



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE

Vittorio BUCCI

Progetto di impianti di propulsione navale

3.7 CALCOLO AUTONOMIA

Anno Accademico 2017/2018

Impianti di propulsione navale

Il calcolo del volume delle casse deposito combustibile viene svolto nelle prime fasi del progetto quando, nota l'autonomia in miglia richiesta dalla Società Armatrice e definiti il tipo e la potenza dell'apparato motore, è necessario determinare il volume ed il peso che vanno riservati al combustibile imbarcato. Il calcolo è preliminare alla stesura del "piano delle capacità", ossia del disegno in cui si riportano le casse deposito dei liquidi imbarcati (carichi liquidi, combustibile, olio lubrificante, acqua potabile, acqua tecnica, acque grigie e nere, acqua di sentina, morchie apparato motore, ecc.)

Gli esempi seguenti si riferiscono a tre varianti di calcolo, applicabili rispettivamente ad impianti con motore diesel 2 tempi, ad impianti con motore diesel 4 tempi e riduttore di giri e ad impianti diesel elettrici. Nei primi due casi lo schema dei calcoli è simile.

Sezione 1 - Partendo dai dati noti (autonomia in miglia nautiche e velocità di riferimento), si ricavano i giorni di autonomia corrispondenti, maggiorandoli, se richiesto, con un certo margine. Si riporta inoltre la potenza propulsiva alla velocità di riferimento, comprendente il Sea Margin, misurata alla flangia del motore principale. La potenza alla flangia include le perdite nella linea d'alberi e nel riduttore di giri :

Impianti di propulsione navale

$$P_{B_{prop.}} = \frac{P_D (1 + \frac{SM}{100})}{\eta_{l.a.} \eta_{rid.}}$$

Sezione 2 - Si calcola la potenza richiesta al volano del motore principale da un eventuale alternatore asse mosso direttamente dalla linea d'alberi (nel caso dei motori 2 tempi) o da un moltiplicatore di giri (nel caso dei motori 4 tempi ma anche di alcuni impianti con motori 2 tempi).

$$P_{B_{A/A}} = \frac{P_{A/A}^{elettrica}}{\eta_{A/A} \eta_{multipl.}}$$

Sezione 3 - La potenza totale al volano è data da : $P_{B_{MP}} = P_{B_{prop.}} + P_{B_{A/A}}$

Nota la MCR del motore, si calcola la corrispondente percentuale di carico: $MCR \% = 100 \frac{P_{B_{MP}}}{MCR}$

Dall'apposito diagramma si legge il consumo specifico del motore in funzione della MCR%. Qualora, come spesso accade nei motori 4 tempi, il motore aziona direttamente le pompe olio lubrificazione ed acqua raffreddamento, il consumo specifico va maggiorato con le relative aliquote stabilite dal costruttore.

Impianti di propulsione navale

Il consumo specifico denunciato dal costruttore del motore è riferito a condizioni ambientali standard ISO e a combustibile con potere calorifico inferiore ISO di 42700 kJ/kg (10200 kcal/kg). Inoltre il costruttore garantisce il consumo con un margine di tolleranza del $\pm 5\%$ (in alcuni casi $\pm 3\%$). Il consumo specifico reale sarà perciò dato da :

$$\text{SFOC}_{\text{reale MP}} = 1.05 \text{ SFOC}_{\text{ISO MP}} \frac{\text{PCI}_{\text{ISO}}}{\text{PCI}_{\text{reale}}}$$

La nafta pesante reperibile in commercio ha PCI = 9400 ÷ 9800 kcal/kg. La tolleranza del 5% sarà assunta sempre con segno positivo, in quanto l'esperienza dimostra che in nessun caso il motore ha un consumo inferiore al valore dichiarato.

Il consumo totale giornaliero sarà (SFOC in g/kW h, P_b in kW, $C_{g MP}$ in t/24 h) :

$$C_{g MP} = \text{SFOC}_{\text{reale MP}} P_{BMP} 24 \cdot 10^{-6}$$

Impianti di propulsione navale

- Sezione 4 -** Si calcola il consumo dei gruppi diesel alternatori in moto (nel caso di impianti con alternatore asse, i gruppi possono essere fermi in navigazione).
La potenza erogata dai motori dei gruppi va calcolata tenendo conto del rendimento dell'alternatore :

$$P_{BDA} = \frac{P_{DA}^{elettrica}}{\eta_{Alt.}}$$

Il procedimento per determinare il consumo è simile a quanto visto nella sezione 2 :

$$Cg_{DA} = SFOC_{reale\ DA} P_{BDA} 24 \cdot 10^{-6}$$

- Sezione 5 -** Dal bilancio vapore si determina la percentuale media di utilizzo delle caldaie a nafta. Il consumo di combustibile si calcola assumendo un indice di vaporizzazione di $14 \div 14.5 \text{ kg}_{vapore} / \text{kg}_{nafta}$

$$Cg_{CN} = \frac{\% \text{ utilizzo} \cdot \text{Potenzialità max. caldaie}}{\text{Indice vaporizzazione}} 24 \cdot 10^{-3}$$

Impianti di propulsione navale

Sezione 6 - Consumo totale : $C_g = C_{g_{MP}} + C_{g_{DA}} + C_{g_{CN}}$

Il consumo va aumentato di circa l'1.5% per tener conto delle perdite per depurazione e filtraggio.

Nota il peso specifico del combustibile (960 ÷ 990 kg/m³), si calcola il volume giornaliero :

$$V_g = \frac{1.015 C_g}{\gamma_{comb.}}$$

Il volume totale necessario per l'autonomia è dato da :

$$V_{tot.} = V_g \cdot \text{giorni}$$

Il volume delle casse deposito va aumentato per tener conto dei sedimenti impompabili (circa 1.5 ÷ 2.0%) e del coefficiente di riempimento delle casse stesse (circa 98%):

$$V_{casse} = \frac{1.015}{0.98} V_{tot.}$$

Impianti di propulsione navale

Nel caso degli impianti diesel elettrici, la potenza richiesta al volano dei motori diesel è costituita dall'aliquota per la propulsione e dall'aliquota per i servizi ausiliari ed alberghieri :

♦ la potenza al volano per la propulsione si ottiene partendo dalla potenza consegnata all'elica, comprensiva di Sea Margin, tenendo conto del rendimento di tutti i componenti della catena propulsiva (linea d'alberi, motore elettrico di propulsione, convertitore di frequenza, trasformatore, alternatore).

♦ la potenza al volano per gli ausiliari si ottiene partendo dalla potenza elettrica calcolata con il metodo del bilancio elettrico e tenendo conto del rendimento dell'alternatore.

Determinata la potenza totale al freno dei motori dei diesel alternatori, si procede in modo identico a quanto già descritto.

$$P_{B_{prop.}} = \frac{P_D (1 + SM/100)}{\eta_{l.a.} \eta_{PEM} \eta_{CF} \eta_{Trasf.} \eta_{Alt.}}$$

$$P_{B_{aux.}} = \frac{P_{aux.}^{elettrica}}{\eta_{Alt.}}$$

$$P_{B_{DA}} = P_{B_{prop.}} + P_{B_{aux.}}$$