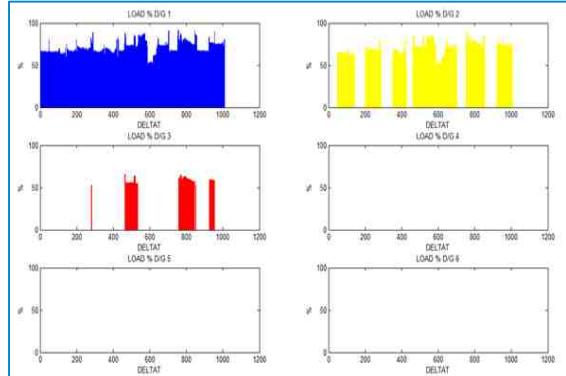
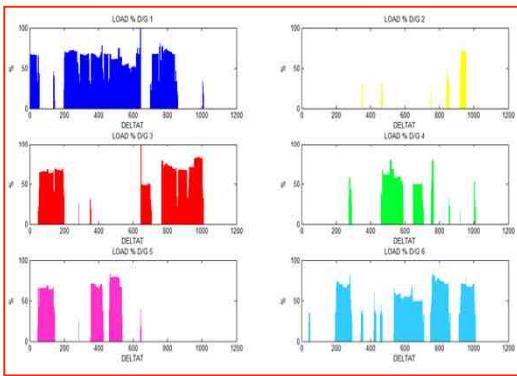
Costa
CROCIERE



DITEN

Department of Electrical, Electronic, Telecommunications Engineering and Naval Architecture
Polytechnic School, University of Genoa

RISULTATI DELLA SIMULAZIONE



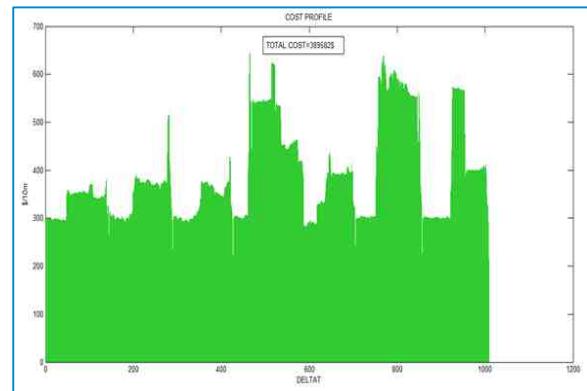
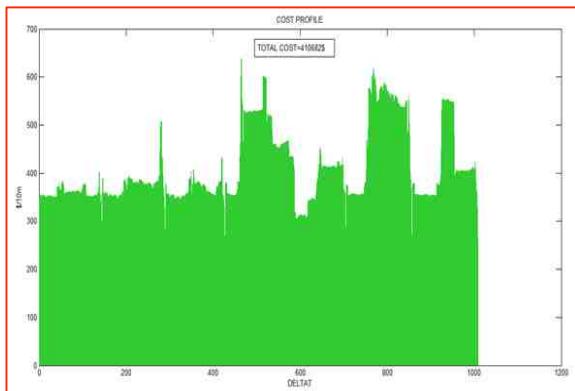
# D/G	"REGISTERED" CRUISE	"OPTIMIZED" CRUISE, "REGISTERED" LOAD PROFILES		"OPTIMIZED" CRUISE, "THEORETICAL" LOAD PROFILES	
		60%	70%	72%	73%
1	60%	→	70%	→	72%
2	47%	→	70%	→	73%
3	62%	→	58%	→	59%
4	51%	→	0%	→	0%
5	64%	→	0%	→	0%
6	57%	→	0%	→	0%



DITEN

Department of Electrical, Electronic, Telecommunications Engineering and Naval Architecture
Polytechnic School, University of Genoa

RISULTATI DELLA SIMULAZIONE PROFILO DEI COSTI



Crociera	Costi (\$)
realizzata	410682
Ottimizzata	389582 (-5 .1%)

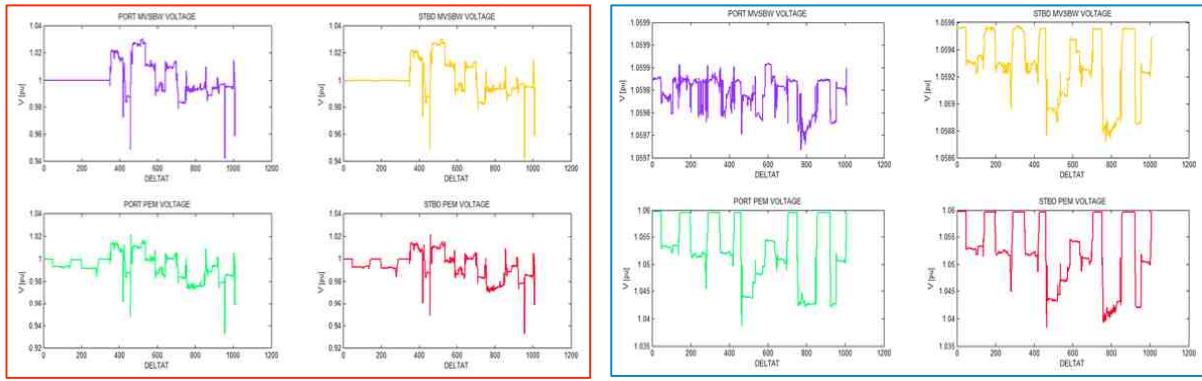




DITEN

Department of Electrical, Electronic, Telecommunications Engineering and Naval Architecture
Polytechnic School, University of Genoa

RISULTATI DELLA SIMULAZIONE ➤ TENSIONE



	PORT MVS BW	STBD MVS BW	PORT PEM	STBD PEM
"REGISTERED" CRUISE	V MAX [pu]	1.0309	1.0309	1.0215
	V MIN [pu]	0.9419	0.9419	0.9332
"OPTIMIZED" CRUISE, "REGISTERED" LOAD PROFILES	V MAX [pu]	1.0599	1.0596	1.0597
	V MIN [pu]	1.0597	1.0587	1.0386





DITEN

Department of Electrical, Electronic, Telecommunications Engineering and Naval Architecture
Polytechnic School, University of Genoa

Conclusioni e sviluppi futuri

- **Lato generazione**
 - Ottimizzazione della programmazione gruppo elettrogeno aggiuntivo
 - Installazione sistema di misura (combustibile, ecc.)
- **Lato carico**
 - Gestione di politica energetica ottimizzata
 - Modello energetico del carico HOTEL
 - Installazione sistemi di misura
 - Alleggerimento automatico del carico
- **Analisi delle velocità di crociera**
 - Modello impatto vento e onde





DITEN

Department of Electrical, Electronic, Telecommunications Engineering and Naval Architecture
Polytechnic School, University of Genoa

Grazie per l'attenzione

galati@costa.it

paola.gualeni@unige.it

federico.silvestro@unige.it





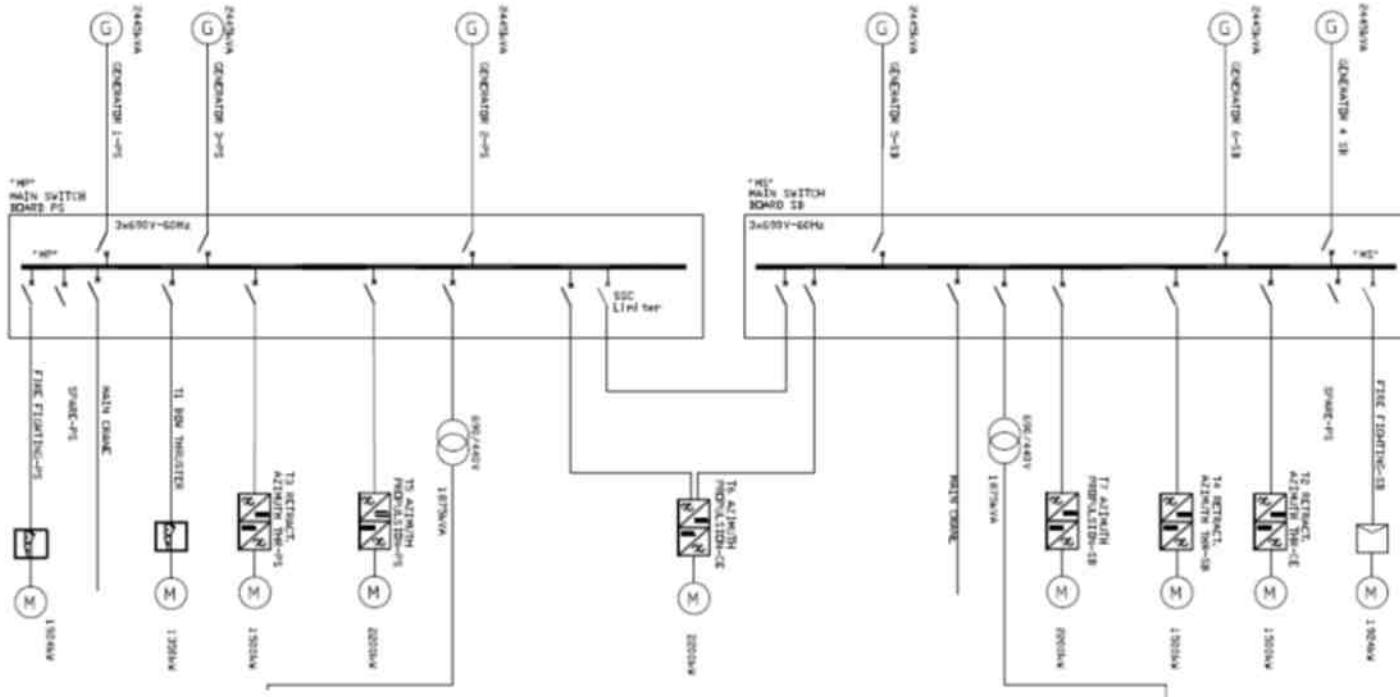
Antonio Fidigatti

Evoluzione delle tecniche di coordinamento per impianti navali fault tolerant

Application characteristic (e.g. in OSV)

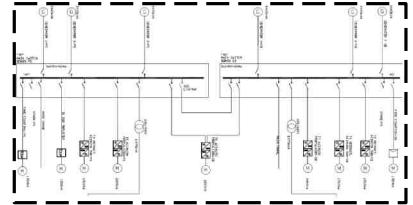
- The operations require define full electric propulsion with at least a Dynamic Positioning Class 2 : continuity of service is required after the first fault to avoid people injury, pollution or damage with economical consequences.
- Cost reduction and space constrains force to select the full Low Voltage installations option up to an installed electrical power of 12..15 MW (@690Vac) or 15..18MW (@1000Vac)
- Main transformer & critical loads have a size higher than the single generator one
- Operation profiles with different power requirement levels
- Main switchboard with more than 2 sections
- ...

Application characteristics (e.g. in OSV)



Configurations with all the generators running, max motors contribution and TBs closed \Rightarrow the prospective short circuit current value on the main busbar system is higher than the breaking capacity or the short time withstand current of the commercial grade circuit breakers suitable for the application

Short circuit current limitation

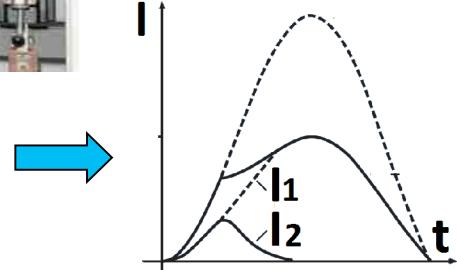


To permit the standard circuit breaker installation there is the need to reduce the effects/values of the short circuit currents through:

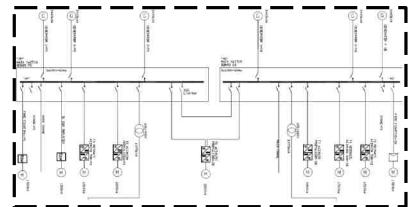
- a fully rated current limiting TB



or

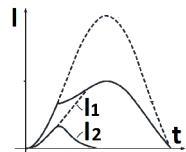
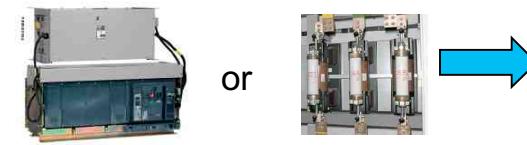


Short circuit current limitation



To permit the standard circuit breaker installation there is the need to reduce the effects/values of the short circuit currents through:

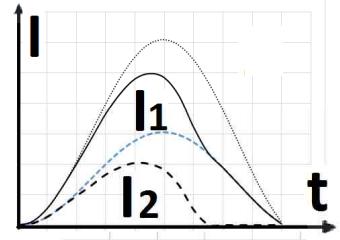
- a fully rated current limiting TB



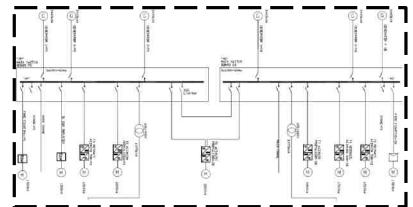
- no limiting fully rated current TB + reduced rated current standard limiting TB



+

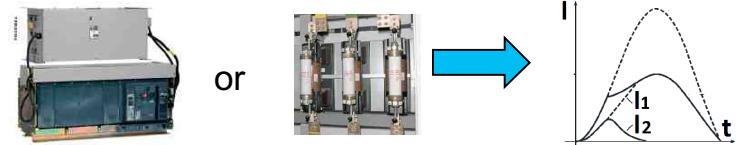


Short circuit current limitation



To permit the standard circuit breaker installation there is the need to reduce the effects/values of the short circuit currents through:

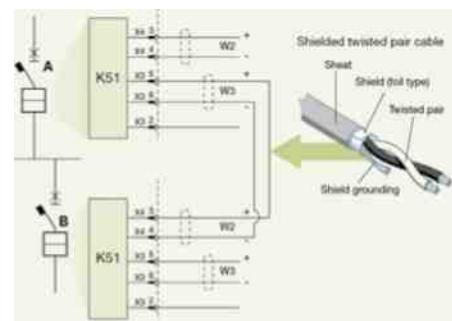
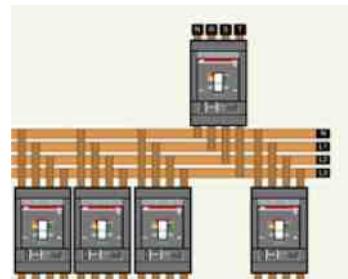
- a fully rated current limiting TB



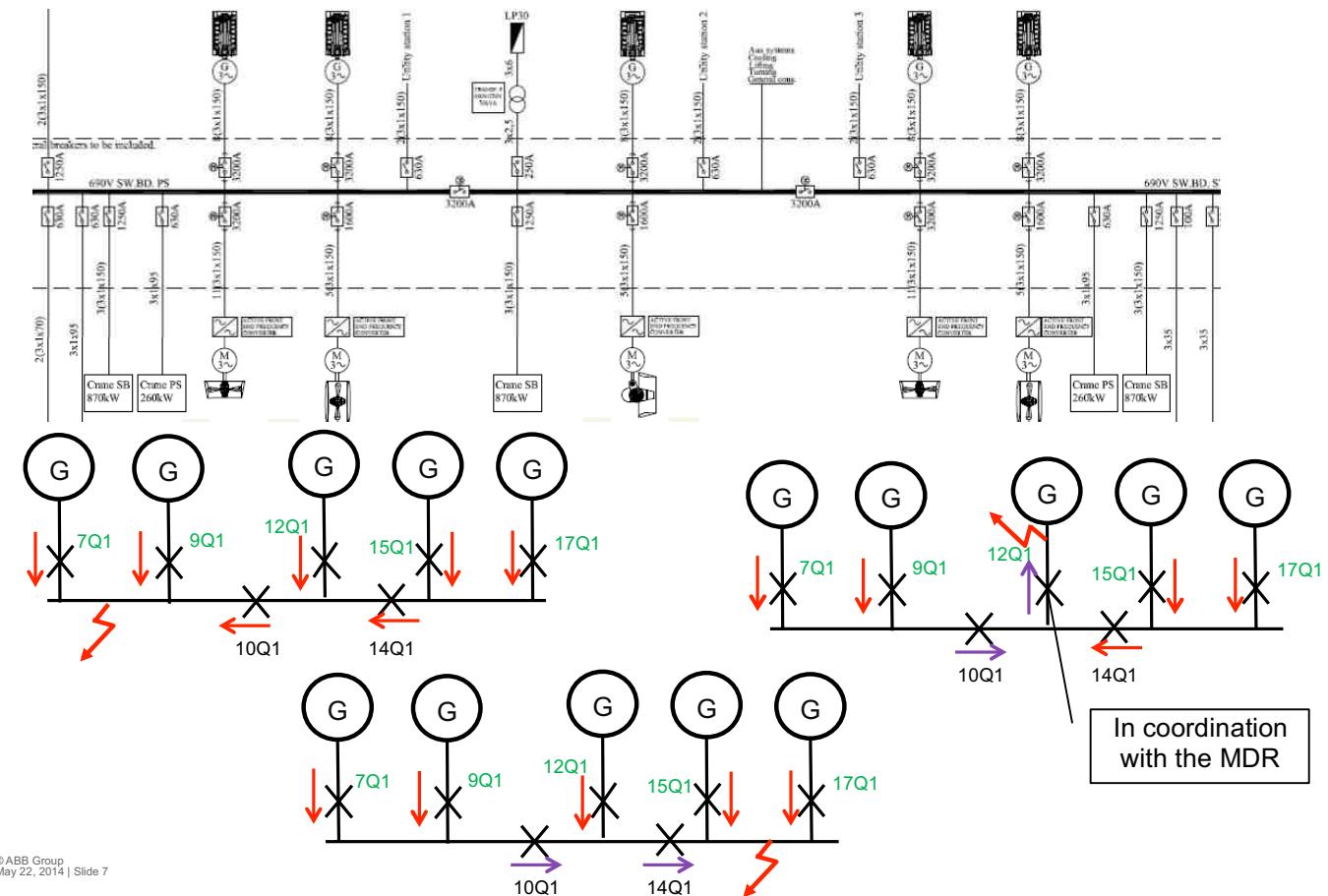
- no limiting fully rated current TB + reduced rated current standard limiting TB



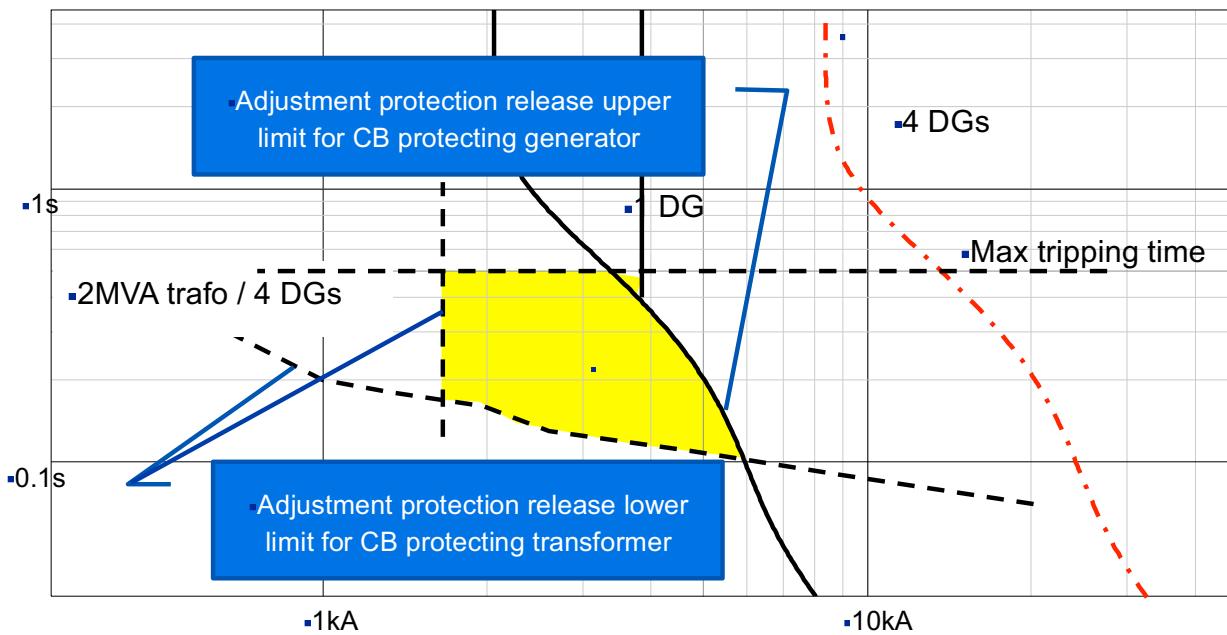
- a selective back up coordination between MCCBs



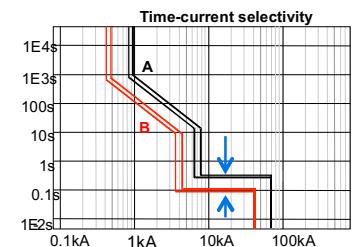
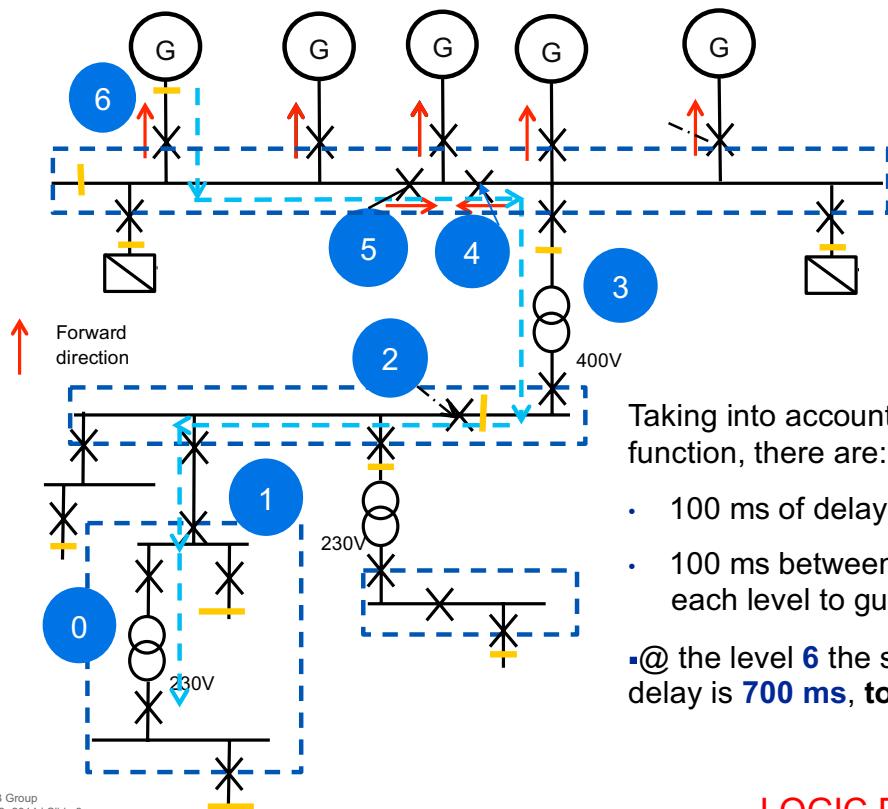
Coordination: directional protection



Discrimination: logic vs time current setting constrains



Discrimination: time current how many levels?



Taking into account for the short circuit protection function, there are:

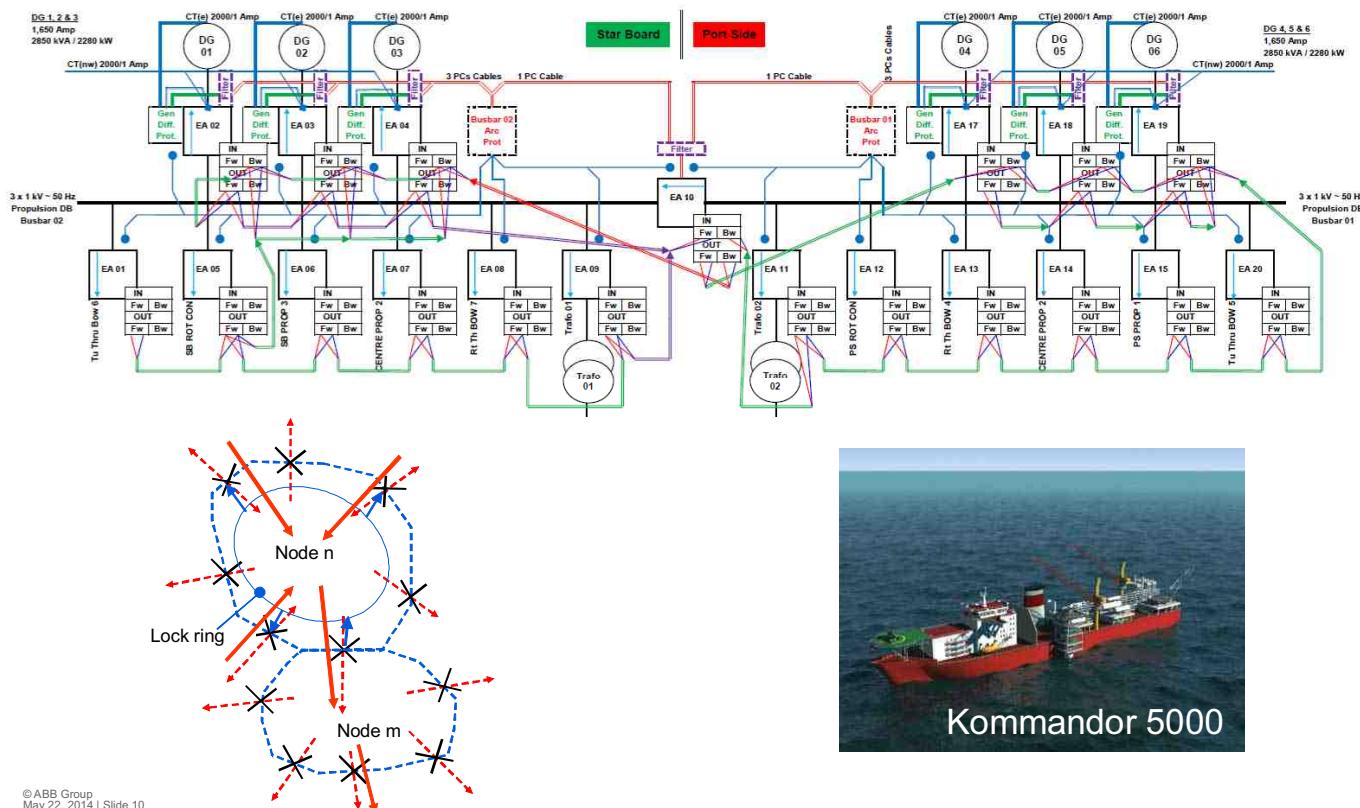
- 100 ms of delay @ the level 0,
- 100 ms between the time constant curves at each level to guarantee t-I discrimination,
- @ the level 6 the short circuit current protection delay is **700 ms, too much**



LOGIC DISCRIMINATION

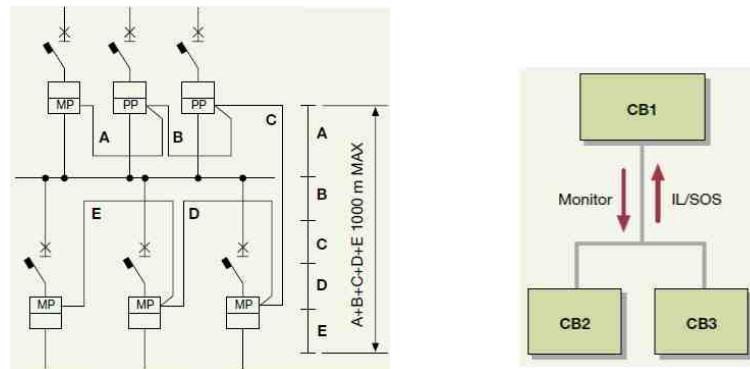
Discrimination: logic (mixed) discrimination

Ring cabling

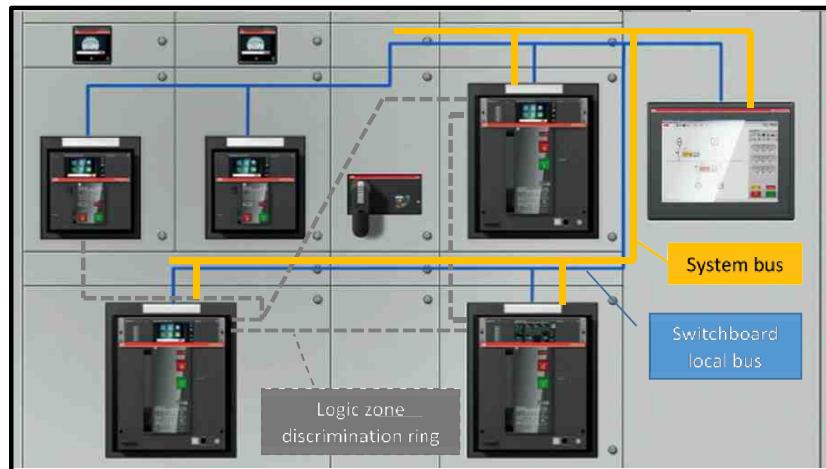


Discrimination: logic (mixed) discrimination Continuity verification & Redundancy

MCCBs



ACBs



Discrimination: logic (mixed) discrimination

Huge difference on power requirements>> DUAL SETTING

SIGNALING INPUT		
Configuration	Active High	Active High
Function	Set B	Set B
Delay	0.00 s	0.00 s

Dual setting

DUAL SETTING		
Status	ON	ON
Selection	Set A	Set A
Set B on CB CLOSED	DISABLED	DISABLED
Set B duration time	0.20 s	0.20
Set B on Vaux OFF	DISABLED	DISABLED
Set B on Loc.Bus	ENABLED	ENABLED
Dig.Input		



Ismir Fazlagic, 2014-05-22, Genova

Onboard DC Grid

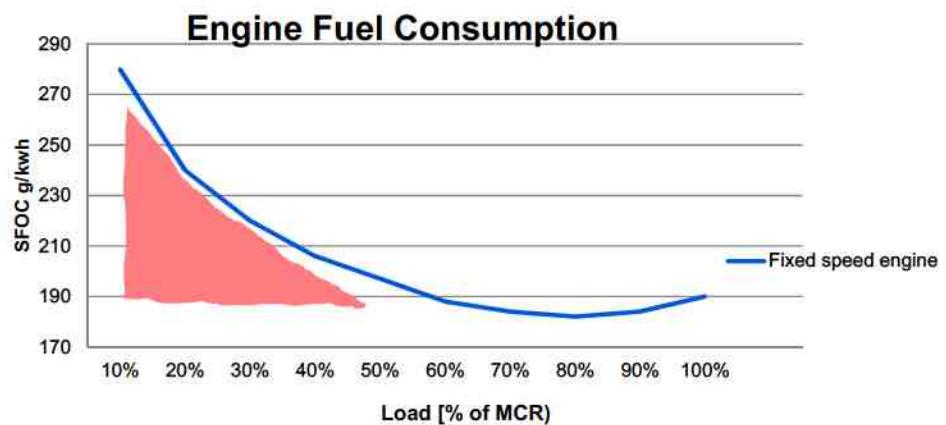
Next generation of fuel efficient vessels

Imagine your next ship: Proven technology and prepared for the future



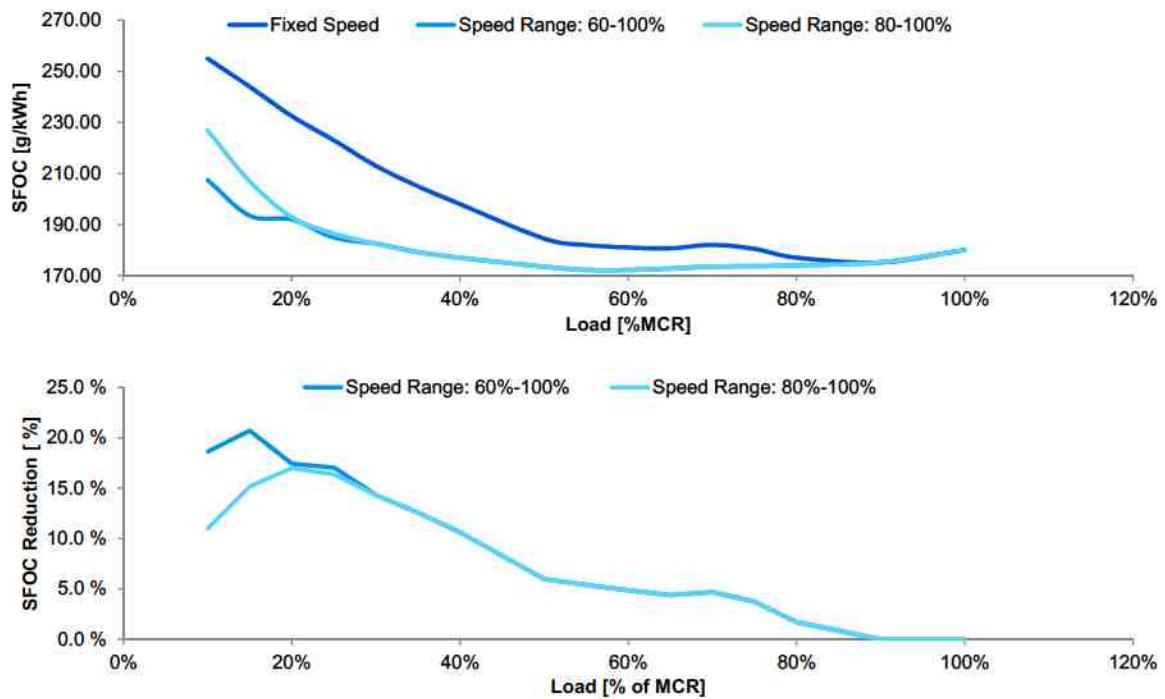
- Greener
- Smarter
- Simpler
- Be competitive now and stay competitive for the next 20+ years

Onboard DC Grid SFOC – Fixed Speed Engine



ABB

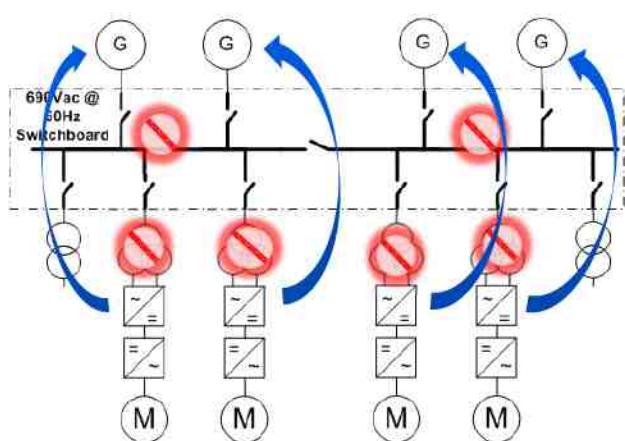
Onboard DC Grid Variable Speed Operation



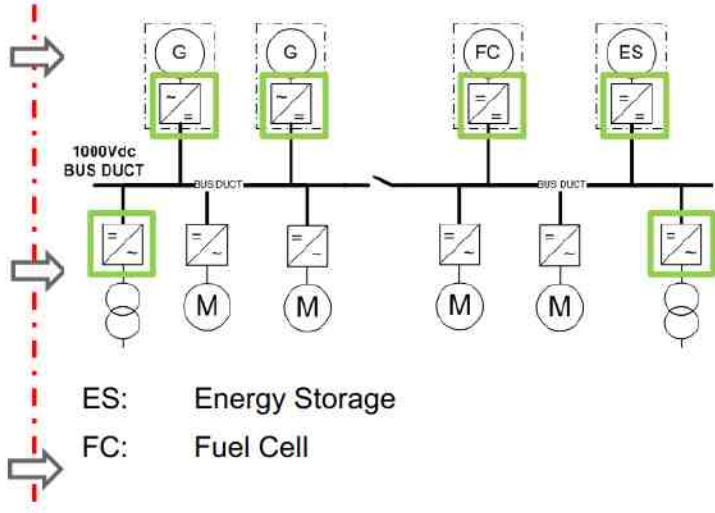
ABB

Onboard DC Grid Configuration overview

- Traditional AC System



- Onboard DC Grid



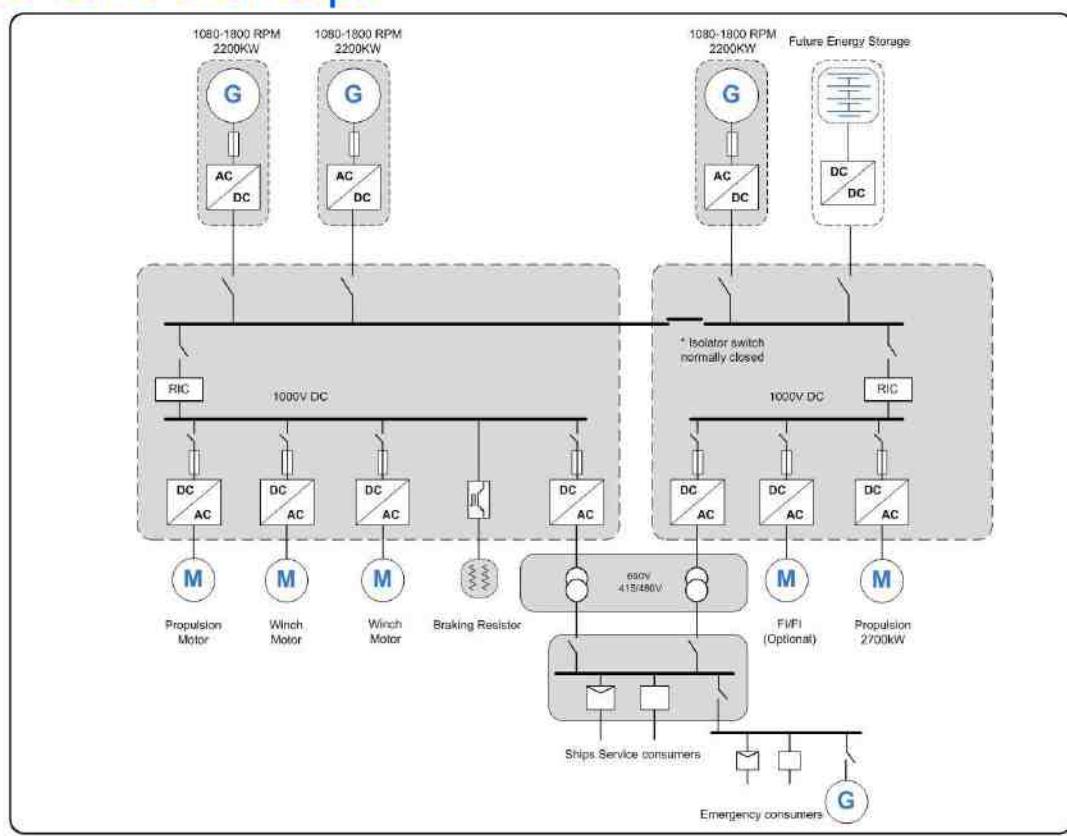
Removed components



Developed components

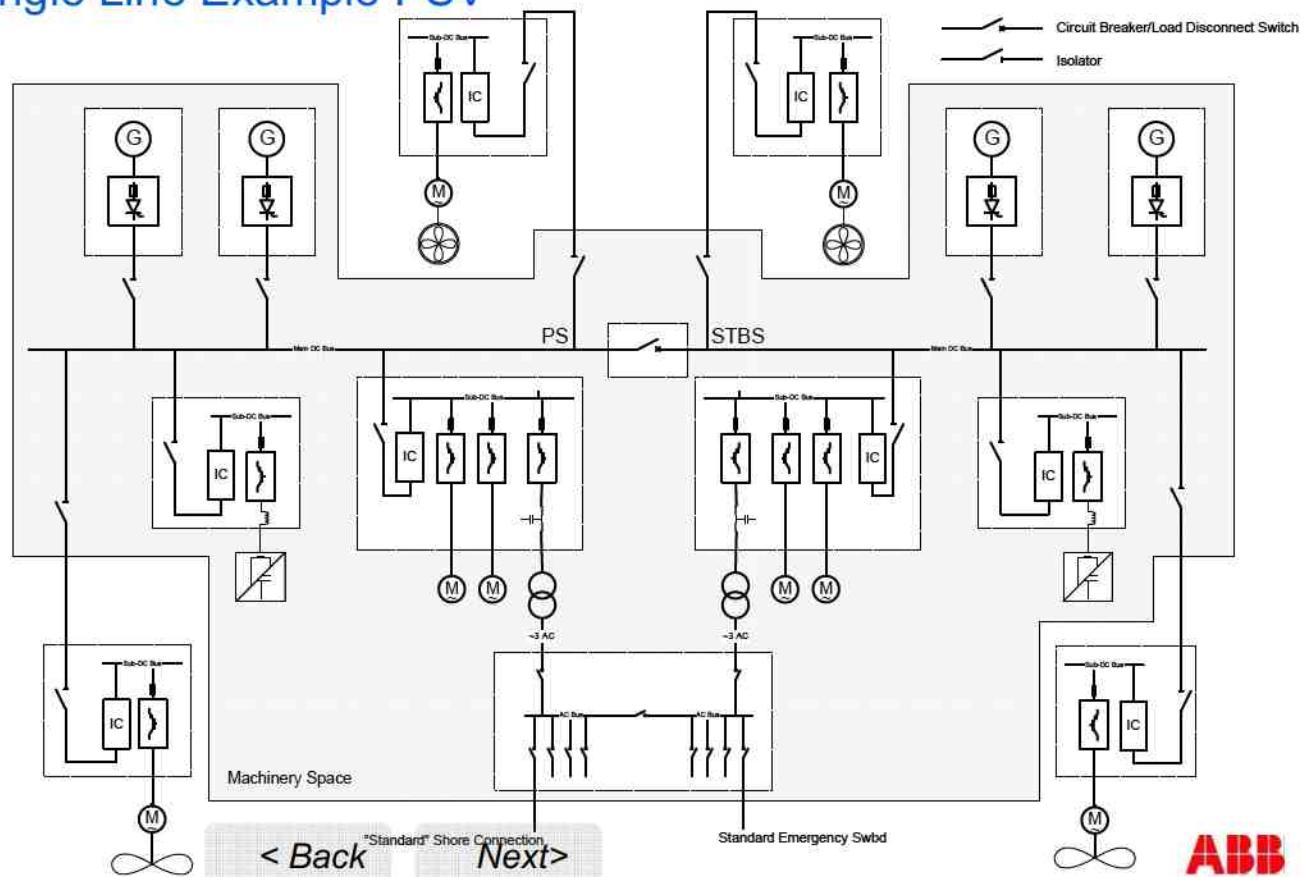
ABB

Typical Single Line Diagram for Tugs DC-Grid Concept



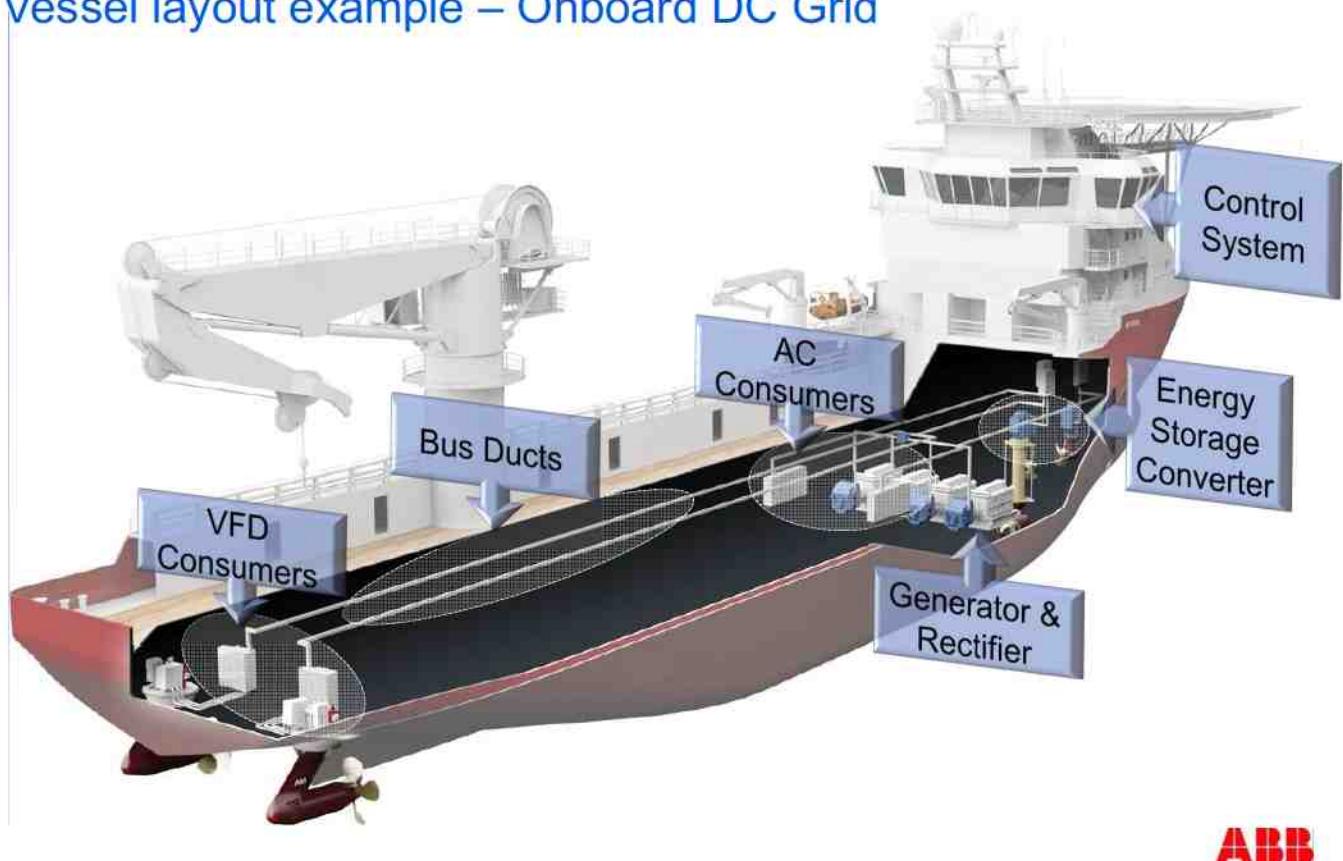
ABB

Onboard DC Grid Single Line Example PSV



Onboard DC Grid

Vessel layout example – Onboard DC Grid



Onboard DC Grid

Dina Star

Delivered: March 2013

Voltage Level: 1000Vdc

Speed range: 1200-1800rpm

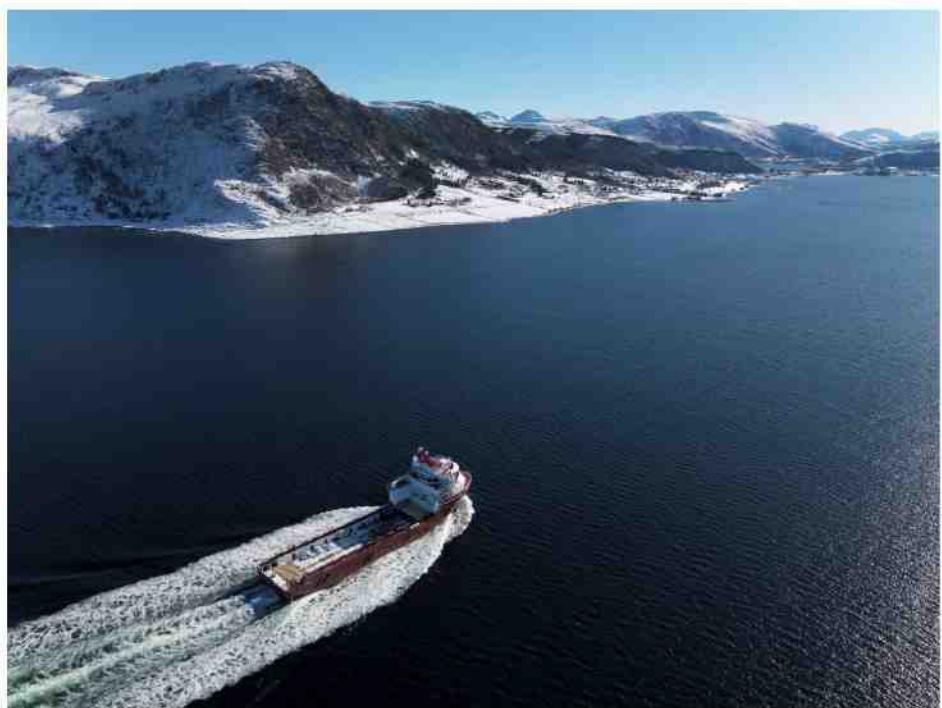
Engines: 4 x Caterpillar 3516C
1 x Caterpillar C32

Generation: 4 x 2.24MW UNIREC
1 x 920kW UNIREC

Propulsion: 2 x 2.2MW ACS800

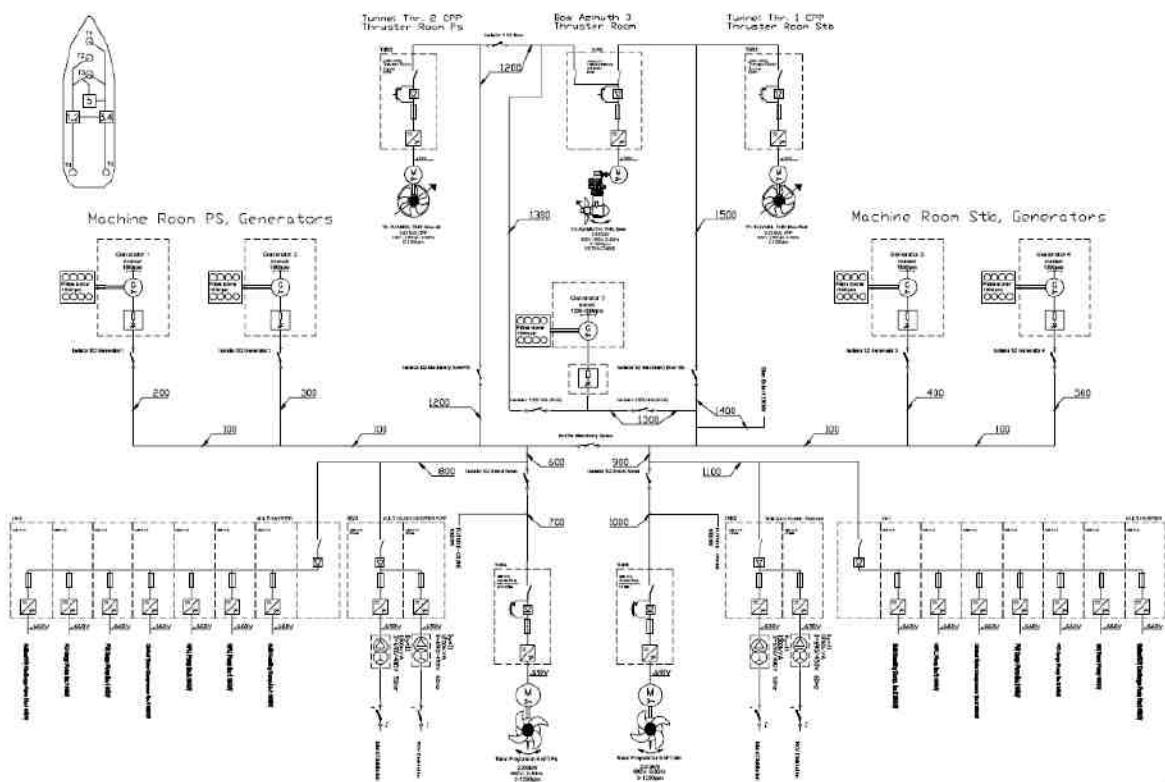
Thrusters: 2 x 925kW ACS800 Tunnel
1 x 880kW ACS800 Azimuth

Class: DNV DP2
ERN 99 99 99 99



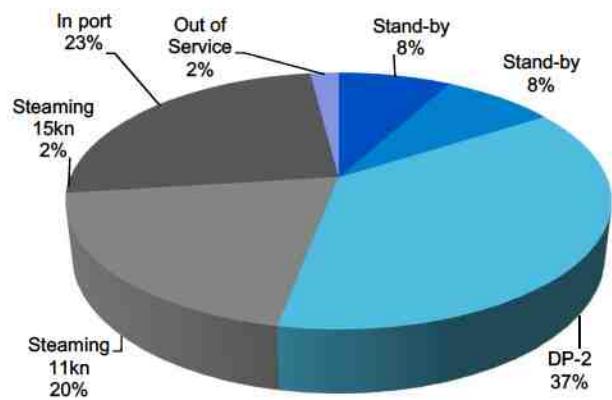
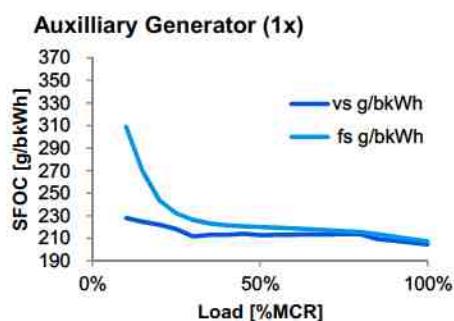
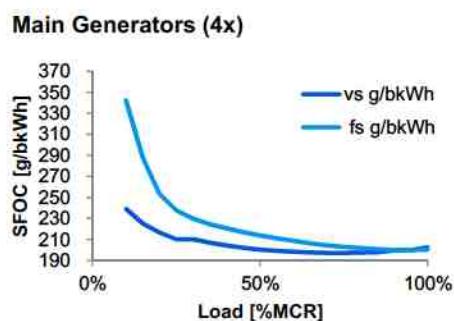
ABB

Onboard DC Grid



ABB

Onboard DC Grid Dina Star – Fuel Savings

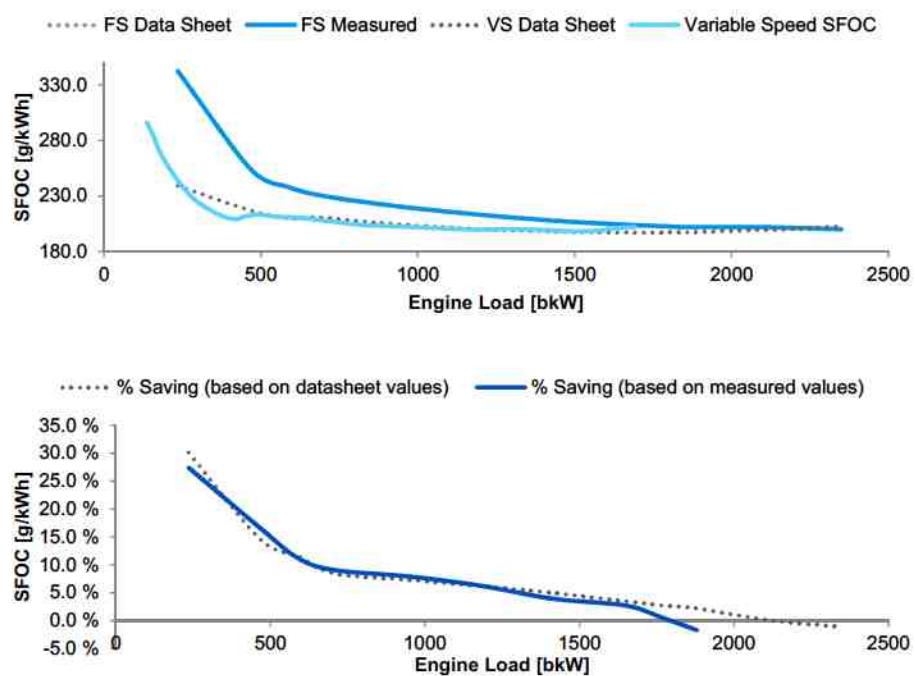


↓ **10.2%***

*to be verified

ABB

Onboard DC Grid measurements Fuel measurements Dina Star



Onboard DC Grid

Safety

- *Blackout restart*
 - First Generator Online: 12s
 - All Generators Online: 13s
 - System Recovered: 17s
- *Power Limitation*
 - Power limitation sent and feedback received within 200ms
 - System survived a 1400kW load step on G5 @ 1200rpm
- *FMEA*
 - No findings during DP2 FMEA
 - No findings during DP2 with closed bus-tie FMEA
- *Major Fault Recovery*
 - Fault on internal dc link of drives cleared in <500ms
 - Power restored to system in 500ms
- *Closed bus-tie Operation*
 - DNV approved DP2 operations with closed bus-tie



Onboard DC Grid

Performance

- *Main Propulsion Ramps*
 - More dynamic than AC system with same engines @ 1800rpm
 - 0-70% Power: 7sec
 - Ramp is adjusted as a function of no.engines online

Reliability & Comfort

- *Engines*
 - "medium speed reliability with high speed footprint and performance"
 - "like being on a ship running on batteries"

ABB

Onboard DC Grid

- Operation
 - Reduction in fuel consumption by up to 20%
 - Reduced maintenance on Diesel engines
 - Lower noise and vibration levels onboard
 - More dynamic and responsive power plant
- Design
 - A system platform that is designed with modern and future powerplants in mind
 - Simple integration of energy storage and alternative energy sources
 - Flexible placement of components
 - Reduction in weight and volume
- Safety
 - Fault tolerant
 - Quick to recover



ABB

Power and productivity
for a better world™

