



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE

Vittorio BUCCI

Progetto di impianti di propulsione navale

1.7 TIPOLOGIE DI IMPIANTO DI PROPULSIONE/GENERAZIONE ELETTRICA

Anno Accademico 2017/2018

Definizioni

Gli impianti di propulsione e generazione elettrica svolgono due **funzioni essenziali** per l'operatività della nave. Il grado di integrazione fra tali impianti è variabile: a volte essi sono completamente separati, a volte sono **strettamente integrati** mentre, nella maggior parte dei casi, sono interconnessi, come ad esempio nel caso di generazione elettrica tramite alternatore asse mosso dal motore di propulsione.

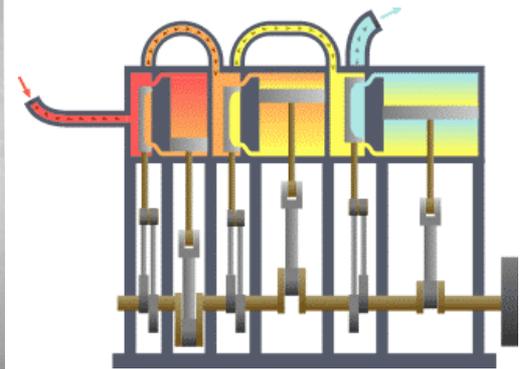
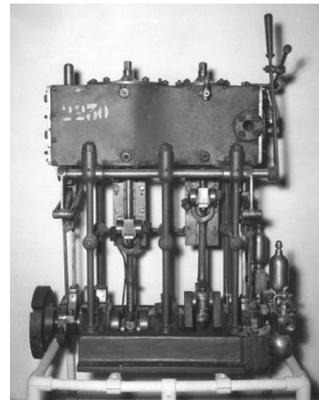
Gli impianti propulsivi possono essere divisi in due categorie:

- **Impianto propulsivo meccanico:** tipo convenzionale, caratterizzato dalla trasmissione meccanica dell'energia dal motore primo al propulsore. Componenti fondamentali sono il motore primo, diesel-turbina ecc, la trasmissione e il propulsore. In tal caso, la generazione elettrica è solitamente costituita da gruppi diesel generatori separati, con possibile collegamento di un generatore asse alla propulsione;
- **Impianto propulsivo elettrico:** il propulsore è mosso da un motore elettrico. La potenza elettrica per la propulsione e per tutti gli altri sistemi può essere generata da centrali separate o, come d'uso modernamente, da un'unica centrale, solitamente composta da gruppi diesel generatori. Quest'ultima soluzione integrata utilizza nel modo più efficiente i generatori.



I componenti principali

Motrice Alternativa: La motrice alternativa è stata il primo apparato motore propulsivomeccanico ad essere installato in marina, dapprima come ausilio all' impianto velico e successivamente come motrice principale. Per molti anni, oltre i cinquanta, in una continua evoluzione non ha trovato concorrenti che la potessero totalmente sostituire. Semplice nel suo funzionamento e sempre affidabile dimostrò, nel suo cinquantennio di utilizzo, i suoi limiti nella potenza sviluppabile che la vide progressivamente soppiantata dalle turbine a vapore prima, dai motori Diesel ed infine dalla turbine a gas. tipo convenzionale, caratterizzato dalla trasmissione meccanica dell'energia dal motore primo al propulsore. Componenti fondamentali sono il motore primo, diesel-turbina ecc, la trasmissione e il propulsore. In tal caso, la generazione elettrica è solitamente costituita da gruppi diesel generatori separati, con possibile collegamento di un generatore asse alla propulsione;

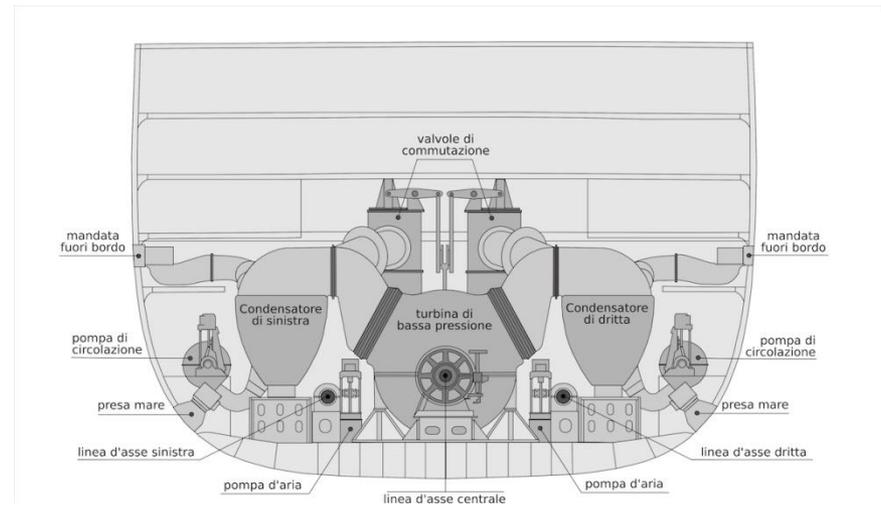
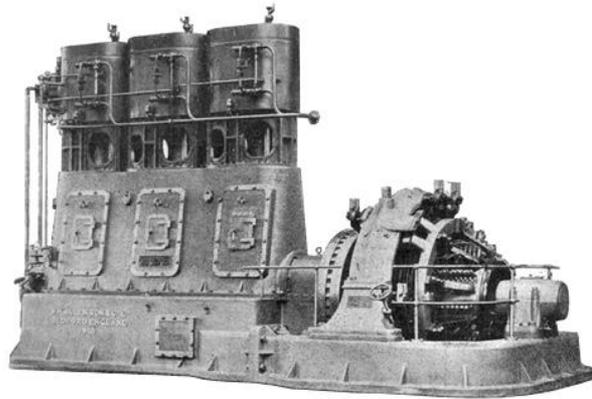


Tipologie di impianto di propulsione/generazione elettrica

Vittorio BUCCI

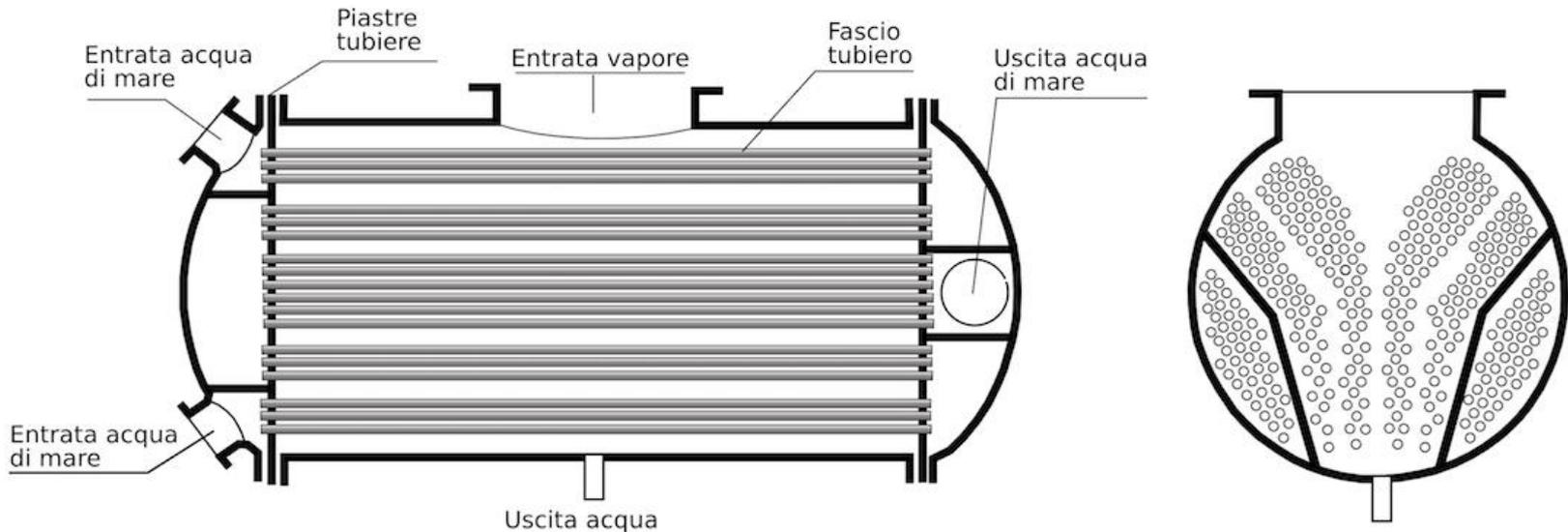
I componenti principali

Turbina a Vapore: Come detto sopra le motrici alternative, che pure hanno avuto tanta importanza nella propulsione navale hanno dovuto cedere il passo alla turbine che, possedendo tutti i pregi delle macchine rotative, permettono di realizzare maggiori potenze asse con ingombri e pesi nettamente inferiori. La turbina a vapore è una macchina rotativa che trasforma l'energia termica posseduta dal vapore in un lavoro meccanico sull'asse motore e la configurazione stessa delle turbine consente velocità di rotazione palette superiori ai 350 m/s contro i 10-12 m/s degli stantuffi delle motrici alternative con un lavoro meccanico continuo rispetto a quello alternativo delle motrici a vapore, con una conseguente uniformità e più continua distribuzione della potenza che si traduce anche in minori vibrazioni e rumori.



I componenti principali

Condensatore: Il condensatore è un involucro chiuso cilindrico o parallelepipedo che, posto allo scarico delle motrici alternative o delle turbine a vapore, serve a condensare, sotto vuoto, il vapore ed attraverso pompe di circolazione rimettere l'acqua così ottenuta in ciclo per ricreare, in caldaia, altro vapore. Normalmente il raffreddamento del vapore viene effettuato usando come liquido refrigerante acqua mare. L'acqua di condensa, per un migliore rendimento del ciclo, viene pre-riscaldata in appositi riscaldatori alimentati a vapore.



I componenti principali

Riduttore: Il riduttore è una sistemazione meccanica od in alcuni casi elettrica, adatta a diminuire il numero di giri tra motrice e linea assi-elica, allo scopo di far funzionare al massimo del rendimento sia la motrice che l' elica. L' uso del riduttore è necessario negli apparati motore con turbine sia a vapore che gas e nei motori Diesel veloci.

Reggispinta: E' il cuscinetto assiale che, sistemato sulla linea assi è destinato a trasmettere allo scafo la spinta dell' elica stessa. Cuscinetti reggispinta sono sistemati anche sull' asse delle turbine per sopportare la spinta del vapore che si manifesta durante la sua espansione nelle turbine.

Cuscinetti Intermedi: Sono cuscinetti radiali che servono a supportare il peso della linea assi.



Tipologie di impianto di propulsione/generazione elettrica

Vittorio BUCCI



I componenti principali

Motore Diesel: Il motore Diesel è una macchina a combustione interna (endotermica) che trasforma l'energia termochimica del combustibile in lavoro, mediante la combustione diretta con aria che poi si espande nel cilindro(i) del motore. Attualmente si preferisce l'uso di apparati motori Diesel per i bassi consumi di combustibile rispetto ad impianti a vapore e/o con turbine a gas. La tendenza è per l'uso di motori veloci o semi veloci a quattro tempi generalmente accoppiati ad un alternatore che consentono un funzionamento del Diesel a velocità costanti con un maggiore utilizzo del motore alle sue condizioni ottimali. Per le varie andature nave e per la marcia addietro si agisce sul numero di giri e sul senso di rotazione dei Motori Elettrici di Propulsione (MEP) e/o si usano eliche a pale orientabili. In certe configurazioni o su richiesta del Cliente il cuscinetto reggispinta può essere far parte del blocco motore.

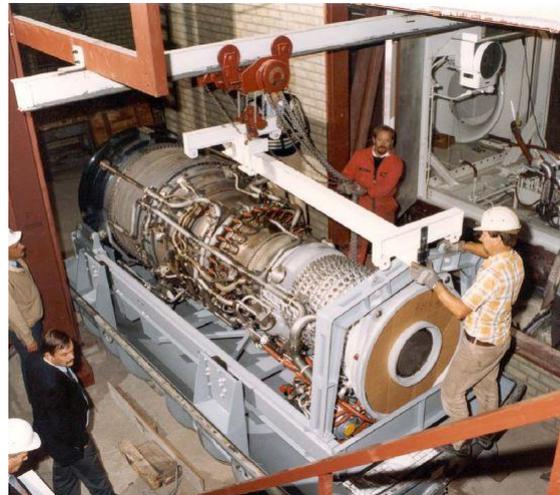


Tipologie di impianto di propulsione/generazione elettrica

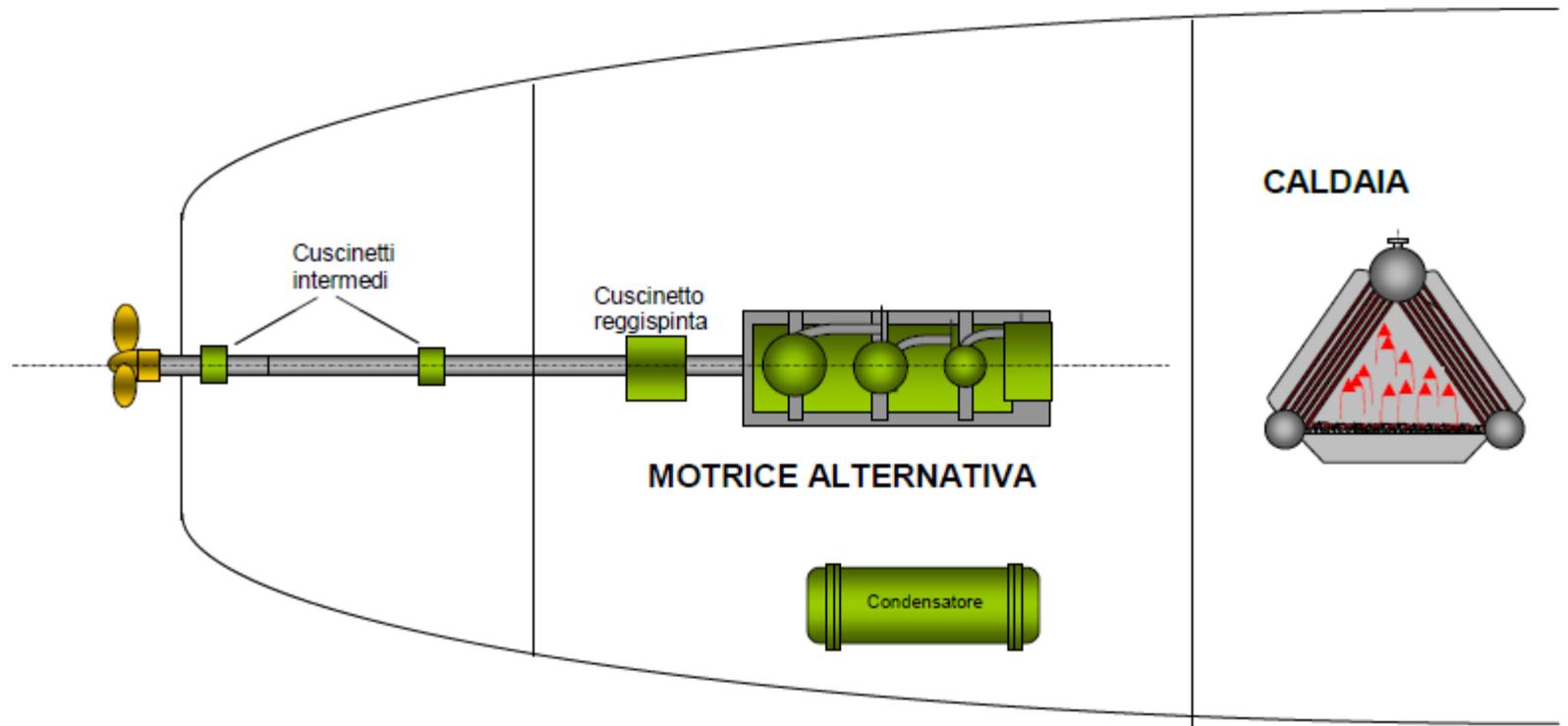
Vittorio BUCCI

I componenti principali

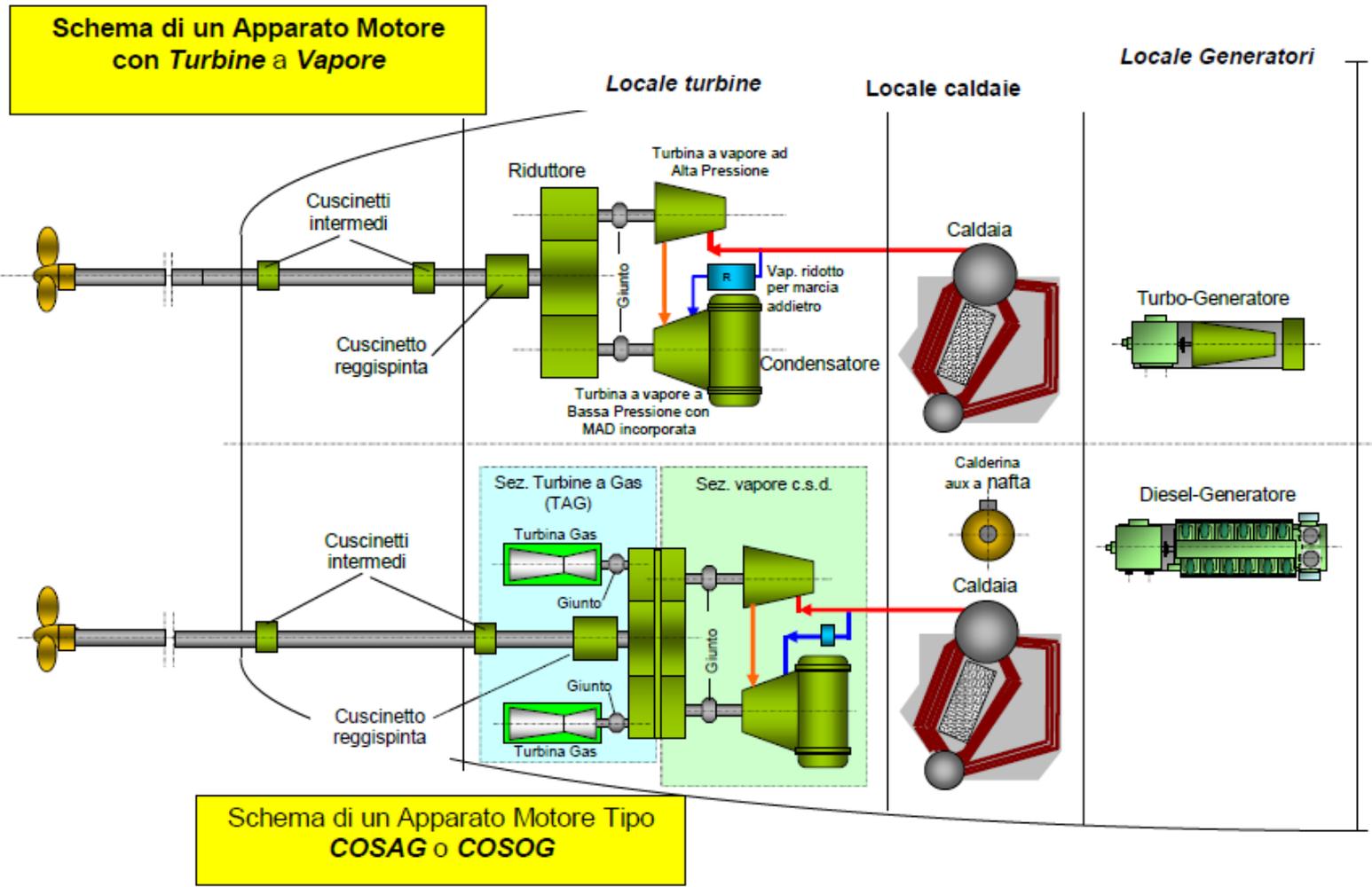
Turbina a Gas (TAG): Questo tipo di turbina, di derivazione aeronautica, viene principalmente usato per applicazioni militari in quanto a fronte di dimensioni e pesi limitati erogano delle notevoli potenze. Il loro uso come già detto è molto limitato nel settore mercantile a causa notevole consumo specifico e degli altissimi costi del combustibile leggero che deve essere impiegato (c.ca 240-280 g/kW contro i 180-200 g/kW di un motore Diesel). In ogni caso nel settore mercantile le turbine sono usate come turbogeneratori che alimentano dei MEP e per le condizioni di navigazione vale quanto detto per la Diesel generazione.



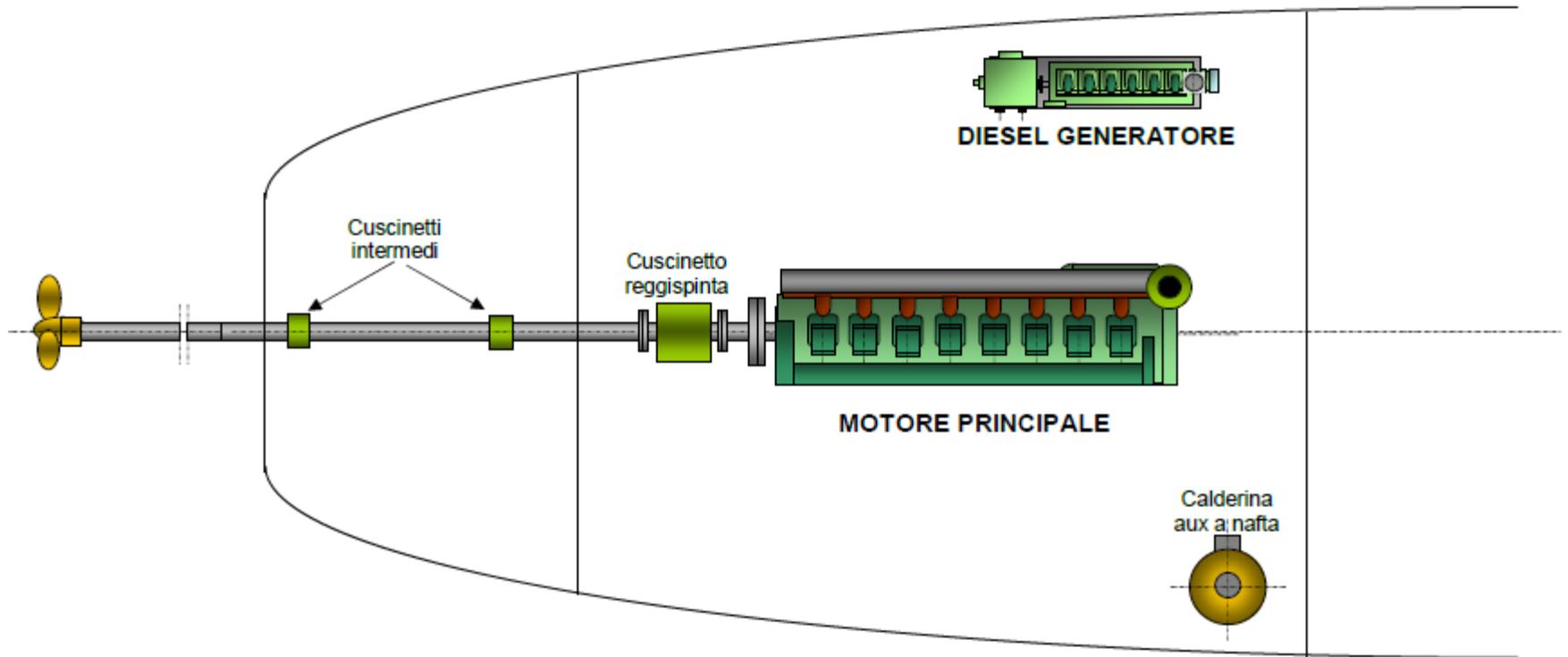
Motrice alternativa a vapore



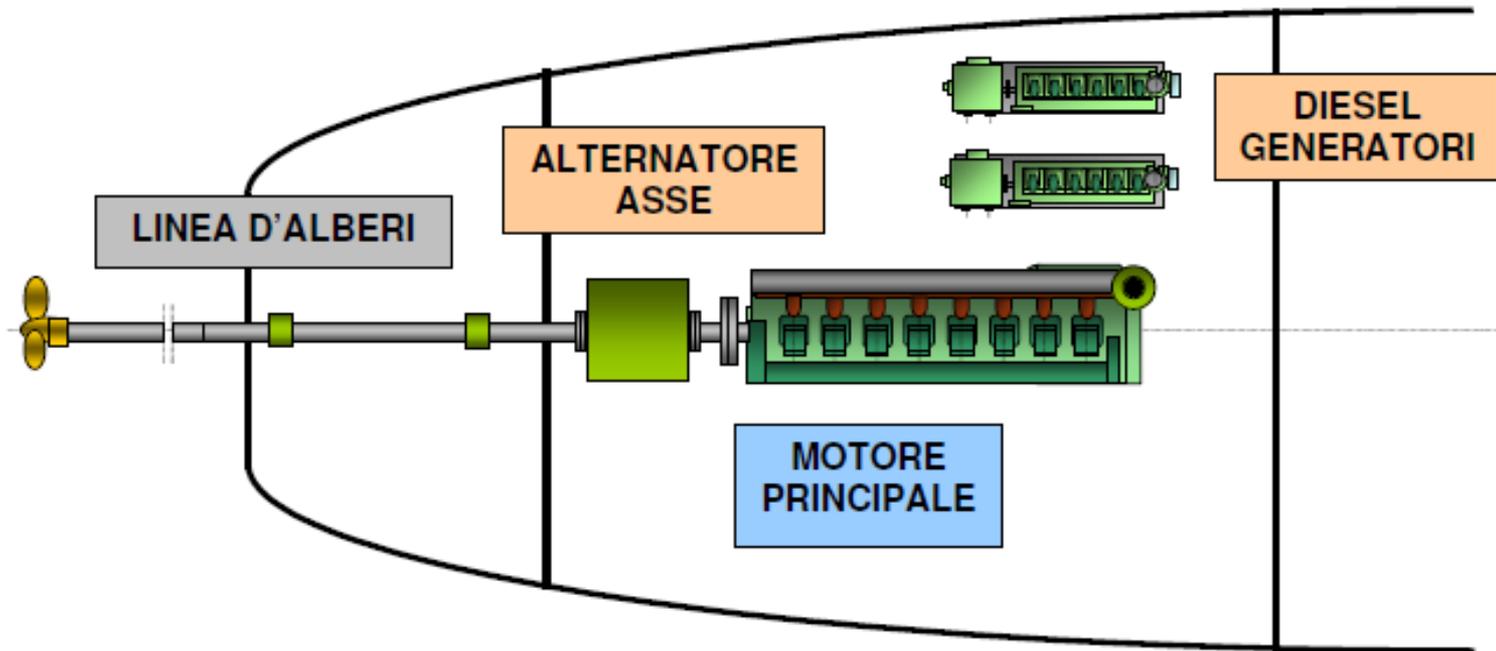
Turbine a vapore



Diesel 2 Tempi

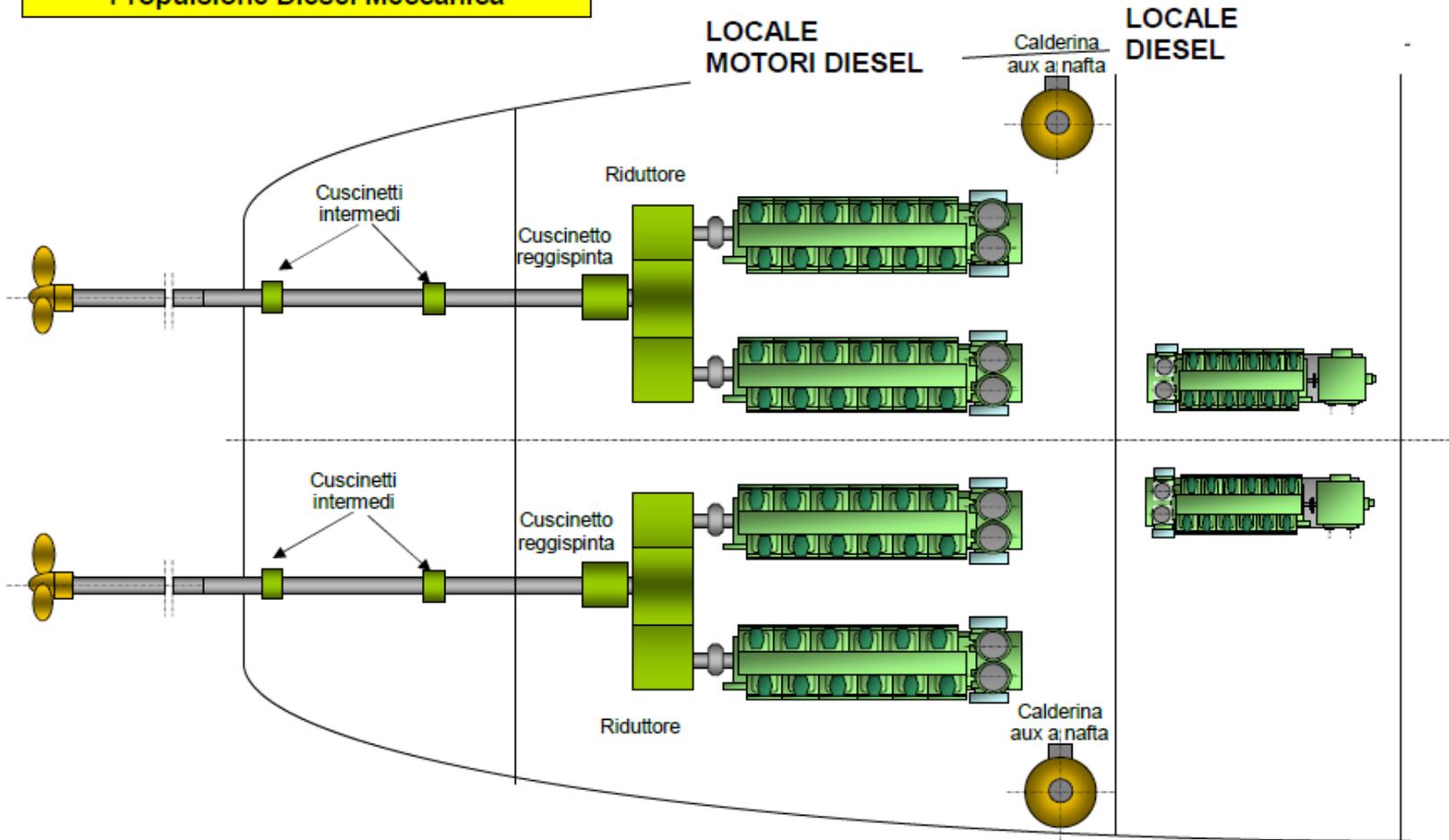


Diesel 2 Tempi + Alternatore Asse



Diesel 4 Tempi

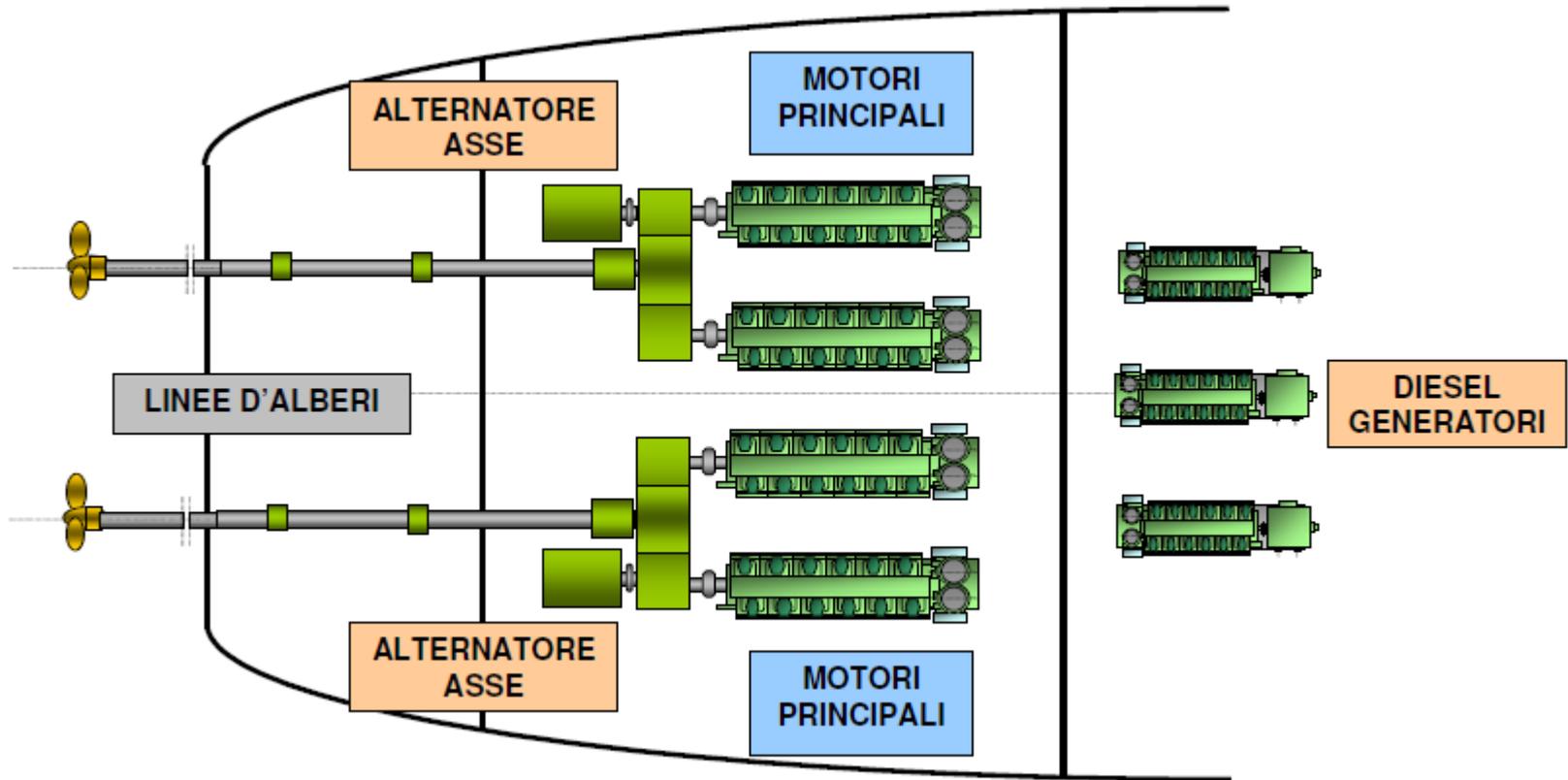
Schema Locale Apparato Motore con Propulsione Diesel Meccanica



Tipologie di impianto di propulsione/generazione elettrica

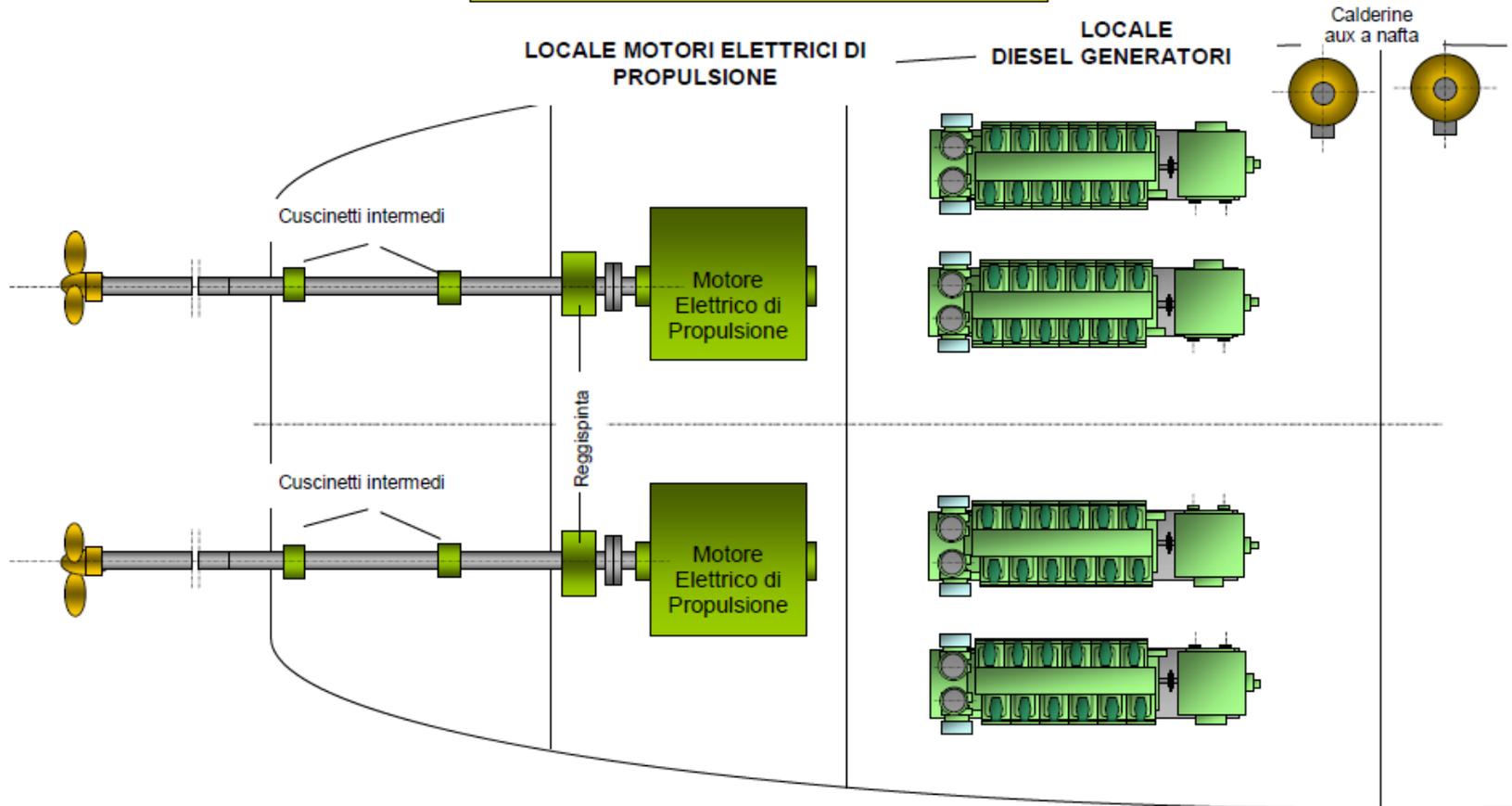
Vittorio BUCCI

Diesel 4 Tempi + Alternatore Asse

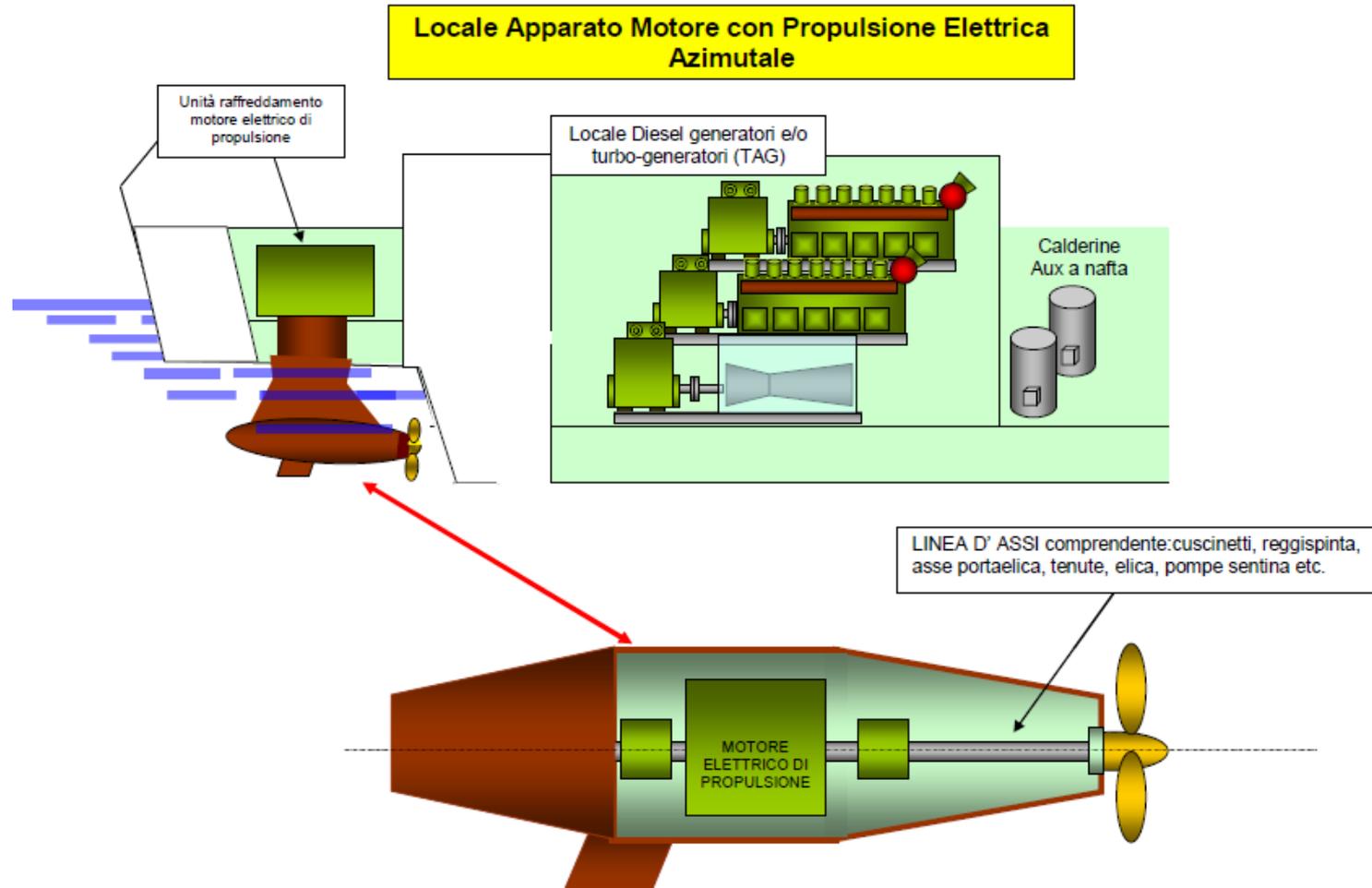


Propulsione elettrica convenzionale

Schema Locale Apparato Motore con Propulsione Diesel Elettrica



Propulsori azimutali elettrici



La scelta – Impianti senza trasmissione

La maggior parte delle navi da carico convenzionali, come ad esempio navi cisterna, portacontenitori, portarinfuse, sono dotate di motore diesel lento a due tempi direttamente collegato alla linea d'alberi. Caratteristiche tipiche di questo tipo di motore :

- opera con olii combustibili ad alta viscosità di costo relativamente basso,
- ha un elevato rendimento termodinamico,
- non necessita di riduttore di giri,
- è molto affidabile,
- le sue caratteristiche di peso ed ingombro sono accettabili per i tipi di navi a cui è destinato.

Le velocità di rotazione di questo tipo di motore sono comprese fra 80 e 200 giri al minuto. In questo tipo di propulsione, l'elica può essere sia a pale fisse che a pale orientabili. Il tipo a pale fisse è il più comune, tenuto conto che il motore diesel a due tempi è reversibile. Il moto della nave viene controllato regolando la direzione di rotazione e i giri del motore.



La scelta – Impianti senza trasmissione

A fronte di un costo e di una complessità costruttiva maggiori, l'elica a pale orientabili consente alla nave velocità estremamente basse e la possibilità di un'inversione del moto pronta e dolce.

La richiesta di potenza elettrica viene soddisfatta da una centrale elettrica indipendente e, alle volte, da un alternatore asse mosso dalla linea d'alberi. Normalmente, l'alternatore asse fornisce potenza elettrica quando la nave è in navigazione alla velocità di servizio.

Negli impianti con elica a pale fisse in cui la velocità della nave viene regolata variando i giri, l'alternatore asse produce tensione a frequenza variabile che deve essere convertita da un dispositivo elettronico di potenza prima di poter essere utilizzata in rete.

A bassa velocità, la riduzione di giri della linea d'alberi è tale che l'alternatore asse non può mantenere la sua tensione nominale. In tal caso intervengono i gruppi diesel generatori.



La scelta – Impianti senza trasmissione

La scelta del numero e della potenza dei diesel generatori viene effettuata in modo che in ogni condizione operativa la richiesta di potenza elettrica possa essere soddisfatta in modo efficiente, senza dover utilizzare i gruppi a carichi eccessivi o troppo bassi.

Per ragioni di ridondanza, sono richiesti dalle normative almeno due gruppi generatori indipendenti, ciascuno in grado di garantire l'operabilità e l'abitabilità della nave. In aggiunta deve essere previsto un gruppo diesel generatore di emergenza.

L'alternatore asse non è installato per ragioni di ridondanza, ma per migliorare il rendimento della generazione elettrica e ridurre i costi operativi:

- il motore principale, di taglia nettamente maggiore rispetto ai diesel che azionano i generatori, ha un rendimento migliore,
- il costo di manutenzione è minore perchè si riducono le ore di servizio dei diesel generatori.

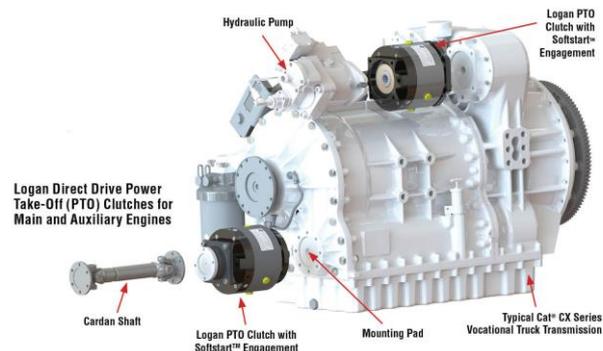


La scelta – Impianti con trasmissione

Nel caso in cui la velocità del motore primo sia più alta della velocità alla quale l'elica può operare in modo efficiente, è necessario collegare il motore primo alla linea d'alberi tramite un riduttore di giri. È il caso dei motori diesel “medium” o “high speed”, delle turbine a gas e delle turbine a vapore.

Il riduttore di giri può essere usato non solo per l'ovvia funzione di ridurre la velocità del motore primo, ma anche contemporaneamente per combinare la potenza di due o più motori primi su un'unica linea d'alberi, o per dividere la potenza fra più alberi, uno dei quali può essere ad esempio l'albero di uscita di una presa di potenza (Power Take Off).

In impianti di potenza relativamente bassa, al riduttore di giri può essere combinato un invertitore che consente l'inversione del senso di rotazione dell'elica.



La scelta – Impianti con trasmissione

Generalmente, l'inversione del moto in impianti con riduttore di giri viene ottenuta mediante l'elica a pale orientabili.

Fanno eccezione gli impianti con turbine a vapore, dotate di turbina separata per la marcia addietro.

La richiesta di potenza elettrica viene soddisfatta da una centrale elettrica indipendente e, alle volte, da un alternatore asse mosso da presa di potenza sul riduttore di giri. Poichè in questi impianti propulsivi è generalizzato l'uso dell'elica a pale orientabili, la velocità di rotazione della linea d'alberi può essere mantenuta costante. La spinta dell'elica verrà allora controllata variandone il passo. Ciò consente all'alternatore asse di produrre tensione a frequenza costante anche a basse velocità nave e in manovra. Si può così evitare l'installazione di un convertitore di frequenza.



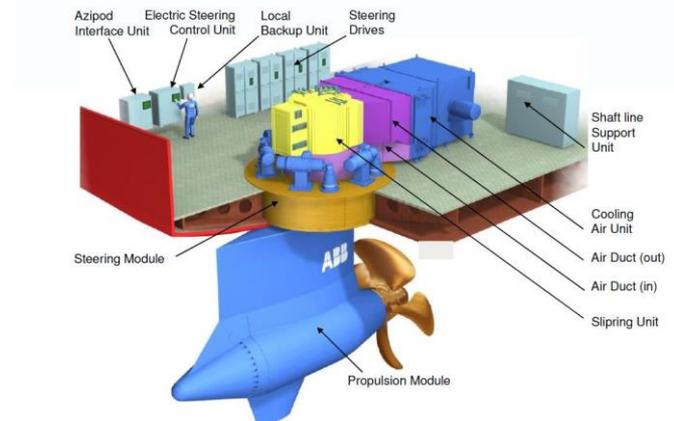
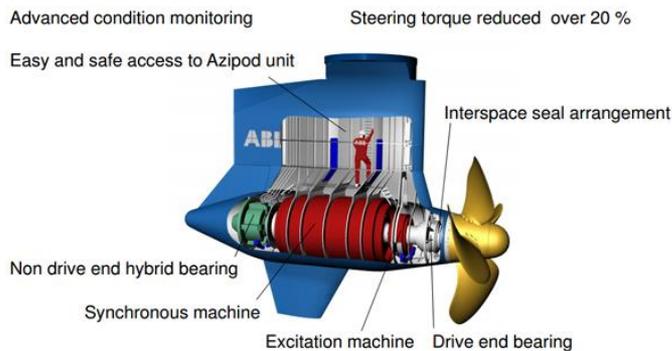
La scelta – Impianti con propulsione elettrica

I generatori, mossi dai motori primi, alimentano i motori elettrici di propulsione tramite una sistema elettrico composto da :

- quadro elettrico principale
- trasformatori e convertitori di potenza

In generale, la propulsione elettrica risulta conveniente quando :

- il carico elettrico per servizi ausiliari e funzioni operative è rilevante, come ad esempio sulle navi da crociera,
- è necessario installare a bordo un certo numero di propulsori distribuiti, come ad esempio i thrusters azimutali per posizionamento dinamico nei mezzi offshore.



Tipologie di impianto di propulsione/generazione elettrica

Vittorio BUCCI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE

Vittorio BUCCI

Progetto di impianti di propulsione navale

1.7 TIPOLOGIE DI IMPIANTO DI PROPULSIONE/GENERAZIONE ELETTRICA

Anno Accademico 2017/2018