

Centrali elettriche di integrazione invernale per gli stabilimenti della Soc. p. Az. FIAT

C. D. 621.311.23

Come in quasi tutti i principali paesi d'Europa, anche in Italia, la carenza di energia elettrica già manifestatasi durante la guerra si è successivamente acuita; ne sono causa le gravi distruzioni per eventi bellici, specialmente nell'Italia centrale e meridionale, di centrali elettriche, termiche e idrauliche, e periodi di eccezionale siccità verificatisi negli anni 1945-1947, che non hanno permesso alle centrali idroelettriche ancora efficienti dell'Italia settentrionale di immettere nelle reti utilizzatrici quelle quantità di energia che i loro impianti sono capaci di produrre in condizioni stagionali normali.

Questa crisi si è fatta ancor più sentire per l'aumentata richiesta di energia; infatti durante la guerra e anche nel periodo precedente era stata favorita la trasformazione di molti impianti termici a combustione di carbone o di nafta (quali caldaie per produzione di vapore, forni per industrie siderurgica e chimica etc.) in impianti alimentati da energia elettrica.

Finita la guerra, il ritmo di ricostruzione e di ripresa della produzione delle industrie utenti di energia elettrica è stato alquanto superiore a quello di riattamento e di costruzione degli impianti generatori di corrente elettrica, per cui la crisi si è ulteriormente aggravata tanto da costringere parecchie aziende a rimanere inattive per parecchio tempo durante gli inverni 1946-47 e 1947-48 con grandissimo danno per l'economia delle aziende stesse e di riflesso della Nazione intera. Nello scorso inverno si è avuto, per verità, un certo miglioramento ma dovuto solo a condizioni meteorologiche meno eccezionali, e cioè a più abbondanti precipitazioni verificatesi a fine autunno e alla mitezza della temperatura che ha permesso lo sciogli-

mento di gran parte della neve caduta sulle alpi. Molte industrie, preoccupate di questa eccezionale carenza di energia elettrica, che si prevede debba durare ancora per qualche anno, seppure non in forma così grave come nell'inverno 1946-47, sono venute nella determinazione di installare in proprio delle centrali termiche, generalmente a motore Diesel, in modo da poter far fronte, con i propri mezzi, almeno in parte, alle necessità delle loro officine.

Sono così sorte numerose centrali, alcune consistenti in semplici gruppi elettrogeni di piccola potenza, utilizzando magari materiali residuati di guerra; altre di potenza maggiore, in qualche caso destinate ad alimentare non più singoli stabilimenti, ma gruppi di aziende consorziate, e progettate in modo da poter funzionare in parallelo con le reti principali di distribuzione, e poter così fornire energia non soltanto agli stabilimenti presso i quali sono state installate, ma di produrre, quando vi è la possibilità, come, ad esempio, nelle ore notturne, energia elettrica ad uso di altri utenti.

**

Anche il gruppo Fiat, i cui stabilimenti danno complessivamente lavoro a parecchie decine di migliaia di lavoratori, dispose un piano di costruzione di centrali Diesel-elettriche, per una potenza installata complessiva di circa 18.000 kW che ha trovato realizzazione pratica nell'inverno passato. Si tratta di gruppi per produzione di energia d'integrazione invernale, destinati tutti a funzionare in parallelo con la rete di distribuzione esterna e dislocati presso i principali stabilimenti Fiat esistenti a Torino. Per la loro realizzazione sono stati impiegati motori Diesel costruiti dallo

Stabilimento Fiat - Grandi Motori e data l'urgenza con la quale era necessario approntare le centrali sono stati utilizzati pure alcuni motori già esistenti o di carattere sperimentale. Questo, se da una parte ha costretto ad una suddivisione della potenza in un numero piuttosto grande di gruppi

1) Centrale Diesel da 6.500 kW degli stabilimenti Fiat - Mirafiori.

Gli stabilimenti Fiat di Mirafiori rappresentano il nucleo centrale delle officine Fiat destinate essenzialmente alla produzione di autovetture e



4708

Fig. 1 - Due gruppi diesel elettrici per complessivi 6500 kW

e ad una maggiore varietà di tipi, ha permesso per contro, di realizzare le centrali in un tempo molto breve, determinato praticamente da quello occorrente per la costruzione degli alternatori e di sistemare le centrali in prossimità dei singoli stabilimenti utenti.

L'installazione dei gruppi è stata curata dalla Sezione Costruzioni Fiat che ne ha pure la gestione.

Diamo ora una breve descrizione delle centrali in argomento, cominciando da quelle di maggiore potenza, sulle quali ci soffermeremo più a lungo che non sulle altre dato il maggior interesse che la mole dei loro impianti può presentare per il lettore:

comprendono, oltre ai reparti di lavorazione meccanica, carrozzeria e montaggio, impianti di fonderia e lavorazioni a caldo, fucinatura e stampaggio.

Queste officine sono dotate di una propria centrale elettrica a vapore di tipo modernissimo, capace di sviluppare quando saranno ultimati i lavori di ampliamento attualmente in corso, una potenza complessiva di circa 40.000 kW e di fornire inoltre vapore per tutte le necessità dello stabilimento: dai magli al riscaldamento dei locali.

Accanto a questa centrale a vapore è sorta la nuova centrale elettrica di integrazione invernale a motori Diesel; sulla copertina e nella fig. 1 sono

riportate due viste della Centrale, e nella fig. 2 è rappresentata la disposizione di massima dei singoli macchinari: due gruppi Diesel generatori da 4.500 kVA ciascuno giranti a 136,5 giri/l'.

Il motore Diesel è a due tempi a semplice effetto con otto cilindri di 680 mm di diametro e di 1100 mm di corsa, di un tipo normale già costruito in parecchi esemplari per numerosi Clienti italiani ed esteri.

Le sue caratteristiche generali sono quelle ormai note dei grossi motori Fiat di grande potenza. Ricorderemo soltanto che esso è dotato di un regolatore con servomotore ad olio capace di mantenere lo scarto di giri tra pieno carico e vuoto entro gli stretti limiti richiesti dalle particolari esigenze del servizio in una centrale elettrica. Per facilitare il funzionamento in parallelo con l'altro gruppo e con la rete esterna, un apposito dispositivo permette di variare detto scarto entro un campo abbastanza esteso.

Il regolatore è inoltre provvisto di un dispositivo limitatore del carico regolabile a mano dal posto di manovra mediante un apposito volantino.

Per agevolare l'operazione di inserimento in parallelo, la velocità di rotazione del gruppo può essere regolata finemente, a distanza, dal quadro elettrico, mediante un piccolo motore trifase che varia la freccia delle molle antagoniste del regolatore nel senso di diminuire o aumentare la velocità, secondo quanto desiderato.

Oltre al regolatore di governo anzidetto, sul motore è sistemato un regolatore di sicurezza che ferma la macchina quando per un motivo qualsiasi la velocità di rotazione supera il limite massimo prefissato. Esso agisce mediante aria compressa a bassa pressione su appositi servomotori sistemati sulle pompe d'iniezione, che fanno cessare istantaneamente la mandata del combustibile nei cilindri.

Il motore aziona direttamente la pompa per l'aria di lavaggio che è del tipo a stantuffi con due cilindri sovrapposti, comandati da una manovella dell'albero a gomiti. Onde ridurre al minimo i disturbi dovuti al flusso pulsante dell'aria sulle ampie pareti a vetrate dell'edificio, l'aspirazione è stata portata all'esterno mediante una tubazione provvista di un silenziatore sistemato all'estremità. Bocche di aspirazione in parallelo con quella principale prelevano una parte dell'aria direttamente dal locale, assicurandone un adeguato ricambio.

Sulla tubazione di scarico è inserito un silenziatore del tipo a camere di risonanza. In esso è

stato previsto uno spazio per l'eventuale futura sistemazione di una calderina per la produzione di vapore o acqua calda da impiegare principalmente per usi di riscaldamento dei locali di ufficio e di officina e in parte anche per le esigenze di riscaldamento del servizio combustibile dei motori (serbatoi di servizio, tubazioni, impianto di depurazione, ecc.).

Come tutti i motori Fiat di grande potenza, anche quelli installati nella centrale di Mirafiori sono previsti per funzionamento con nafta da caldaie e a tal fine sono stati installati adeguati dispositivi di riscaldamento e depurazione del combustibile e polverizzatori dotati di un apposito circuito di raffreddamento ad acqua dolce.

La macchina elettrica è stata costruita dalle Officine Elettromeccaniche di Monfalcone dei Cantieri Riuniti dell'Adriatico, ed è del tipo aperto con albero a due supporti, flangiato per l'accoppiamento diretto al motore Diesel.

Il rotore ha 44 poli ed ha un momento dinamico di 290.000 Kg.m² che assicura al gruppo un grado di irregolarità inferiore a 1/300.

L'eccitatrice principale e quella ausiliaria sono a 220 V e sono sistemate coassialmente sull'albero dell'alternatore dalla parte opposta della flangia di accoppiamento al Diesel.

Le caratteristiche elettriche principali dell'alternatore sono le seguenti:

Potenza a pieno carico con $\cos \varphi = 0,72$: 3250 kW

Tensione: 3150 V

Rendimento a pieno carico per $\cos \varphi = 0,72$: 94,7%

Il quadro elettrico è stato disposto addossato ad uno dei lati minori del locale della centrale, in testa ai gruppi generatori. Su di esso sono sistemati tutti gli strumenti per il controllo, la regolazione e l'inserimento dei gruppi in parallelo con la rete esterna, sia sulle sbarre a 3.150 V, sia su quelle a 20.000 V a valle dei trasformatori.

Nel locale sono inoltre sistemati tutti i servizi ausiliari dei motori Diesel e precisamente:

a) *Servizio di raffreddamento*: Il raffreddamento dei motori è effettuato mediante acqua prelevata dal sottosuolo che ha un grado di durezza sufficientemente basso, e portata mediante una tubazione in pressione, in una vasca sistemata nello scantinato dell'edificio. Da questa vasca l'acqua viene aspirata da una pompa a stantuffo direttamente comandata dal motore, fatta circolare nel motore stesso e quindi scaricata all'esterno;



Fig. 2 - Centrale diesel elettrica da 6500 KW della Fiat - Mirafiori - Pianta e sezioni della sala macchine

una parte dell'acqua calda viene rimandata nella vasca in modo da mantenere l'acqua circolante nel motore alla temperatura ottima per il funzionamento.

Per i polverizzatori, come già accennato, è stato previsto un circuito chiuso a parte comprendente una pompa pure direttamente comandata dal motore e un refrigerantino nel quale viene fatta circolare l'acqua fredda del sottosuolo. Quale riserva alle pompe direttamente azionate dal motore, sono sistemate delle pompe azionate da motori elettrici.

b) *Servizio olio lubrificazione e raffreddamento stantuffi*: Il raffreddamento degli stantuffi e la lubrificazione di tutti gli organi del motore sono effettuati mediante un unico circuito comprendente: due pozzetti di raccolta sistemati nello scantinato del locale; due pompe rotative, una di servizio e una di riserva, azionate da motore elettrico e ciascuna sufficiente per i due motori funzionanti contemporaneamente; quattro refrigeranti (2 per ciascun motore); due grossi filtri del tipo autopulitore.

Per la depurazione dell'olio è stato installato un depuratore centrifugo completo di riscaldatore a vapore. Appositi allacciamenti permettono sia la depurazione continua in circuito chiuso, sia quella totale, mediante travaso dell'olio dai pozzetti di servizio ad appositi serbatoi supplementari.

Per l'olio denso di lubrificazione delle superfici di scorrimento degli stantuffi è stato sistemato un serbatoio in posizione elevata che alimenta, per gravità, le singole pompe a mandata visibile sistemate sui motori.

c) *Servizio combustibile*: Il servizio combustibile è stato studiato in modo da permettere alla centrale di funzionare normalmente con nafta da caldaie (Fuel-oil), mentre il Diesel-oil viene impiegato soltanto all'avviamento e qualche minuto prima della fermata dei motori.

Per la mandata della nafta dai serbatoi di servizio alle pompe d'iniezione sul motore, sono state installate tre pompe rotative a comando elettrico, due di servizio e una di riserva, provviste di opportune valvole di manovra per poter passare dal Diesel-oil alla nafta da caldaie e viceversa. Tanto i serbatoi quanto le tubazioni della nafta densa sono provvisti di adeguati dispositivi di riscaldamento mediante vapore. Inoltre immediatamente prima della pompa di iniezione è sistemato un riscaldatore, pure a vapore, atto a portare il combustibile alla temperatura necessaria per avere al-

l'iniettore la viscosità occorrente per una buona polverizzazione.

Tra pompe di alimentazione e pompe d'iniezione sul motore sono sistemati dei filtri doppi del tipo autopulitore.

Particolare cura è stata dedicata al servizio di depurazione del combustibile che comprende due depuratori centrifughi provvisti di riscaldatori a vapore e disposti in modo da poter funzionare sia separatamente che in serie. Esternamente al locale sono sistemati dei grossi serbatoi per la nafta di capacità sufficiente a contenere tutto il combustibile occorrente per una intera stagione invernale.

d) *Servizio aria compressa di avviamento*: Per l'aria compressa di avviamento è stato sistemato un unico serbatoio da 10 mc che era disponibile, alimentato da due elettrocompressori da circa 80 mc/h a 30 Kg/cm². Per il funzionamento del regolatore di sicurezza e dei dispositivi di fermo automatico del motore, collegati ai dispositivi elettrici di protezione, viene usata aria compressa a 10 Kg/cm² circa, prelevata mediante una valvola di riduzione e una bombola polmone, dal serbatoio principale.

e) *Servizio vapore*: Il vapore occorrente per i servizi di riscaldamento e di depurazione della nafta e dell'olio viene prelevato attualmente dal circuito vapore delle officine. E' in corso, come già accennato, lo studio di sistemazione, in un secondo tempo, di caldaie di recupero a gas di scarico.

2) Centrale da 5.700 kW della Fiat-Ferriere Piemontesi.

Presso la Sezione Fiat-Ferriere Piemontesi, che comprende un grande complesso di officine per le lavorazioni siderurgiche, è stata installata la seconda in ordine di potenza delle centrali Diesel-elettriche di integrazione invernale (Fig. 3). Per essa è stato utilizzato un motore Diesel sperimentale costruito dallo Stabilimento Grandi Motori per studiare la possibilità di realizzazione di apparati Diesel di grande potenza e di peso moderato, destinati essenzialmente alla propulsione di grosse navi da guerra. Alle prove in officina, questo motore, avendo l'aria di lavaggio fornita da un complesso indipendente, aveva sviluppato una potenza massima di circa 18.000 HP, alla velocità di rotazione di circa 300 giri/l'.

Per la maggior gravosità del servizio in una centrale elettrica rispetto al servizio di propulsione

di una nave da guerra nella quale la potenza massima viene sviluppata soltanto eccezionalmente, tenendo inoltre conto che il motore nella centrale comanda anche la pompa per l'aria di lavaggio e che il funzionamento a velocità elevata con accop-

Come per i motori della centrale di Mirafiori, il regolatore del numero dei giri è provvisto di servomotore ad olio ed è comandabile dal quadro a mezzo di apposito motorino elettrico; esso è provvisto inoltre di un dispositivo limitatore del



Fig. 3 - Gruppo diesel elettrico da 5700 KW

piamento ad una macchina elettrica, non previsto in origine, sarebbe stato meno soddisfacente dal punto di vista delle vibrazioni torsionali, è stato deciso di impiegare il motore alla velocità di 187,5 giri/l' per una potenza in servizio continuo di circa 8.000 HP.

Il motore è del tipo a due tempi, doppio effetto, con 8 cilindri di 650 mm di diametro e 360 mm di corsa, di costruzione leggera con incastellatura e basamento in elementi di acciaio saldati. La pompa aria di lavaggio è del tipo a stantuffi azionati da due manovelle dell'albero a gomiti in prosecuzione dei cilindri motori. Il peso del motore è di 250 t.

carico. Oltre al regolatore di governo, il motore è dotato pure di un secondo regolatore di sicurezza, collegato anche con i dispositivi di protezione sui circuiti elettrici, che ferma il gruppo quando la velocità di rotazione supera il limite massimo prefissato.

Anche questo motore, come quelli della centrale di Mirafiori, funziona normalmente con nafta da caldaie, opportunamente depurata e riscaldata.

L'alternatore è stato costruito dalle Officine di Savigliano a Torino ed è del tipo aperto con albero a due supporti ed eccitatrice principale e ausiliaria coassiali. La ruota polare ha 32 poli ed un momento dinamico di 230.000 Kg.m² che as-

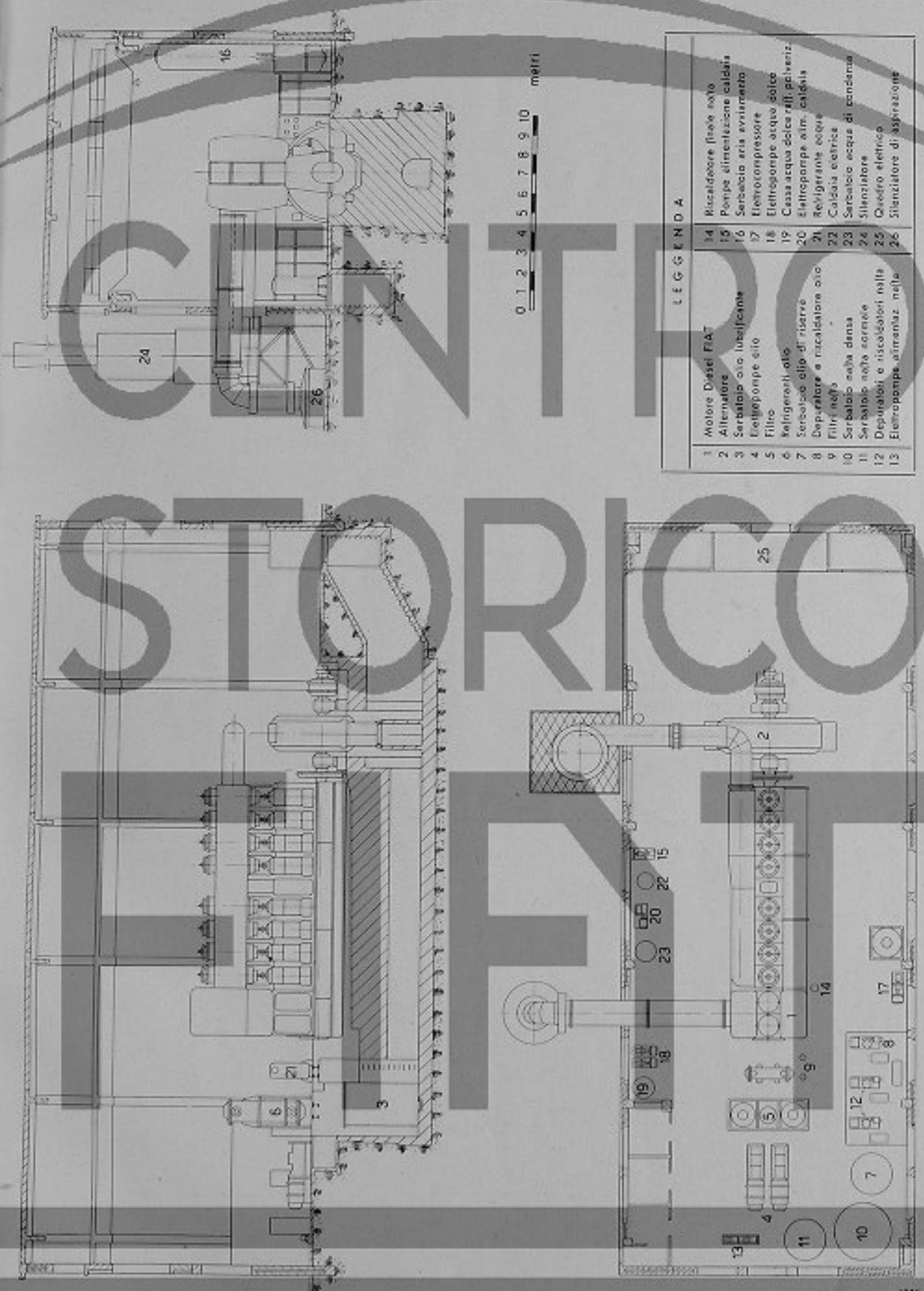
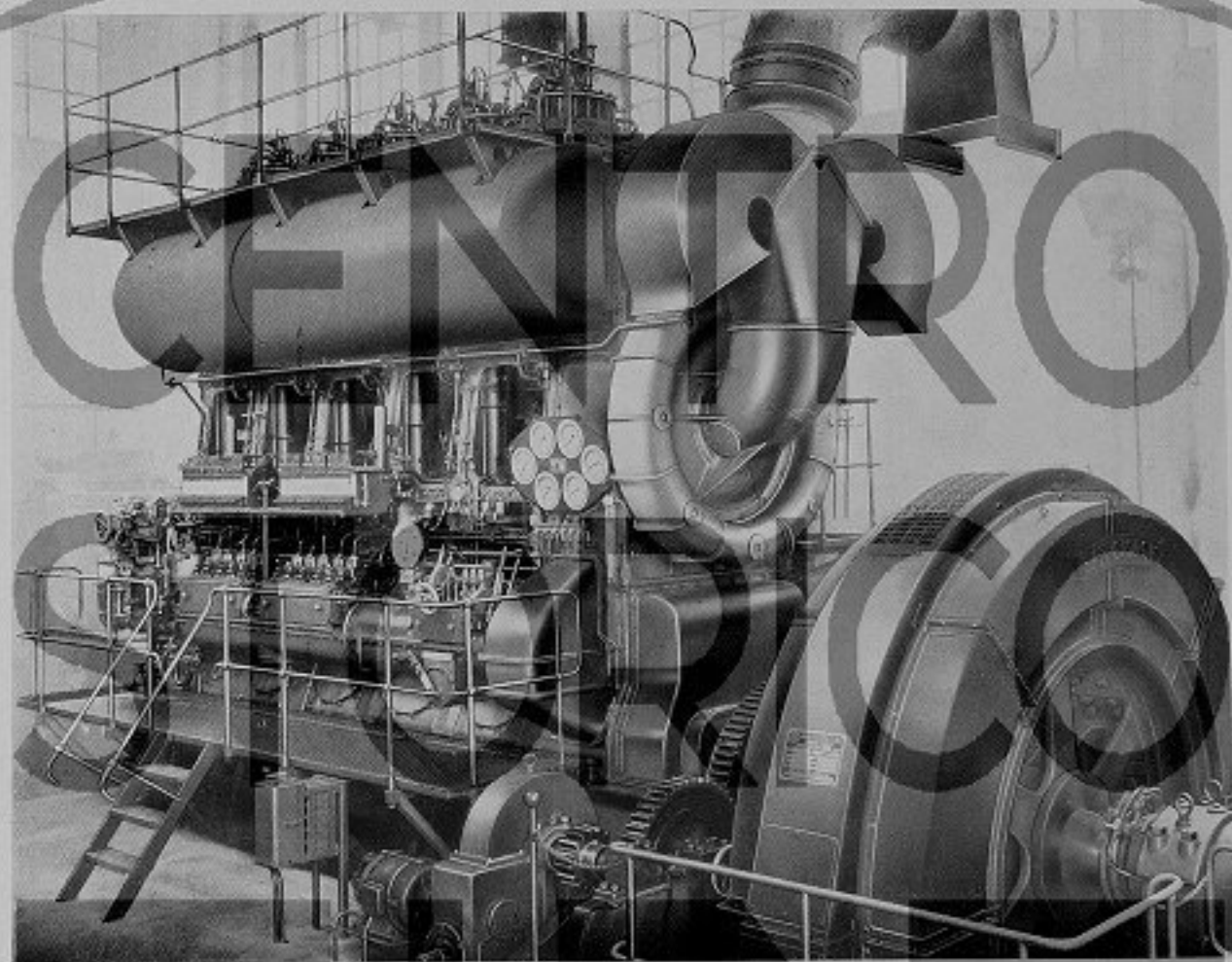


Fig. 4 - Controllo diesel elettrico da 5700 KW della Fiat Foratore Piemontesi - Pianta e sezioni della sala macchine

sicura un grado di irregolarità del complesso molto elevato (inferiore a 1/500).

Le caratteristiche elettriche principali dell'alternatore sono le seguenti:

circuito chiuso e raffreddato a sua volta, in un apposito refrigerante, mediante acqua bruta aspirata da un canale esterno a mezzo di apposite pompe.



4554

Fig. 5 - Gruppo diesel elettrico da 1900 kW

Potenza continua a $\cos \varphi = 0,75$: 5625 kW

Tensione: 6300 V

Rendimento a pieno carico per $\cos \varphi = 0,75$: 95,5 %

Anche in questa centrale, il quadro elettrico è sistemato in testa al locale, dal lato dell'alternatore e comprende i dispositivi di messa in parallelo, collegamento con la rete utilizzatrice e regolazione automatica della tensione. Un trasformatore da 500 kVA - 500 V è stato installato per fornire l'energia elettrica occorrente alle necessità della centrale.

I servizi ausiliari del motore Diesel sono analoghi a quelli della centrale di Mirafiori, con la differenza, però, che il raffreddamento del motore è effettuato mediante acqua dolce circolante in

3) Centrale da 1.900 kW della Fiat - Industrie Metallurgiche e Acciaierie.

Per questa centrale, che è formata da un solo gruppo moto-alternatore, è stato utilizzato un motore Diesel a due tempi doppio effetto da 2.700 HP a 250 giri/l' (fig. 5) costruito anch'esso a scopo sperimentale, per studiare l'impiego su navi da guerra e su navi veloci di motori Diesel a doppio effetto di tipo a numero di giri piuttosto elevato e di costruzione leggera in rapporto alla potenza sviluppata. Alle prove al banco, questo motore che è a cinque cilindri, di 480 mm di diametro e 640 mm di corsa, ha sviluppato alla velocità di

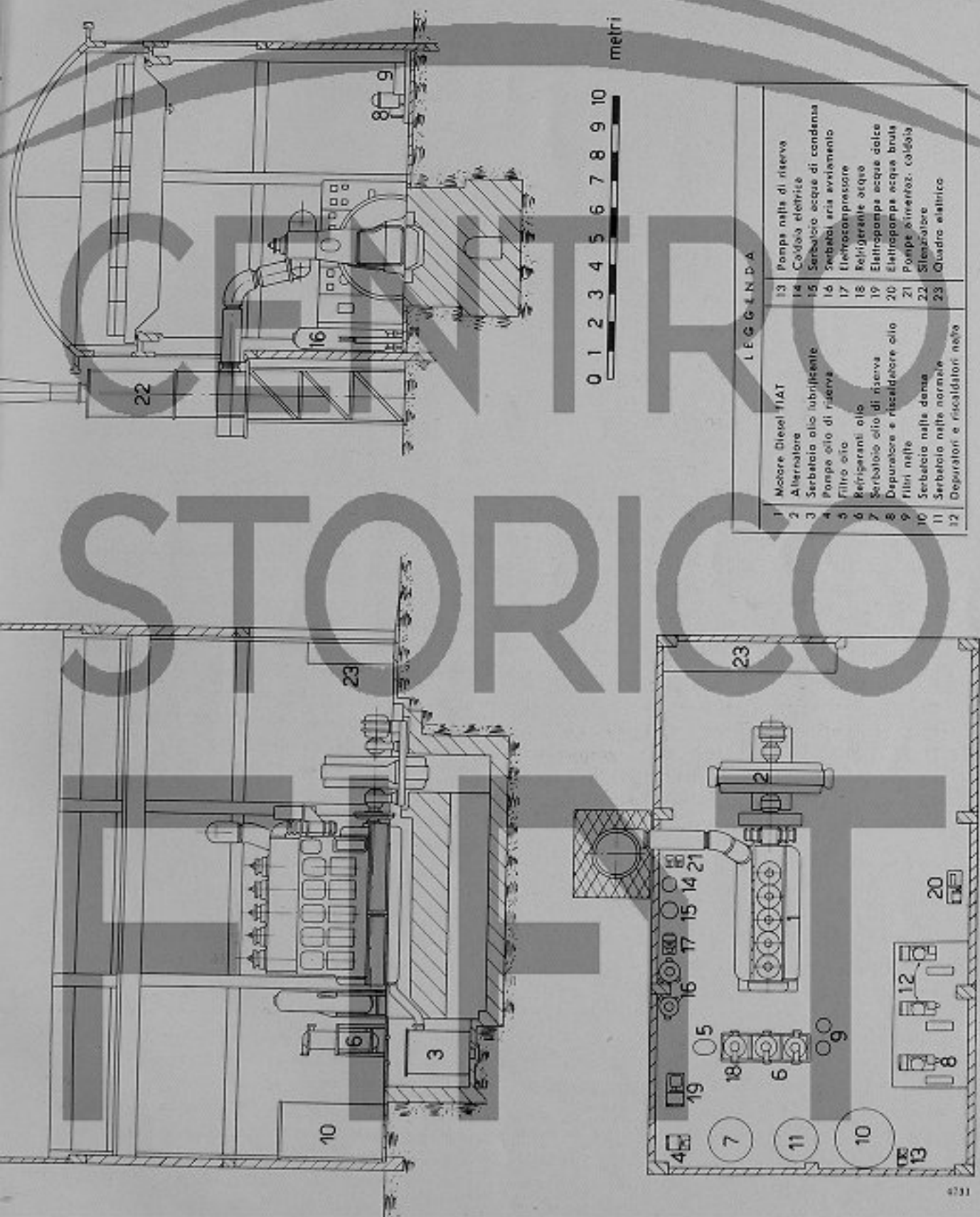


Fig. 6 - Centrale diesel elettrica da 1900 KW della Fiat Industrie Metallurgiche e Acciaierie. Pianta e sezioni della valmanchina

circa 300 giri/l' una potenza notevolmente superiore a quella che fornisce nella centrale in argomento nella quale la prestazione è stata tenuta prudenzialmente bassa onde renderla più conforme alla gravosità del servizio continuo cui è destinato.

La soffiante di lavaggio è del tipo centrifugo, comandata dall'albero a manovelle del motore, mediante un gruppo di ingranaggi moltiplicatori. Data la costanza del flusso d'aria, dovuta al particolare tipo di soffiante adottata, l'aspirazione avviene direttamente dal locale, non essendovi in questo caso, evidentemente, alcun pericolo di risonanze con le frequenze proprie di vibrazione delle pareti del locale.

Il motore comanda, inoltre, tutte le pompe necessarie al suo funzionamento (acqua, olio, nafta, ecc.) mentre quelle di riserva sono a comando elettrico indipendente.

Anche questo motore può funzionare con nafta da caldaie e a tal fine sono stati sistemati adeguati dispositivi di riscaldamento e depurazione del combustibile come nelle altre centrali prima descritte.

Il regolatore di giri, del tipo con servomotore ad olio e quello di sicurezza sono pure analoghi a quelli dei motori delle due centrali di maggior potenza già descritte. L'alternatore è stato costruito dalla Soc. Industriale « San Giorgio » di Genova ed è del tipo aperto con albero a due supporti ed eccitatrice coassiale. Il rotore è a 24 poli ed ha un PD^2 di 29 000 Kg.m² che assicura al gruppo un grado di irregolarità del moto inferiore a 1/300.

Le caratteristiche elettriche principali dell'alternatore sono le seguenti:

Potenza in servizio cont. per $\cos \varphi = 0,76$: 1900 kW

Tensione: 500 V

Rendimento a pieno carico per $\cos \varphi = 0,76$: 95,4%

I servizi ausiliari sono analoghi a quelli delle due altre centrali già descritte, però, come già detto, con pompe di servizio direttamente comandate dal motore e pompe di riserva a comando elettrico indipendente. Il raffreddamento del motore avviene mediante acqua dolce circolante in circuito chiuso e raffreddata a sua volta, in un apposito refrigerante nel quale viene fatta circolare acqua bruta prelevata da un canale esistente in prossimità della centrale.

La disposizione dei diversi macchinari nell'edificio risulta dal disegno della Fig. 6. Esternamente al locale sono sistemati due grossi serbatoi per il

combustibile della capacità di circa 250 mc ciascuno.

4) Centrale da 1.700 kW della Fiat - Stabilimento Grandi Motori.

Il nostro Stabilimento Grandi Motori è la fabbrica di motori marini della Fiat nella quale vengono eseguite tutte le operazioni relative alla costruzione dei grossi motori Diesel, dalla fusione dei pezzi di maggior mole - basamenti, incastellature, ecc. - fino alle lavorazioni di precisione relative ai piccoli e delicati particolari delle pompe d'iniezione e dei polverizzatori; fanno soltanto eccezione le fusioni di acciaio e i grossi pezzi fucinati che vengono eseguiti in altre Sezioni del gruppo Fiat. L'azionamento delle grosse macchine utensili e l'alimentazione dei forni elettrici per i trattamenti termici e per alcune fusioni speciali richiedono un consumo di energia elettrica notevole e a causa delle restrizioni sul consumo, lo Stabilimento ha dovuto rimanere inattivo per qualche tempo nell'inverno 1946-47. Nella scorsa stagione invernale, invece, è stata installata una centrale elettrica da 1.700 kW, potenza non sufficiente per far fronte a tutte le esigenze dello Stabilimento, il che del resto si verifica anche per tutte le altre centrali con motore Diesel installate presso gli stabilimenti della Fiat, ma bastante per alimentare un settore importante delle officine e precisamente i reparti delle lavorazioni più grosse. D'altra parte, data l'ubicazione dello Stabilimento in mezzo a zone densamente abitate e dato lo sviluppo da esso assunto negli ultimi anni senza possibilità di ampliamento dei suoi locali, non vi era spazio disponibile per l'installazione di una centrale di potenza notevolmente maggiore.

La centrale è composta da due gruppi elettrogeni azionati da motori Diesel da 1.200 HP. Essi sono del tipo a due tempi, semplice effetto con stantuffi senza testa a croce di 360 mm di diametro e 420 mm di corsa, azionano direttamente tutte le pompe necessarie al loro funzionamento e sviluppano in centrale una potenza di poco più di 1.000 HP a 375 giri/l'.

La prestazione è stata mantenuta forzatamente bassa perchè, per ragioni di urgenza di approntamento, sono stati utilizzati degli alternatori che era possibile avere disponibili in breve tempo e previsti per accoppiamento a motori di potenza inferiore.

Gli alternatori da 965 kVA- $\cos \varphi = 0,86$, sono stati costruiti dalle Officine di Savignano di Torino

e sono del tipo chiuso, con albero a due supporti e rotore a 16 poli con un PD2 di 10.000 Kg.m².

Essi forniscono corrente trifase a 50 Hz-3.000 V e sono collegati in parallelo con la rete esterna a mezzo di un trasformatore che eleva la tensione a 20.000 V.

I servizi ausiliari dei motori sono tutti sistemati nello stesso locale dei gruppi generatori e comprendono essenzialmente i macchinari per fornire l'aria compressa di avviamento ai motori e per la depurazione della nafta e dell'olio.

Il raffreddamento del motore è fatto mediante acqua bruta prelevata dal circuito acqua industriale dello Stabilimento; apposita vasca di miscelazione e giochi di valvole permettono di mantenere l'acqua circolante nei motori a una temperatura non troppo bassa anche quando l'acqua del circuito esterno è molto fredda e nello stesso tempo di raffreddare molto efficacemente l'olio di lubrificazione e di raffreddamento degli stantuffi.

3) Centrale da 1.040 kW della Fiat - Sezione Spa.

Nelle officine della SPA che è l'azienda del gruppo Fiat nella quale vengono costruiti essenzialmente autocarri e veicoli speciali è stato sistemato un gruppo elettrogeno azionato da un motore Diesel da 1.400 HP a 375 giri/l'. Esso funziona secondo il ciclo a due tempi, semplice effetto con sette cilindri motori a stantuffo tuffante di 400 mm di diametro e 480 mm di corsa e comanda tutte le pompe necessarie al suo funzionamento.

L'alternatore da 1.300 kVA - $\cos \varphi = 0,8$ è stato costruito dalla Soc. Industriale San Giorgio di Genova ed è del tipo aperto con albero a due supporti e rotore a 16 poli. Esso fornisce corrente trifase a 500 V che viene immessa direttamente nella rete a bassa tensione dello Stabilimento.

Allo scopo di avere il campo di giri di funzionamento normale del gruppo lontano da velocità critiche torsionali pericolose il PD2 del rotore è stato tenuto piuttosto elevato (9.000 Kg.m²) ed è stato sistemato un volano avente un PD2 di 4.200 Kg.m² col quale si è ottenuto un grado di irregolarità complessivo del gruppo molto piccolo, inferiore a 1/500.

Nello stesso locale nel quale è sistemato il gruppo elettrogeno sono installati tutti i servizi ausiliari e le pompe acqua e olio di riserva a quelle azionate dal motore, previste essenzialmente per poter effettuare la circolazione anche a motore fermo, onde raffreddarlo uniformemente dopo le fermate

ed avere tutti gli organi ben lubrificati prima dell'avviamento; pure nel locale sono stati sistemati la vasca di miscelazione per l'acqua di raffreddamento ed i servizi di depurazione dell'olio e della nafta.

6) Centrale da 690 kW della Fiat - Materiale Ferroviario.

La più piccola delle centrali Dicastel elettriche di integrazione invernale degli Stabilimenti FIAT è quella installata presso le Officine della Sezione Materiale Ferroviario, le quali, come lo dice il nome, sono adibite alla produzione di materiale per trazione; dalle automotrici ai carri merci, dalle locomotive Diesel elettriche alle vetture tranviarie, ecc.

La centrale è composta di un gruppo elettrogeno azionato da un motore Diesel da 1.000 HP a due tempi, a semplice effetto, con stantuffi tuffanti. I cilindri, in numero di otto, hanno 320 mm di diametro e 420 mm di corsa e la pompa di lavaggio è del tipo a stantuffi, comandata da una manovella dell'albero motore. Tutte le pompe (acqua, olio e nafta) sono comandate direttamente dal motore. Quelle di riserva circolazione acqua e olio sono a comando elettrico indipendente, e sistemate nello stesso locale del gruppo assieme agli altri ausiliari (depuratori, serbatoi aria avviamento, compressore, ecc.).

L'alternatore da 900 kVA è stato costruito dalla Soc. Industriale San Giorgio di Genova ed è del tipo aperto a due supporti e rotore a 16 poli con eccitatrice coassiale. Il PD2 della ruota polare è di 7.000 Kg.m² e si ha un grado di irregolarità complessivo del gruppo inferiore a 1/450.

Le caratteristiche elettriche principali dell'alternatore sono le seguenti:

Potenza in servizio cont. per $\cos \varphi = 0,77$: 690 kW

Tensione: 500 V

Rendimento a pieno carico per $\cos \varphi = 0,77$: 94%

Il complesso di centrali descritte oltre a rappresentare un sensibile contributo ai mezzi predisposti per far fronte alle deficienze di energia elettrica negli stabilimenti della Fiat, permetterà ai Tecnici della Grandi Motori di sperimentare, nelle reali condizioni di esercizio, alcuni motori notevoli, di disegno e di costruzione speciali. Potrà così essere raccolta una feconda messe di esperienze che servirà al perfezionamento sempre maggiore delle future costruzioni.

Dott. ing. A. GREGORETTI.

IL SISTEMA DI INIEZIONE ARCHAULOFF

Sguardo d'insieme ed accenni al nostro contributo applicativo e di studio

C. D. 621/436/10

1) Un po' di storia ed alcune considerazioni generali.

Nel 1939 la Soc. « La Columbia » di Genova — cioè il ramo italiano della Standard Shipping Co. di New York — ci affidò l'incarico di rimodernare, trasformandoli ad iniezione meccanica, i due motori principali della M/c « Ardor » che noi avevamo costruiti nel 1926-1927, raccomandandoci di applicare il sistema Archauloff nella edizione costruttiva dovuta alla Ditta « Krupp ».

Questa particolare soluzione, suggerita e caldeggiata dai tecnici della Standard Shipping e Co. in seguito al buon esito di analoghe trasformazioni eseguite in precedenza su parecchie altre motociisterne del Gruppo, venne da noi accettata volentieri, non solo per far cosa grata al Cliente, ma per vedere alla prova un sistema senza dubbio originale sulle cui possibilità pratiche i giudizi oscillavano dal più caldo entusiasmo al più freddo scetticismo.

E' noto che il sistema di iniezione Archauloff si basa sul principio, almeno in teoria semplice e suggestivo, di comandare ciascuna pompa del combustibile spillando una piccola parte dei gas compressi dal rispettivo cilindro motore e facendoli agire su un cilindretto sussidiario che a sua volta aziona quello della pompa del combustibile.

Il sistema possiede in astratto due prerogative essenziali e cioè quella di poter svincolare le pompe del combustibile da qualsiasi comando meccanico e quella di poter rendere ciascun cilindro motore autosufficiente nei riguardi dell'iniezione del combustibile.

La prima delle due caratteristiche rende il sistema concettualmente ideale per la trasformazione ad iniezione meccanica dei vecchi motori ad iniezione pneumatica e crediamo di non errare attri-

budandone genesi ed iniziale sviluppo a questa sua particolare attitudine.

Ma il sistema, contrariamente alle previsioni, non sembra destinato ad esaurirsi nel campo delle sole trasformazioni, perchè le due prerogative già menzionate e messe in rilievo dai risultati di numerose applicazioni hanno, come vedremo più avanti, una tale importanza pratica da rendere spontanea la domanda se in definitiva il sistema Archauloff — specie nel caso dei motori lenti di medio e grande diametro e specie se sarà possibile migliorarne ulteriormente la sicurezza di funzionamento — non sia equivalente, anzi sotto certi aspetti addirittura preferibile a quello usuale con pompe del combustibile comandate meccanicamente.

Una idea così semplice — quale è quella di comandare lo stantuffo della pompa combustibile derivando del gas dal rispettivo cilindro motore — crediamo sia germogliata contemporaneamente nella mente di parecchi inventori, ma appena verso il 1930-1932 divenne di uso generale l'iniezione meccanica e di conseguenza si presentò interessante e di attualità il problema di trasformare i vecchi motori con compressore. Risalgono infatti a tale epoca i primi tentativi fra i quali è doveroso ricordare quello compiuto verso il 1930 dal Sig. Lavizzari di Trieste, sul motore di propulsione B. & W. a quattro tempi di una grossa motonave. I risultati da Lui raggiunti furono, in relazione al momento in cui si svolsero, assai promettenti e ricordiamo con amarezza il suo sconcerto nel dover abbandonare le prove, per la mancanza di appoggio da parte degli Armatori e dei Costruttori nazionali.

Quasi nello stesso periodo il Sig. Archauloff prese in Germania degli analoghi brevetti, che vennero sviluppati dalla Ditta Krupp.

Nella fase iniziale l'unico obiettivo che gli interessati si prefiggevano, e che del resto ritenevano

più che soddisfacente, era quello di trasformare ad iniezione meccanica i vecchi motori ad iniezione pneumatica sopprimendo il solo compressore, cioè l'organo che godeva le minori simpatie degli utenti per la mediocre sicurezza di funzionamento e per il notevole fabbisogno di manutenzione.

I dispositivi Archauloff, come quelli Lavizzari, avevano quindi il modesto ufficio di comprimere il combustibile al momento opportuno, cioè in vicinanza della fine della compressione di ciascun cilindro.

Il compito di dosare il combustibile e quello di iniettarlo nel cilindro secondo una determinata fase venivano affidati l'uno alle vecchie pompe multiple che restavano tali e quali e l'altro a dei pulverizzatori comandati meccanicamente mediante la vecchia distribuzione.

Non si può dire che siffatti impianti, così congegnati, rappresentassero un sostanziale progresso rispetto ai motori ad iniezione pneumatica, perché in definitiva si erano sostituite alle noie del compressore, quelle all'incirca equivalenti, dovute a degli apparecchi ancora embrionali e soprattutto perché si erano aumentati i già tanto numerosi accessori del motore con l'aggiunta di altri meccanismi e di altre tubazioni e valvole.

E' presumibile che sotto queste spoglie il sistema Archauloff, anche se debitamente perfezionato nei dettagli costruttivi, non avrebbe alla lunga avuto fortuna nemmeno nel campo delle trasformazioni e questo motivo spiega forse lo scetticismo nei confronti del Lavizzari da parte di tecnici valenti e certo alieni dal giudicare con leggerezza o per partito preso.

Per sopravvivere il sistema doveva quindi radicalmente trasformarsi nel senso di contribuire a rendere più semplice il motore e non v'era altra via per farlo che quella di concentrare nelle pompe le due solite funzioni di dosare e di comprimere a tempo debito il combustibile e di rendere automatici i pulverizzatori.

Il merito di questo sostanziale progresso spetta, da quanto ci risulta, alla Ditta Krupp la quale a partire dal 1934-1935 trasformò parecchi dei suoi vecchi motori applicando dei dispositivi basati appunto su tali nuovi concetti.

Essi dovettero dare dei risultati così buoni da indurre la Krupp a fare poco dopo, nel 1936-1937, l'ulteriore passo in avanti consistente nel lanciare nel mercato i suoi nuovi motori mercantili di grande diametro nelle due alternative, con pompe

del combustibile usuali a comando meccanico oppure con pompe Archauloff.

Le cose erano a questo punto quando noi cominciammo ad occuparci del sistema Archauloff, in collaborazione con la Ditta Krupp detentrica dei brevetti relativi e già fornita, come si è detto, di una notevole esperienza in materia.

I dispositivi che abbiamo applicato in tutte le trasformazioni finora eseguite o in corso (1) e che stanno per essere montati anche su un motore nuovo così progettato sono di conseguenza di concezione Krupp tanto nella parte a gas quanto nella pompa del combustibile. I pulverizzatori sono invece i normali in uso su i nostri motori ad iniezione meccanica di diametro equivalente, con la sola differenza che in essi si può variare a piacimento entro certi limiti ed in modo rapido e simultaneo la pressione di taratura. Pure di nostro disegno sono i dispositivi generali di manovra e di regolazione.

Ciascun dispositivo è fissato di fianco al cilindro, in immediata vicinanza della testata ed è costituito, (fig. 1 e 2) da un corpo in ghisa che contiene in alto il cilindro a gas e in basso il cilindro della pompa.

I due stantuffi pneumatico ed idraulico sono coassiali e collegati in tandem. Il movimento attivo di discesa è dato dalla molla a spinta del gas, quello passivo di ritorno da una molla.

2) Il cilindro a gas e i relativi accessori.

Come è facile arguire l'organo più interessante e del quale perciò ci occuperemo subito e più a lungo, è il cilindro a gas.

(1) Le trasformazioni da noi eseguite, o in corso, sono le seguenti:

— 1940 - M/c « Ardor » della Soc. la Columbia di Genova - 2 motori, 2 t., s. e., 4 cil. $\varnothing$ 680 mm., 2 x 1800 HP eff. a ca. 120 g/l'.

— 1941 - M/n « Chisone » della Soc. Italmavi di Genova - 1 motore, 2 t., s. e., 4 cil. $\varnothing$ 750 mm., 1 x 2200 HP eff. a ca. 105 g/l'.

— 1948 - M/c « Splendor » della Soc. La Columbia di Genova - 2 mot., 2 t., s. e., 6 cil. $\varnothing$ 600 mm., 2 x 2200 HP eff. a ca. 120 g/l'.

— 1949 - M/c « Anteo » della Soc. Ligure di Armamento di Genova - 1 mot., 2 t., s. e., 6 cil. $\varnothing$ 750 mm., 1 x 3500 HP eff. a ca. 110 g/l'.

— 1949 - M/n « Sorriento » dell'Armatore Lauro di Napoli - 2 mot., 2 t., s. e., 8 cil. $\varnothing$ 680 mm., 2 x 4000 HP eff. a ca. 125 g/l'.

Esso non è soltanto l'elemento caratteristico del sistema, ma ne costituisce la parte vitale, sia nel senso veramente fisico, della parola, in quanto è il cilindro a gas che aziona la pompa del combustibile ed insieme col polverizzatore regola e governa l'iniezione, sia in senso astratto, perché

nienti dal cilindro motore e dall'altro da una molla?

Contrariamente a quanto può sembrare a prima vista il problema è abbastanza scabroso, essendo indispensabile per raggiungere il fine desiderato che questo stantuffo:

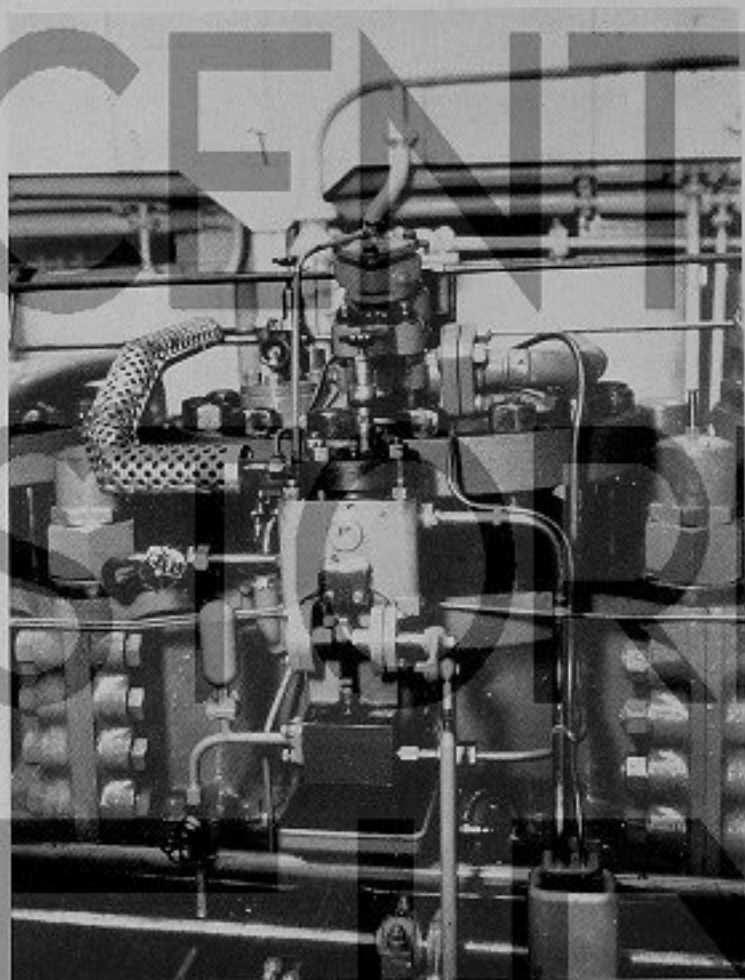


Fig. 1 - Dispositivo Krupp Archauloff montato sulle testate cilindro dei due motori da 2200 HP della M/c "Splendor".

l'avvenire del sistema dipende in massima parte dal funzionamento assolutamente pratico e sicuro di tale cilindro. Infatti tutti gli altri organi che lavorano con lui associati, cioè la pompa del combustibile, il polverizzatore, i meccanismi di comando e di regolazione sono, o potrebbero essere, praticamente uguali a quelli del sistema usuale con pompe a comando meccanico e ne condividono perciò gli stessi pregi e gli stessi difetti.

Intanto una domanda: è facile o difficile far funzionare bene e alla lunga — cioè magari per migliaia di ore di seguito — uno stantuffino come questo, mosso in un senso dai gas caldi prove-

a) non si inceppi mai, nemmeno nella parte finale della corsa di ritorno;

b) sia semplice, robusto e di facilissima manutenzione;

c) non dia luogo a sensibili perdite di gas;

d) non sia rumoroso.

Tutte queste condizioni sarebbero relativamente facili da soddisfare se la corsa di ritorno dello stantuffo dipendesse da un comando meccanico, per es. da un manovellismo, come avviene per gli stantuffi di un qualsiasi motore, ma nel caso nostro bisogna per forza ricorrere ad una molla,

cioè ad un organo capace di reagire soltanto con una determinata intensità, che per giunta è necessario mantenere entro limiti moderati per evitare un richiamo troppo energico, e quindi degli urti violenti a fine corsa.

Ne viene di conseguenza che riusciremo ad assi-

quelle, insolite, che si vedono nella figura 2. Lo stantuffo ha la superficie esterna cromata e perfettamente speculare. Le due fascie superiori, del tipo usuale con taglio a baionetta, lavorano entro una camiciola superiore in ghisa ed hanno essenzialmente lo scopo di proteggere dai gas caldi

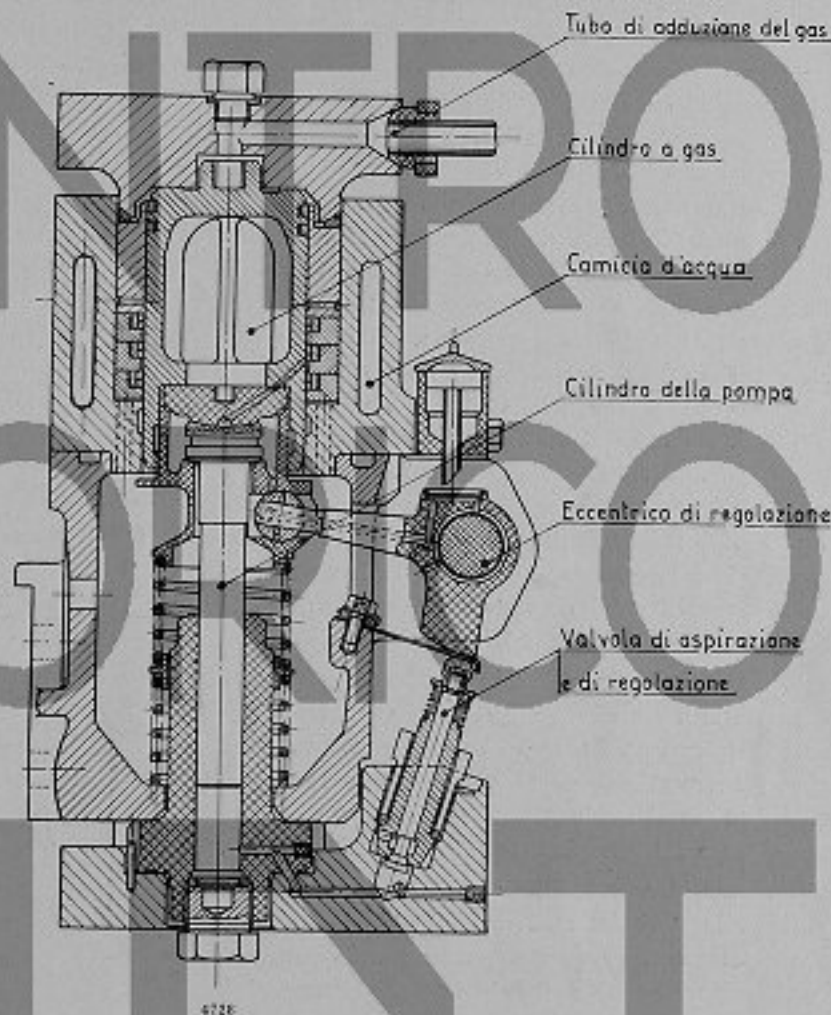


Fig. 2 - Dispositivo Krupp Archauloff
Sezione del cilindro a gas e della
pompa del combustibile

curare un ritorno regolare solo a patto che la resistenza di attrito dello stantuffino si mantenga, coll'andare del tempo, praticamente costante, e qui, nel fare in modo che questo avvenga ad onta dei molteplici ostacoli che in pratica si verificano, sta appunto a nostro parere il punto cruciale del nostro problema intorno al quale si è lavorato di più e si dovrà in futuro ancora lavorare.

La sensazione del lavoro già fatto la si ricava subito osservando la radicale trasformazione del disegno e del cilindro e dello stantuffo avvenuto nel giro di pochi anni e che ha portato questi due organi dalle loro forme consuetudinarie a

le fascie inferiori di tenuta. Queste ultime sono di tipo a settori sovrapposti chiudenti verso l'interno, come quelle generalmente in uso nei presatrecce delle aste dei motori a doppio effetto. Tali fascie sono sostenute da anelli distanziali fissi aventi anche l'ufficio di tenere guidato lo stantuffo.

Il cilindro è raffreddato con circolazione di acqua ed è lubrificato con una pompetta oleatrice che alimenta la zona delle fascie inferiori.

L'ispezione e lo smontaggio dello stantuffo, della camiciola interna e delle fascie inferiori sono pressochè immediati, essendo necessario soltanto staccare il tubo di adduzione del gas e sollevare

la testata del cilindretto, che è costituita da una semplice piastra di ferro chiusa da quattro prigionieri.

La tenuta del gas è assolutamente perfetta e le due corse attiva e passiva sono entrambe dolci e silenziose, la prima perchè lo stantuffo della pompa è frenato dal cuscinetto idraulico che si forma in vicinanza del suo punto morto inferiore, la seconda perchè lo stantuffo a gas è a sua volta frenato dal cuscinetto pneumatico creato dal colletto centrale che penetrando con piccolo gioco laterale nella sede coniugata della testata, strozza lo scarico finale del gas.

Come si vede delle quattro condizioni richieste — cioè la semplicità dell'insieme e la praticità della manutenzione, la buona tenuta dei gas e la silenziosità — sono state raggiunte in modo praticamente perfetto. La quarta, cioè l'assoluta sicurezza di funzionamento, lo è un pochino meno, perchè ogni tanto qualche stantuffo tende ad incepparsi, sia in seguito all'incollamento delle fascie o al formarsi tra stantuffo e camicia di depositi carboniosi, sia per la perdita di levigatura, e conseguente aumento dell'attrito, fra le due fascie superiori e la camicia a causa della lenta corrosione provocata dalla condensazione dei prodotti acidi contenuti nei gas caldi.

E' vero che in pochi minuti e con poca fatica è possibile smontare, pulire e rimettere il dispositivo di nuovo in marcia, ma è altrettanto vero che l'inconveniente esiste e va rimosso in modo completo se si vuole che il sistema possa sostenere senza alcuna inferiorità il confronto con quello usuale con pompe a comando meccanico.

Dopo la stasi della guerra noi abbiamo ripreso gli esperimenti su questo punto particolare, cercando di agire sui numerosi fattori che probabilmente vi influiscono e cioè sulla qualità dei materiali a contatto, sui giochi delle parti coniugate, sul raffreddamento del cilindro, sulla qualità e quantità dell'olio lubrificazione, sulla lunghezza e sul volume del tubo di adduzione del gas, sul rapporto tra corsa utile e corsa totale dello stantuffo ecc. e riteniamo che la fortunata circostanza di avere tra breve parecchi motori in esercizio ci permetterà di raggiungere presto dei risultati definitivi.

Due parole meritano gli accessori del cilindro a gas, cioè il tubo di adduzione del gas e la relativa rubinetteria e raccorderia, perchè essi hanno una notevole importanza pratica.

La presa del gas dalla testata cilindro avviene o

attraverso apposita cannola o, nel caso di testate esistenti, utilizzando quella in origine destinata al rubinetto spia.

All'uscita della cannola è avvitato un grosso rubinetto avente lo scopo di isolare dal cilindro motore il tubo di adduzione e il dispositivo Archauloff, per poterli visitare e sostituire senza fermare il motore.

Questo rubinetto, essendo attraversato dai gas a temperatura elevata, richiede di essere notevolmente robusto ed è di materiale inossidabile. In genere, per evidenti motivi di semplicità, si preferisce non raffreddarlo, nel qual caso si fa ricorso a opportuni accorgimenti nel disegno per proteggere il fungo, il seggio e le parti filettate dall'ossidazione e dalla corrosione.

Il tubo di adduzione del gas è di ferro, di spessore piuttosto forte, e non è termicamente isolato, per evitare che riscaldandosi troppo finisca di cedere. Da parecchi anni si è abbandonata anche la pratica inversa di raffreddarlo mediante camicia d'acqua, perchè si è visto che in questo modo si favoriva la condensazione dei prodotti acidi contenuti nei gas e si riduceva di molto la durata del tubo e dello stesso cilindro a gas. Tutta la raccorderia a contatto con i gas caldi è di ferro e richiede alcune semplici disposizioni costruttive per evitare una rapida ossidazione delle viti di chiusura, che ne comprometterebbe non solo la conservazione, ma il sicuro maneggio.

3) Pompa del combustibile e polverizzatori.

Come si è già accennato è possibile accoppiare al cilindro a gas uno qualsiasi dei soliti tipi di pompe del combustibile in uso nel sistema con comando meccanico e difatti in alcuni dispositivi sperimentali a cui accenneremo più avanti, abbiamo montato pompe del nostro solito tipo Fiat e pompe di tipo Bosch.

Nei dispositivi in esercizio abbiamo invece finora preferito conservare la pompa Krupp sia per non esporci subito a delle incognite, sia perchè essa è quanto di più semplice si possa immaginare essendo fornita di una sola valvola che serve tanto per l'aspirazione, quanto per la regolazione.

Anche il meccanismo di comando di tale valvola è molto semplice, costituito come è da una unica leva a squadra oscillante su un perno eccentrico, asservito al meccanismo di regolazione a mano, o dal regolatore.

Il braccio superiore orizzontale della leva è articolato mediante uno snodo sferico sullo stelo dello stantuffo e ne segue perciò l'andirivieni, mentre il braccio verticale termina con una superficie sagomata che a seconda della posizione dell'eccentrico e della corsa dello stantuffo può venire a contatto o no con lo stelo della valvola, nel primo caso tenendola aperta, nel secondo caso lasciandola chiudere.

Le cose sono combinate in modo tale che nella posizione iniziale dell'eccentrico, corrispondente alla portata zero, la sagoma mantiene costantemente aperta la valvola durante tutta la corsa, mentre nella posizione finale dell'eccentrico, corrispondente alla portata massima, avviene il contrario. Nelle posizioni intermedie la valvola resta aperta per una frazione più o meno lunga della corsa e si chiude alla fine, dando naturalmente luogo ad una portata via via crescente man mano che la chiusura si verifica prima.

La valvola è richiamata sul suo seggio da una leggera molla che ne consente l'apertura per effetto della depressione che si produce nell'interno del cilindro della pompa durante la corsa di aspirazione.

Lo stantuffo ed il cilindro della pompa sono di tipo usuale e la tenuta avviene per effetto della sola precisione di lavorazione. Il cilindro è chiuso da una grossa testata alla quale sono applicati la valvola di aspirazione ed il relativo seggio ed i due raccordi di aspirazione di mandata del combustibile.

La nafta defluisce dal cilindro verso la testata attraverso un passaggio che termina con un foro laterale verso l'interno del cilindro, foro che viene mascherato dallo stantuffo un poco prima della fine della discesa. Si crea così a ridosso dello stantuffo un cuscinetto idraulico che ne ammortizza dolcemente la sua corsa attiva.

La regolazione della pompa avviene facendo rotare di circa 90° l'eccentrico della leva squadra di cui si è già parlato. Questa rotazione è comandata da un lungo albero orizzontale collegato con la manovra e agente sugli eccentrici per mezzo di tante biellette e tiranti quante sono le pompe.

Al disotto di ciascuna pompa è sistemata una grossa ghiotta per la raccolta delle eventuali perdite di nafta. Si noti che in questo tipo di dispositivo Archauloff, essendo il cilindro a gas al disopra di quello della pompa non sussiste il pericolo che le eventuali perdite di nafta vengano a contatto con parti ad elevata temperatura e quindi

non si verifica mai né la produzione di molesta fumosità, né la formazione di depositi carboniosi sulle parti calde del cilindro a gas.

Anche per il cilindro della pompa lo smontaggio e la manutenzione sono estremamente facili, a prescindere poi dal fatto, su cui ci soffermeremo di nuovo più avanti, che è pure assai rapido e facile sostituire in blocco ciascun dispositivo completo con uno di ricambio anche durante il funzionamento del motore.

I polverizzatori eguali a quelli usuali sono ad apertura automatica, cioè si basano sul principio

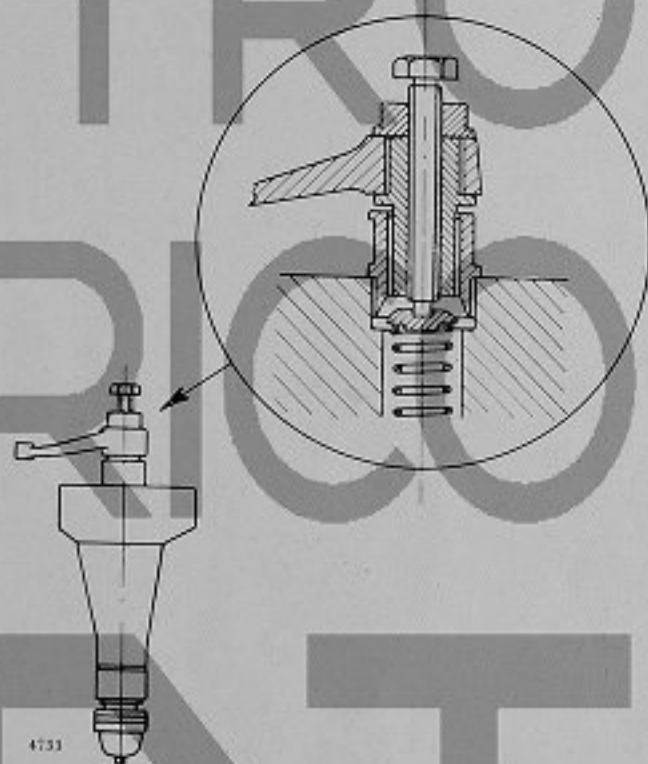


Fig. 3 - Schema del dispositivo per la rapida taratura della molla del polverizzatore mediante due viti coassiali

di uno spillo che, premuto sul relativo seggio da una molla, si apre quando la pressione del combustibile è tale da vincere la reazione della molla.

Nei polverizzatori comuni la pressione di apertura è costante e perciò la molla viene caricata una volta tanto mediante una vite di registrazione.

Nel caso dei polverizzatori collegati a delle pompe Archauloff è opportuno invece che la pressione di taratura sia rapidamente variabile da un valore massimo, che è uguale a quello normale di esercizio dell'equivalente polverizzatore collegato con una pompa a comando meccanico, ad un valore

minore, per esempio pari ai 2/3. Simile riduzione serve a proporzionare l'apertura del polverizzatore alla pressione di compressione più bassa esistente nel cilindro motore, e quindi nel dispositivo Archauloff, durante i periodi di avviamento e di marcia lenta.

Per ottenere simile rapida variazione nella taratura la molla è registrabile mediante due viti l'una dentro l'altra (fig. 3). La prima è quella solita dei polverizzatori comuni e determina la pressione massima di taratura, la seconda, che è di passo molto forte e può ruotare di circa 90° per mezzo di una levetta, consente con tale breve rotazione di scaricare la molla di quanto è necessario.

Le leve sono collegate tra di loro mediante una serie di tiranti, mossi in ultima analisi da un volantino a portata di mano del manovratore.

4) Il regime di funzionamento.

a) L'andamento della pressione di iniezione.

Esso segue abbastanza fedelmente quella della pressione del gas nell'interno del cilindro motore, secondo il rapporto di moltiplicazione esistente tra le aree dei due cilindri a gas e della pompa. Ciò naturalmente avviene qualora l'alimentazione del gas verso il dispositivo sia sufficiente e qualora le resistenze di attrito, le forze di inerzia delle parti in movimento e la reazione della molla di richiamo siano praticamente trascurabili rispetto alle due forze antagoniste in gioco, che sono la pressione del gas da una parte e la pressione del combustibile dall'altra.

Siccome la pressione dei gas nel cilindro motore alla fine della fase di compressione ed al principio di quella di accensione è crescente, tale risulterà la pressione di iniezione, come appunto si ritiene generalmente indispensabile per assicurare una buona polverizzazione.

Nelle pompe con comando meccanico il moto dello stantuffo, e quindi la pressione di iniezione, sono legati ad una legge ferrea, il che da una parte è un bene, perchè se non intervengono delle anomalie si ha la matematica sicurezza che l'andamento della pressione di iniezione è costante nel tempo, e dall'altra è un male perchè la pressione può salire al disopra o scendere al disotto del valore normale rispettivamente se, per esempio, i fori dell'iniettore si tappano oppure si allargano, se lo spillo si indurisce oppure resta aperto o se vi sono delle perdite nella pompa, se la viscosità

della nafta è alquanto superiore o inferiore a quella per cui la foratura è stata prevista, ecc.

Il comando pneumatico ha invece la caratteristica di non creare praticamente dei vincoli cinematici al moto della pompa, che resta invece subordinato soltanto all'equilibrio tra le due pressioni del gas sopra e del liquido sotto ed in definitiva alle cause che su tale equilibrio influiscono e che sono l'afflusso del gas da un lato e il deflusso della nafta dai fori dell'iniettore dall'altro.

Nel comando pneumatico non c'è dunque da temere che la pressione di iniezione si alteri in più o in meno per quelle cause accidentali che abbiamo ora ricordato nel caso del comando meccanico, ma esiste invece il pericolo che essa scenda al disotto del minimo necessario, qualora la compressione del cilindro si abbassi oltre un certo limite.

La maggior libertà del moto dello stantuffo spiega inoltre il motivo per cui è possibile accoppiare allo stantuffo a gas un qualsiasi tipo di pompe del combustibile, compreso quelle in cui la regolazione si effettua al principio anzichè alla fine della corsa utile.

Tale sistema di regolazione non sarebbe invece accettabile nel caso delle pompe con comando meccanico perchè la parte terminale dell'iniezione cadrebbe in una zona ove la velocità dello stantuffo e di conseguenza la pressione del combustibile sarebbero insufficienti.

Nei dispositivi Archauloff destinati ai motori mercantili di medio e grande diametro e lenti, cioè con velocità dai 100 ai 200 g/l' e con pressione di compressione intorno ai 35 Kg/cm², il rapporto di moltiplicazione ottimo si aggira intorno a 13÷14, perchè vi si accordano bene sia i valori normali della pressione di taratura dei polverizzatori (da 300 a 450 Kg/cm²), sia la fase nell'inizio dell'accensione nel cilindro (qualche grado prima del P. M.) sia l'andamento successivo della pressione di iniezione, che si mantiene intorno ai 450÷500 Kg/cm².

L'avviamento e la marcia lenta sono regolari, essendo sufficiente una compressione di circa 25 Kg/cm² per far aprire il polverizzatore anche se tarato alla pressione generalmente usata di 350 Kg/cm². Siccome tale valore della compressione lo si raggiunge con motore caldo quando la velocità è pari a 1/4÷1/3 di quella normale di esercizio, ne viene di conseguenza che in pratica

occorre ridurre la pressione di taratura solo di poco ($50 \div 100 \text{ Kg/cm}^2$ al massimo) e solo durante il primo avviamento a freddo o i lunghi periodi di marcia alla minima andatura.

Qualora si desideri applicare i dispositivi Archauloff a motori relativamente più veloci, e noi abbiamo eseguito degli interessanti esperimenti fino alla velocità di $450 \div 500 \text{ g/l'}$, la resistenza

cilindro motore e cilindro gas abbiamo inoltre fatto anche il passo radicale consistente nell'inserire il cilindro a gas nello spessore della testata cilindro (fig. 6).

Simile soluzione ha parecchi pregi perchè riduce al minimo la lunghezza della cannola di adduzione del gas, rende facilissimo il raffreddamento del cilindro a gas, in quanto è immerso nella stessa

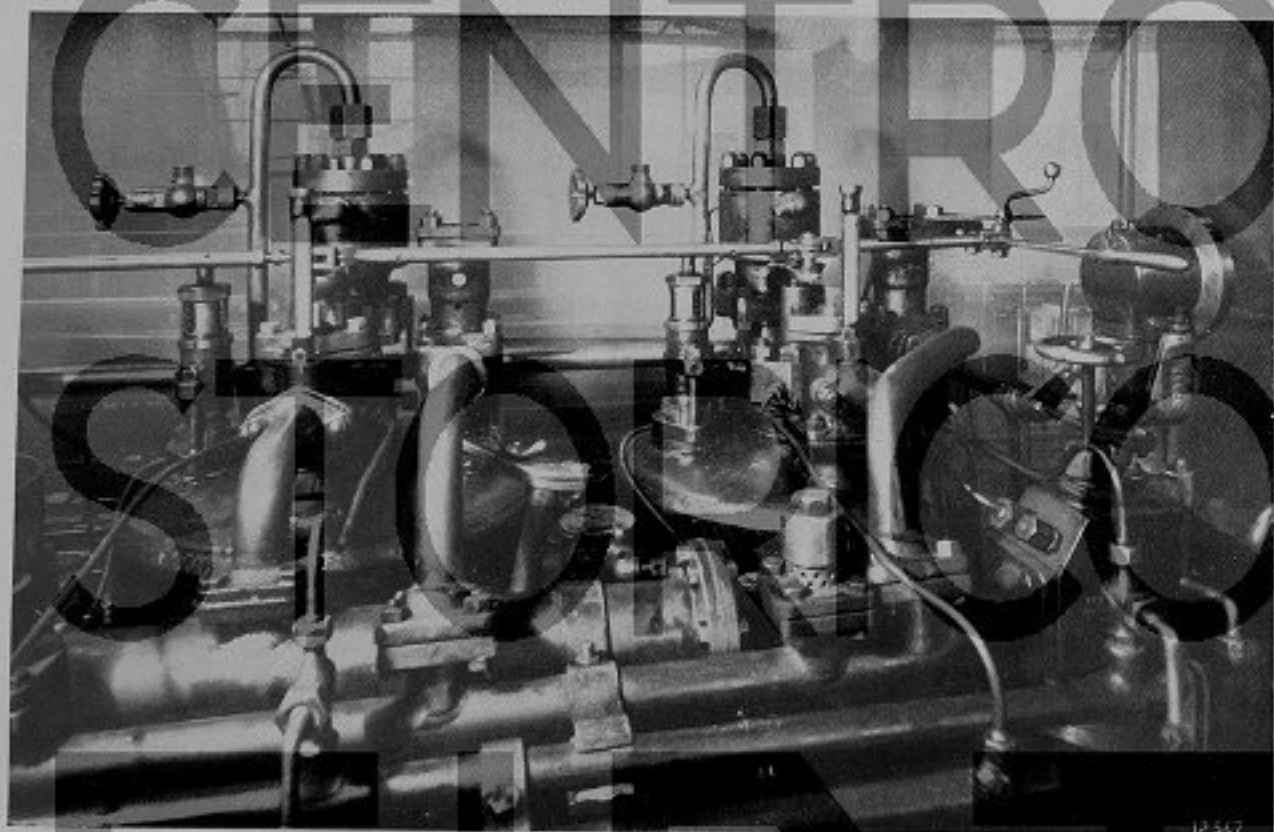


Fig. 4 - Dispositivo Fiat Archauloff montato su un motore da 1000 HP

dell'efflusso del gas lungo il tubo di adduzione diviene sensibile ed il movimento dello stantuffo ritarda.

Bisogna quindi ridurre la lunghezza del tubo e cercare al limite di farne a meno, applicando il cilindro a gas direttamente sulla testata del cilindro motore.

Ne risulta un dispositivo altrettanto semplice di quello di cui si è parlato finora, anzi persino meno ingombrante, perchè date le dimensioni relativamente ridotte è stato possibile riunire in un unico insieme dispositivo a gas, pompa del combustibile e polverizzatore (fig. 4 e 5).

Sulla strada dell'accorciamento della distanza tra

camicia d'acqua della testata, dà luogo al minimo ingombro. Ha però lo svantaggio di rendere impossibile l'applicazione di un rubinetto o di un dispositivo semplice che permetta di interrompere l'efflusso del gas e quindi bisogna ricorrere a qualche soluzione meccanica di ripiego se si desidera poter sostituire il cilindro a gas senza fermare il motore.

Per giunta venendo il cilindro a gas a trovarsi al disotto di quello della pompa bisogna munirlo di apposite difese onde evitare che le inevitabili perdite di nafta sgocciolino su delle parti troppo calde e diano luogo ai disturbi già segnalati.

b) *L'andamento delle pressioni nel cilindro motore.* — Nei motori con pompe a comando meccanico l'istante di apertura del polverizzatore dipende in ultima analisi dalla fase della camma ed in misura molto minore dalla pressione di taratura del polverizzatore; nel sistema Archauloff tale istante dipende invece dalla pressione dei

essi non modificano in modo sensibile l'inizio dell'accensione, come non lo modificano le piccolissime variazioni nella taratura ammissibili in polverizzatori moderni e ben costruiti.

E' fuori dubbio tuttavia che in un motore con sistema Archauloff bisogna, a questo riguardo, esercitare una certa sorveglianza non trascurando di

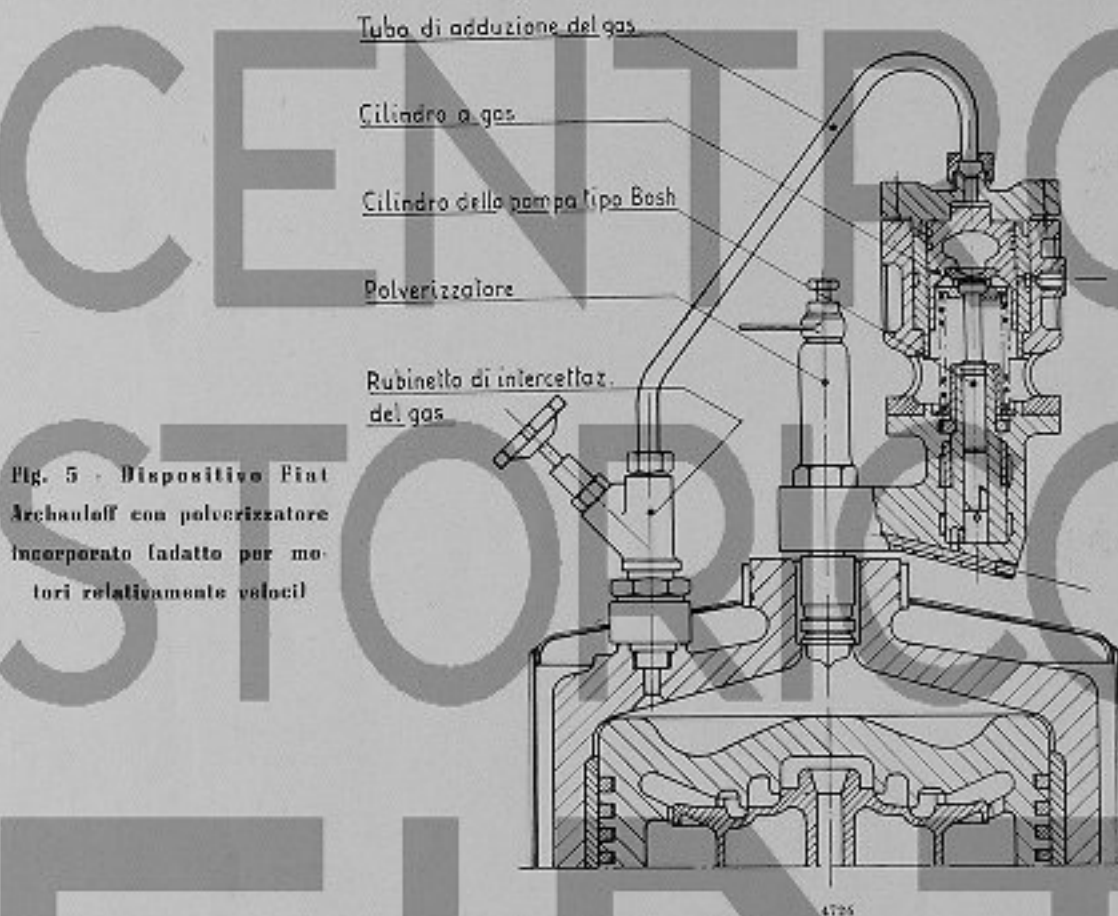


Fig. 5 - Dispositivo Fiat Archauloff con polverizzatore incorporato (adatto per motori relativamente veloci)

gas nell'interno del cilindro motore e dalla pressione di taratura.

Questa doppia dipendenza da fattori che certamente si devono ritenere più soggetti a variazioni di quanto non sia la fase di un albero a camme è uno dei punti che offre maggior appiglio alla critica da parte di coloro i quali sono portati a preferire senz'altro il sistema meccanico.

All'atto pratico si vede però che questi due motivi di incertezza hanno una importanza molto relativa perchè qualora sia stato scelto bene il rapporto di moltiplicazione tra cilindro a gas e cilindro della pompa e qualora le eventuali variazioni nella pressione di compressione non vadano oltre ai limiti normalmente tollerati in qualsiasi motore,

prendere i diagrammi di indicatore a ragionevoli intervalli di tempo, per esempio una volta al giorno. Siccome tale consuetudine non sarà mai abbastanza raccomandata anche nel caso dei motori normali, ne viene di conseguenza che in pratica non si richiede nulla di eccezionale o di più fastidioso di quello che si dovrebbe fare in ogni caso.

L'andamento delle pressioni nell'interno del cilindro durante la fase di combustione è del tutto simile a quello di un motore normale e viene regolato durante la messa a punto variando la sezione dei fori degli iniettori, variazione che nei dispositivi Archauloff non comporta, come si è già visto, una sensibile alterazione nella pressione di iniezione.

Nei motori normali invece, dove tale variazione influisce sensibilmente sulla pressione di iniezione, la messa a punto può essere assai più laboriosa, essendo non di rado necessario modificare, oltre ai fori degli iniettori, anche il profilo o la fase delle camme.

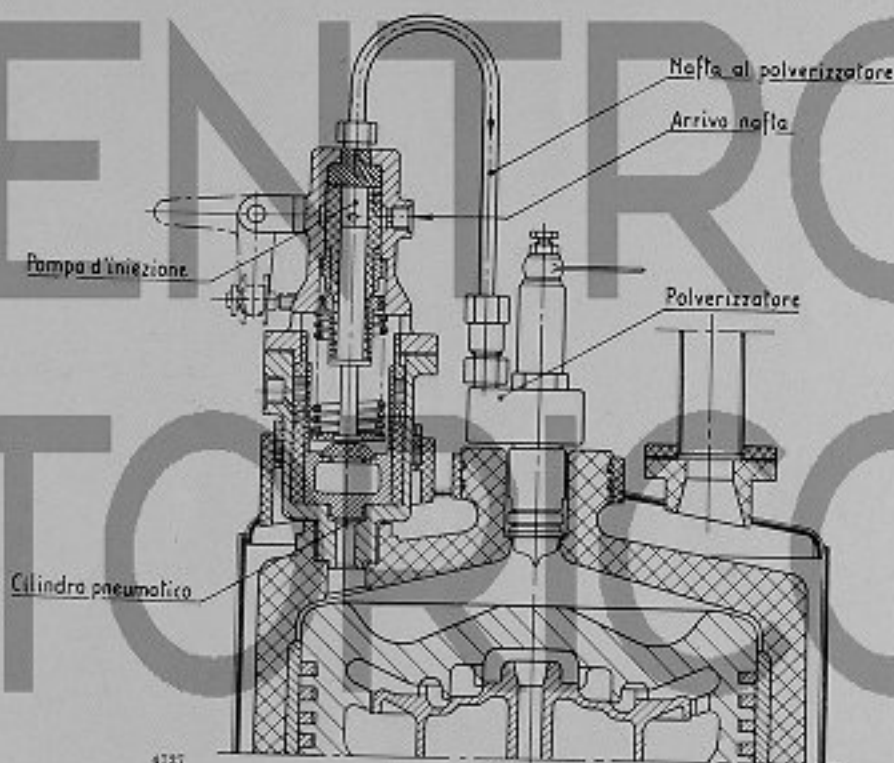
Quasi sempre nei motori con dispositivi Ar-

chauloff si osservano carichi variabili come avviene nei motori marini.

E' invece senz'altro peggiore il comportamento quando uno spillo resta aperto, perchè l'aumento dell'anticipo e quindi della pressione massima è molto più sentito.

Ci si può consolare dicendo che appunto perchè

Fig. 6 - Dispositivo Fiat Archauloff inserito direttamente nella testata cilindro



4327

chauloff si osserva che la forma e le altezze dei diagrammi durante la fase di combustione si mantengono abbastanza costanti, indipendentemente dalla velocità e dal carico a cui il motore è soggetto, perchè interviene una autoregolazione, nel senso che per esempio aumentando la velocità aumenta il valore della pressione di compressione nell'interno del cilindro, ma aumenta pure la resistenza all'afflusso del gas verso il cilindretto e quindi lo stantuffo si muove in ritardo.

Siccome è abbastanza facile agire su questa auto-regolazione, modificando per esempio la sezione o la lunghezza del tubo di adduzione, e siccome è pure possibile variare rapidamente la pressione di taratura dei polverizzatori e quindi influire sull'istante di accensione, si può dire che il sistema Archauloff si presta spesso meglio di quello normale a fornire dei diagrammi regolari e di altezza costante nei motori che devono funzionare a velo-

ciò più sentito diviene subito appariscente (provocando per esempio l'apertura della valvola di sicurezza e arroventando il tubo di adduzione del gas) mentre in un motore normale il fenomeno può passare inosservato e dare alla lunga luogo a disturbi, ma è magra soddisfazione perchè per premunirsi da questa condizione di inferiorità non c'è altro rimedio che quello di tenere in ordine e tarate al minimo le valvole di sicurezza.

5) Risultati, confronti e qualche prospettiva avvenire.

La nostra esperienza in fatto di dispositivi Archauloff si può dividere in 3 periodi:

— l'iniziale, corrispondente alle due trasformazioni dell'Arador e del Chisone, durante le quali avendo trasferito quasi di peso i dispositivi

Krupp su dei nostri motori già in esercizio non abbiamo potuto effettuare né delle prove sistematiche né raccogliere quei dati precisi di consumo, potenza, ecc. ricavabili solo mediante delle prove al freno.

— l'intermedio, fra il 1940-1946, nel quale abbiamo messo a punto al banco parecchi cilindri sperimentali di grande diametro e un motore veloce (2 tempi semplice effetto, 7 cil. $\varnothing$ 400 mm 1.800 HP eff. a 425 g/l').

— l'attuale, nel quale non solo abbiamo ripreso la trasformazione di diversi motori ad iniezione pneumatica e le prove su cilindri isolati, ma avremo tra poco la possibilità di mettere a punto un motore (2 tempi semplice effetto, 6 cil., $\varnothing$ 680 mm; 3.200 HP eff. a 125 g/l') progettato appositamente con iniezione sistema Archauloff.

La perdita dell'Ardor e del Chisone, a pochi mesi dalla loro trasformazione, ci ha tolta la possibilità di procurarci una sufficiente esperienza pratica di esercizio, esperienza che solo ora stiamo di nuovo raggranellando dopo la recente trasformazione dello Splendor ed il ripristino del Chisone.

Non possiamo dunque parlare di risultati definitivi, ma le prove e l'esperienza finora acquisita ci hanno permesso intanto di constatare:

a) La relativa facilità di messa a punto nel caso di motori lenti: si può dire che in poche ore, con la semplice sperimentazione di due-tre serie di iniettori, è possibile ottenere un funzionamento termico soddisfacente, diagrammi regolari, avviamento a marcia lenta ottimi.

b) Una messa a punto più laboriosa nel caso di motori più veloci, soprattutto perché è stato necessario ridisegnare i dispositivi a gas per poterli applicare direttamente sopra o dentro le testate cilindro motore onde accorciare o evitare il tubo di adduzione del gas.

c) Un comportamento termico in genere equivalente a quello dei motori normali. Nelle prove al freno eseguite per esempio sul già menzionato motore da 1.800 HP a 425 g/l' è stato possibile non solo sviluppare la stessa potenza sviluppata con le pompe a comando meccanico, ma ottenere dei consumi e delle temperature di scarico leggermente inferiori.

d) Un comportamento meccanico ottimo, salvo come si è visto la tuttora persistente tendenza

dello stantuffo a gas ad incepparsi ogni tanto specie se il carico è elevato e la combustione imperfetta.

e) Un avviamento equivalente se non più pronto di quello ottenibile con le pompe a comando meccanico, una marcia lenta, con velocità come al solito pari a circa 1/4 di quella normale di esercizio, stabile e forse più silenziosa di quanto non si verifichi con le pompe usuali.

f) La buonissima accessibilità dei dispositivi ed una facile, rapida e relativamente economica manutenzione perché le parti soggette a logorio sono in definitiva la camicia e le due fascie superiori. I tubi di adduzione del gas e la relativa rubinetteria e raccorderia non si guastano né danno disturbi, se disegnati e costruiti a dovere.

La facilità della messa a punto dei motori lenti è una qualità apprezzabile specialmente dai Costruttori nel caso delle trasformazioni dei vecchi motori perché, trattandosi di macchine già sistemate a bordo, manca il più delle volte il tempo, la libertà di movimento e i mezzi di misura disponibili nelle prove in officina.

Nel campo delle trasformazioni il sistema Archauloff avrebbe tuttavia avuto modo di affermarsi lo stesso — come si è del resto affermato — per la sua preziosa prerogativa di non richiedere alcun comando meccanico, comando spesso volte praticamente impossibile da derivare in motori nati con tutt'altra distribuzione di quella necessaria per muovere una pompa del combustibile.

La seconda constatazione — possibilità di far funzionare bene i motori relativamente veloci — ha una scarsa importanza, perché i motori veloci ad iniezione pneumatica erano pochi di numero e destinati ad usi speciali (naviglio da guerra) e quindi la loro trasformazione non ha alcun interesse pratico.

La costruzione poi ex novo di motori relativamente veloci con sistema Archauloff, pur non essendo da escludere, è un problema che per la natura stessa delle cose potrà essere preso in esame solo dopo il favorevole sviluppo applicativo del sistema ai motori lenti e quindi non è il caso per ora di parlarne.

Le ultime quattro constatazioni, relative come sono a qualità di esercizio, riguardano insieme Costruttore ed Utente, anzi quest'ultimo in modo particolare.

Ma l'Utente, nel caso di un motore normale, non ha motivo di lagnarsi né del comportamento termico o della manovrabilità del motore, né del

comportamento meccanico, o dell'accessibilità o della manutenzione degli organi dell'iniezione e quindi non ha alcun interesse immediato ad abbandonare tale sistema, esponendosi a dei rischi o quanto meno a delle incertezze.

La spinta ad estendere il sistema Archauloff ai motori nuovi — e qui intendiamo parlare solo di motori lenti, di medio e grande diametro — non può dunque provenire che dai Costruttori i quali a loro volta possono onestamente raccomandarlo qualora alla prova dei fatti constataino che il sistema ha dei sostanziali vantaggi pratici in confronto di quello usuale, oltre naturalmente ad offrire almeno la stessa garanzia di regolare funzionamento.

Questa spinta, indubbiamente generata dalla convinzione che il sistema Archauloff potesse rispondere a tali due concetti, s'era avuta circa dieci anni fa ad opera, come abbiamo accennato della Ditta Krupp, ed è un peccato che la parentesi della guerra prima ed il torpore in cui è caduta l'industria germanica dopo abbiano arenato lo sviluppo delle applicazioni già in corso ed abbiano impedito la diffusione, nell'ambiente tecnico ed armatoriale, dei risultati raggiunti.

Questa spinta permane anche oggi, invariata e parimenti attraente come allora, ed è dovuta alle seguenti considerazioni, che elencheremo qui, a sintesi del rapido sguardo gettato in argomento:

a) *Il sistema Archauloff non richiede alcun comando meccanico.* — In un motore di medie o grandi dimensioni ciò dà luogo a parecchi vantaggi e cioè:

— Una evidente semplificazione del motore in se stesso in quanto vengono soppressi gli ingranaggi, le punterie ed il meccanismo di inversione inerenti alla pompa del combustibile.

— Un leggero guadagno in lunghezza rispetto al tipo usuale di motore con pompe del combustibile disposte su un fianco dell'incastellatura e comando ottenuto mediante un treno di ingranaggi perchè tali ingranaggi vengono soppressi. Questo guadagno è maggiore rispetto ai motori in cui le pompe del combustibile sono disposte a proravia sul prolungamento dell'albero motore.

— Un sensibile miglioramento nella silenziosità, venendo a mancare due delle maggiori fonti di rumore, quali sono i grossi ingranaggi e le punterie delle pompe.

Una sensibile economia della costruzione, tanto più che i Registri di Classifica obbligano a tenere a bordo di ricambio una serie completa di ingranaggi della distribuzione.

— Un sensibile sgravio di lavoro in officina ed in montaggio, date le difficoltà che vi sono nella costruzione dei grossi ingranaggi e nel loro allineamento.

— Una maggior sicurezza di esercizio perchè, per quanto i meccanismi di comando meccanico delle pompe del combustibile siano di regola proporzionati con molta larghezza, non è escluso che possano subire delle avarie, con conseguente arresto del motore.

— La matematica sicurezza di non inquinare mai l'olio di lubrificazione generale a causa di perdite di nafta. Questo pericolo, almeno allo stato potenziale, esiste sempre nelle pompe a comando meccanico (tanto è vero che alcuni costruttori, noi compresi, usiamo non di rado fornire le pompe del combustibile di un circuito di lubrificazione completamente autonomo) perchè ad onta delle apposite difese e pareti di separazione qualche goccia di nafta finisce sempre di scendere nell'olio che lubrifica l'albero a camme e le relative punterie.

Esiste poi parallelamente la possibilità che una parte di questo olio salga, al contrario, nelle intercapedini ove si raccolgono le perdite di nafta dalle pompe, e si mescoli con esse, ciò che rappresenta un sensibile danno economico.

Ad ogni modo è chiaro che le piccole ma continue perdite di nafta verso l'olio, oppure e peggio quelle maggiori che si possono verificare accidentalmente qualora p. es. si spezzi una guarnizione o la tenuta di qualche pompa sia difettosa, peggiorano le qualità dell'olio e quindi obbligano a ricambiarlo più di frequente se non si vuole andare incontro a dei seri inconvenienti.

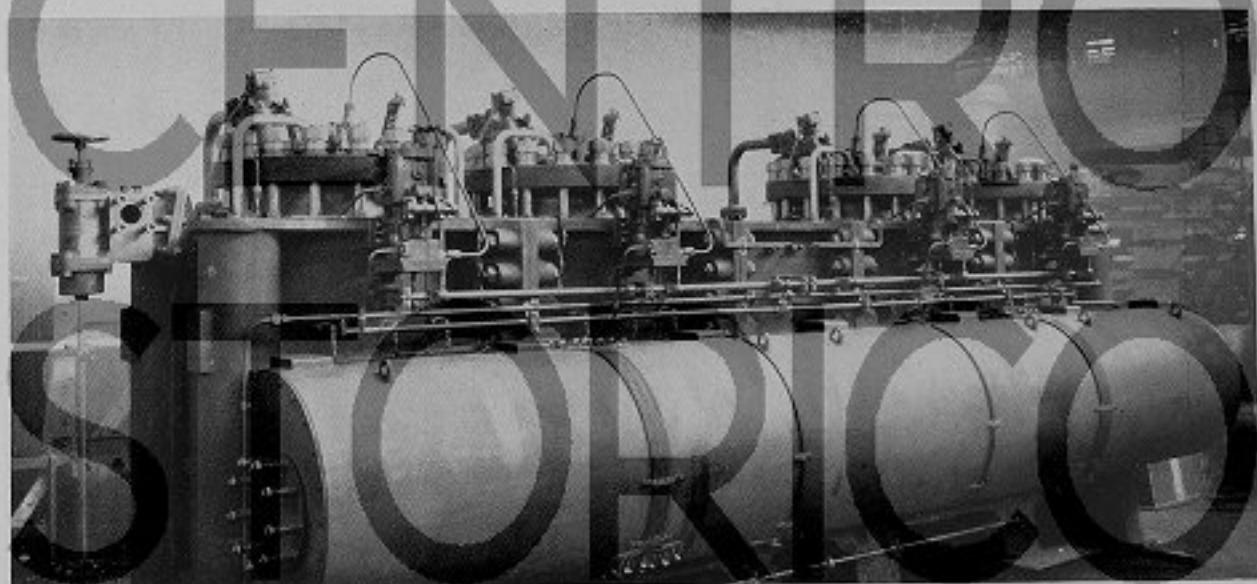
Nel caso invece dei dispositivi Archauloff non ci sono organi lubrificati vicino alle pompe e quindi qualunque perdita di nafta, per grande che sia, non può recar danno di sorta.

b) *Il sistema Archauloff rende autosufficiente ciascun cilindro per quanto riguarda l'iniezione.* — Proprietà dalla quale implicitamente deriva che qualunque avaria nel dispositivo di iniezione influisce solo sul relativo cilindro ed è quindi in pratica escluso che un motore pluricilindrico possa fermarsi per tale causa, a meno che non capitino inconvenienti sugli organi comuni di regolazione o di alimentazione.

c) Il sistema Archauloff permette di dare alle pompe del combustibile e ai relativi accessori la disposizione più razionale, meno ingombrante e più a portata di mano possibile (vedi fig. 7). — Più razionale per due motivi, primo perchè le pompe ed i relativi accessori, tubi compresi, sono eguali cilindro per cilindro, secondo perchè i tubi di mandata del combustibile sono assai corti e danno quindi luogo ad una perdita di carico trascurabile.

Inoltre siccome la zona in vicinanza delle testate cilindro è servita in ogni caso da comodi grigliati, ne viene di conseguenza che l'accesso ai dispositivi è altrettanto comodo, il che invece spesso non avviene per le pompe a comando meccanico, per forza di cose situate non di rado a mezz'aria tra un grigliato e l'altro.

La posizione comoda dei dispositivi, la loro indipendenza da organi di comando meccanico e quindi da particolari obblighi di montaggio e di allinea-



4722

Fig. 7 - Gruppo cilindri del motore della M/n Chisone. È ben visibile la sistemazione dei dispositivi Archauloff

Il primo dei due vantaggi è generalmente riconosciuto ed apprezzato in qualsiasi motore e difatti la maggior parte dei motori a 4 tempi di modeste dimensioni hanno pompe singole e similmente disposte sull'asse di ciascun cilindro. Questa disposizione è invece raramente estesa ai grossi motori a due tempi perchè solo pochi costruttori ritengono che i suoi vantaggi compensino la notevole complicazione creata dalla necessità di avere un albero delle camme lungo quanto è lungo il motore.

La sistemazione dei dispositivi Archauloff sul lato di ciascun cilindro in vicinanza della relativa testata è assai conveniente perchè, al contrario delle pompe normali, si viene ad ingombrare una zona abbastanza morta, e si lasciano invece liberi i fianchi del basamento e dell'incastellatura oppure l'estremità prodiera del motore che sono le zone ove si concentrano i movimenti del personale addetto al servizio o alla manutenzione.

mento, ed infine l'indipendenza di ciascun cilindro dagli altri in fatto di iniezione, fanno sì che la sostituzione di ciascun dispositivo anche con motore in moto è generalmente più facile e rapida che l'analoga operazione nel caso delle pompe a comando meccanico.

d) Il sistema Archauloff possiede certe pregevoli qualità minori dipendenti dal comando pneumatico. — Esse, come abbiamo già visto, sono:

— l'impossibilità di dar luogo ad anormali variazioni di pressione in più o in meno nel circuito di iniezione ciò che fra l'altro riduce praticamente a zero le rotture delle pompe e dei tubi di mandata del combustibile.

— una certa autoregolazione delle pressioni del gas nell'interno del cilindro motore al variare della velocità e del carico.

— la facilità di adattamento a qualsiasi tipo di pompe, nonché la relativa facilità di messa a punto.

La spinta a favore della diffusione del sistema anche nei motori nuovi dovuta a tutti i precedenti fattori è controbilanciata da un lato dalla umana e ragionevole tendenza di non imboccare una via nuova quando quella già battuta è sicura e va benissimo, e dall'altro da quei certi punti deboli che presenta il sistema e che, come abbiamo già visto, sono:

— la relativa insicurezza di funzionamento del cilindro a gas, insicurezza di cui dovremo tener conto fino a quando lo stantuffo sarà soggetto sia pur saltuariamente ad incepparsi.

— la relativa maggior richiesta di attenzione da parte del personale di bordo per controllare il regolare comportamento dell'iniezione, dell'anticipo e delle pressioni nell'interno del cilindro motore.

— il maggior lavoro di manutenzione perché mentre i cilindri a gas avranno pur sempre bisogno di una certa sorveglianza e manutenzione,

questi obblighi sono ridotti a poco in una pompa a comando meccanica ben progettata ed eseguita.

In conclusione a noi sembra che il sistema sia impostato su salde basi teoriche e pratiche e, specie nel caso di motori lenti e di grande diametro, che esso abbia delle prerogative tali da renderlo a conti fatti non solo equivalente, ma preferibile al sistema usuale.

Le sue possibilità di sviluppo sono buone nel campo dei motori lenti, dubbie nei motori mediamente veloci, da escludere nel caso dei motori piccoli e veloci, dove i dispositivi finirebbero di prendere delle dimensioni incompatibili con le stesse esigenze costruttive e di ingombro.

Lo sviluppo pratico del sistema è collegato all'iniziativa dei Costruttori ed al buon esito dei loro sforzi, da indirizzare soprattutto verso l'obiettivo dell'assoluta garanzia di funzionamento del cilindro a gas.

Ed è questa appunto la via che noi stiamo seguendo.

DOTT. ING. SEVERO FILIPPINI.



M/c "Splendor", da 16500 T di portata azionata da due motori Fiat da 2200 HP ciascuno dotati dei dispositivi d'iniezione Archauloff

Nuovi grafici per il calcolo rapido delle eliche marine

C. D. 429.12.107

Nel Bollettino Tecnico N. 3 anno 1948 abbiamo presentato una serie di nuovi grafici per la determinazione immediata delle caratteristiche di progetto di una elica marina o — note queste — degli elementi di propulsione.

Per la compilazione dei grafici sono stati elaborati i risultati delle esperienze dello Schaffran e di quelle del Taylor e, per meglio illustrarne il loro uso e la loro utilità, è stato brevemente accennato ai problemi che più generalmente si presentano in pratica all'armatore o al costruttore dei motori di propulsione.

Sono stati posti quattro problemi:

1) Calcolo di progetto dell'elica. (Definizione del diametro, del passo e del rendimento).

2) Controllo del comportamento di un'elica esistente. (Determinazione dei giri di funzionamento e quindi del momento torcente e della pressione media effettiva per una determinata propulsione).

3) Controllo dei limiti di impiego di un dato motore con un'elica esistente. (Assegnato il momento torcente e cioè la pressione media del motore, determinare alle varie andature della nave i giri, la potenza e quindi la spinta).

4) Esame dei risultati della propulsione. (Determinazione del coefficiente di scia).

Dei primi due problemi ci siamo occupati nel sopra citato Bollettino Tecnico riassumendo brevemente i sistemi di calcoli adottati ordinariamente con l'uso dei diagrammi di Schaffran o di Taylor e riportando i nuovi diagrammi n. 1, n. 2 e n. 3 con qualche esempio per la soluzione dei detti problemi.

Tratteremo ora i problemi 3) e 4). Riteniamo utile ricordarne il significato dei simboli:

C_{va} = potenza dei motori di propulsione in cavalli effettivi.

C_{ve} = potenza disponibile sul mozzo dell'elica in cavalli effettivi. Si ha: $C_{ve} = \eta_p C_{va}$. Essendo η_p il rendimento dalla linea d'assi.

V = Velocità della nave in nodi.

V_e = Velocità di avanzo dell'elica (rispetto all'acqua) in nodi. Si ha: $V_e = (1-W) V$ essendo W il coefficiente di scia.

N = Numero di giri dell'elica al minuto primo.

M_t = Momento torcente assorbito dall'elica in t. m.

s_e = Regresso nominale. Si ha: $s_e = 1 - 30,84 V_e/NP$.

D = Diametro esterno delle pale dell'elica in metri.

P = Passo geometrico della faccia attiva delle pale in metri.

A_e = Superficie alare sviluppata in m².

A = Superficie del disco di diametro D in m².

Problema 3

Assegnata la pressione media sviluppabile da un dato motore e quindi il momento torcente M_t disponibile sull'elica si tratta di ricavare, alle varie andature previste per la nave, i possibili punti propulsivi con gli elementi principali ad essi riferibili e cioè giri, potenza e spinta.

Nel calcolo con i normali diagrammi generalmente in uso si procede per tentativi: assunto un numero di giri N' di prima approssimazione (e quindi la relativa potenza C_{ve}) si calcola un coefficiente base funzione di C_{ve} , N , V_e e, in funzione di questo, dai diagrammi si rileva il coefficiente di avanzo

$$C_a = f(N, D, V_e)$$

da cui si ricava N . Il calcolo viene ripetuto fino a quando l' N così ricavato non coincide con l' N' assunto in partenza.

ELICHE

4 PALE $As/A = 56\%$ SECONDO SCHAFFRAN



ELICHE

4 PALE $As/A = 56\%$ SECONDO SCHAFFRAN

n° 5

1000 2000 3000 4000 5000 10000 20000 30000 Cav = Potenza Assorbita dall'elica in Cav

Esempio Dati $Cu = 1000$, $M = 100$, $D = 36$, $R/D = 12$

Si ricava: $V_0 = 10$

$V_0 = 10$ Velocità elica in nodi

$D = 36$ Diametro elica

$R/D = 12$ Rapporto

$V_0 =$ Velocità avanzo elica in nodi

$M = 100$

$M = 200$

$M = 300$

$M = 400$

$M = 500$

$M = 600$

$M = 700$

$M = 800$

$M = 900$

$M = 1000$

$M = 1100$

$M = 1200$

$M = 1300$

$M = 1400$

$M = 1500$

$M = 1600$

$M = 1700$

$M = 1800$

$M = 1900$

$M = 2000$

$M = 2100$

$M = 2200$

$M = 2300$

$M = 2400$

$M = 2500$

$M = 2600$

$M = 2700$

$M = 2800$

$M = 2900$

$M = 3000$

$M = 3100$

$M = 3200$

$M = 3300$

$M = 3400$

$M = 3500$

$M = 3600$

$M = 3700$

$M = 3800$

$M = 3900$

$M = 4000$

$M = 4100$

$M = 4200$

$M = 4300$

$M = 4400$

$M = 4500$

$M = 4600$

$M = 4700$

$M = 4800$

$M = 4900$

$M = 5000$

$M = 5100$

$M = 5200$

$M = 5300$

$M = 5400$

$M = 5500$

$M = 5600$

$M = 5700$

$M = 5800$

$M = 5900$

$M = 6000$

$M = 6100$

$M = 6200$

$M = 6300$

$M = 6400$

$M = 6500$

$M = 6600$

$M = 6700$

$M = 6800$

$M = 6900$

$M = 7000$

$M = 7100$

$M = 7200$

$M = 7300$

$M = 7400$

$M = 7500$

$M = 7600$

$M = 7700$

$M = 7800$

$M = 7900$

$M = 8000$

$M = 8100$

$M = 8200$

$M = 8300$

$M = 8400$

$M = 8500$

$M = 8600$

$M = 8700$

$M = 8800$

$M = 8900$

$M = 9000$

$M = 9100$

$M = 9200$

$M = 9300$

$M = 9400$

$M = 9500$

$M = 9600$

$M = 9700$

$M = 9800$

$M = 9900$

$M = 10000$

$M = 10100$

$M = 10200$

$M = 10300$

$M = 10400$

$M = 10500$

$M = 10600$

$M = 10700$

$M = 10800$

$M = 10900$

$M = 11000$

$M = 11100$

$M = 11200$

$M = 11300$

$M = 11400$

$M = 11500$

$M = 11600$

$M = 11700$

$M = 11800$

$M = 11900$

$M = 12000$

$M = 12100$

$M = 12200$

$M = 12300$

$M = 12400$

$M = 12500$

$M = 12600$

$M = 12700$

$M = 12800$

$M = 12900$

$M = 13000$

$M = 13100$

$M = 13200$

$M = 13300$

$M = 13400$

$M = 13500$

$M = 13600$

$M = 13700$

$M = 13800$

$M = 13900$

$M = 14000$

$M = 14100$

$M = 14200$

$M = 14300$

$M = 14400$

$M = 14500$

$M = 14600$

$M = 14700$

$M = 14800$

$M = 14900$

$M = 15000$

$M = 15100$

$M = 15200$

$M = 15300$

$M = 15400$

$M = 15500$

$M = 15600$

$M = 15700$

$M = 15800$

$M = 15900$

$M = 16000$

$M = 16100$

$M = 16200$

$M = 16300$

$M = 16400$

$M = 16500$

$M = 16600$

$M = 16700$

$M = 16800$

$M = 16900$

$M = 17000$

$M = 17100$

$M = 17200$

$M = 17300$

$M = 17400$

$M = 17500$

$M = 17600$

$M = 17700$

$M = 17800$

$M = 17900$

$M = 18000$

$M = 18100$

$M = 18200$

$M = 18300$

$M = 18400$

$M = 18500$

$M = 18600$

$M = 18700$

$M = 18800$

$M = 18900$

$M = 19000$

$M = 19100$

$M = 19200$

$M = 19300$

$M = 19400$

$M = 19500$

$M = 19600$

$M = 19700$

$M = 19800$

$M = 19900$

$M = 20000$

$M = 20100$

$M = 20200$

$M = 20300$

$M = 20400$

$M = 20500$

$M = 20600$

$M = 20700$

$M = 20800$

$M = 20900$

$M = 21000$

$M = 21100$

$M = 21200$

$M = 21300$

$M = 21400$

$M = 21500$

$M = 21600$

$M = 21700$

$M = 21800$

$M = 21900$

$M = 22000$

$M = 22100$

$M = 22200$

$M = 22300$

$M = 22400$

$M = 22500$

$M = 22600$

$M = 22700$

$M = 22800$

$M = 22900$

$M = 23000$

$M = 23100$

$M = 23200$

$M = 23300$

$M = 23400$

$M = 23500$

$M = 23600$

$M = 23700$

$M = 23800$

$M = 2$

Questo procedimento evidentemente diventa laborioso quando si vuol costruire tutta la curva di variazione di N alle varie velocità della nave.

Con l'uso della nuova serie di diagrammi lo stesso problema viene risolto per via diretta ed immediata.

Qualche esempio sarà sufficiente ad illustrarne l'impiego che, del resto è, perfettamente uguale a quello dei diagrammi precedentemente pubblicati.

1) Elica Schaffran, 4 pale, $A_0/A = 56\%$, $D = 3,61$, $P/D = 1,2$.

Assegnati: $M_t = 7,16$ t. m. $V_e = 10$ nodi.

Trovare il numero di giri N che può soddisfare alle condizioni assegnate.

Si adopera il grafico n. 4 appresso riportato; l'esempio è su di esso segnato con linea tratteggiata: dalla scala dei momenti torcenti M_t (orizzontale in alto) si scende dal punto $M_t = 7,16$ fino alla $V_e = 10$ e si continua nel senso indicato dalle frecce toccando nell'ordine i punti $D = 3,61$ e $P/D = 1,2$ e nuovamente (nel secondo fascio di rette) $V_e = 10$ e $D = 3,61$ per uscire con l'orizzontale che incontra la scala dei giri in $N = 100$. Volendo il rendimento dell'elica in queste condizioni si usa il grafico n. 1 (precedentemente pubblicato).

2) Sempre con la stessa elica dell'esempio 1) e con lo stesso momento torcente si voglia trovare il numero di giri corrispondente ad una velocità di avanzo dell'elica $V_e = 15$. Si procede nello stesso modo e si trova $N = 122$.

Problema 4

Noti i risultati delle prove di propulsione in mare o anche alla vasca, cioè noti la potenza assorbita dell'elica, il suo numero di giri e la velocità di avanzo della nave si vuol conoscere la velocità di avanzo dell'elica per la determinazione del coefficiente di scia, la spinta e il rendimento.

Con i metodi normalmente in uso si procede nel seguente modo: si calcola un coefficiente funzione di C_{V_e} , N , D e P e dai diagrammi si rileva

in funzione di questo coefficiente il regresso s_n da cui si calcola la V_e per mezzo della

$$V_e = \frac{1}{30,84} NP (1-s_n)$$

e quindi il coefficiente di scia:

$$W = 1 - \frac{V_e}{V}$$

Adottando il grafico n. 5 appresso riportato, la determinazione di V_e viene fatta come illustrato dall'esempio appresso riportato.

1) Elica Schaffran, 4 pale, $A_0/A = 56\%$, $D = 3,61$, $P/D = 1,2$.

Dalle prove di propulsione in mare si sono avuti i seguenti dati:

Potenza sviluppata dal motore di propulsione . $C_{V_e} = 1030$ HP
Velocità della nave . $V = 13$ nodi
Numero di giri dell'elica $N = 100$ giri/m

Ammettendo un rendimento $\eta_e = 0,97$ per linea d'assi senza riduttore si ha la potenza assorbita dall'elica:

$$C_{V_e} = 0,97 \times 1030 = 1000 \text{ Cav.}$$

Si vuol trovare la velocità di avanzo dell'elica e quindi il coefficiente di scia.

L'esempio è segnato con linea tratteggiata sul detto grafico n. 5. Il procedimento, come si vede, è analogo al precedente. Si trova $V_e = 10$ nodi da cui si calcola

$$W = 1 - \frac{V_e}{V} = 0,23$$

Volendo il rendimento dell'elica in queste condizioni si userà il grafico n. 1 (Bollettino Tecnico n. 3).

* *

Per brevità, in questo articolo ci siamo limitati a riportare grafici ed esempi riguardanti soltanto la serie di eliche Schaffran; gli stessi problemi sono analogamente trattati e con lo stesso procedimento con la serie di diagrammi compilati con i dati per eliche Taylor.

Dott. Ing. SALVATORE GIUFFRIDA.

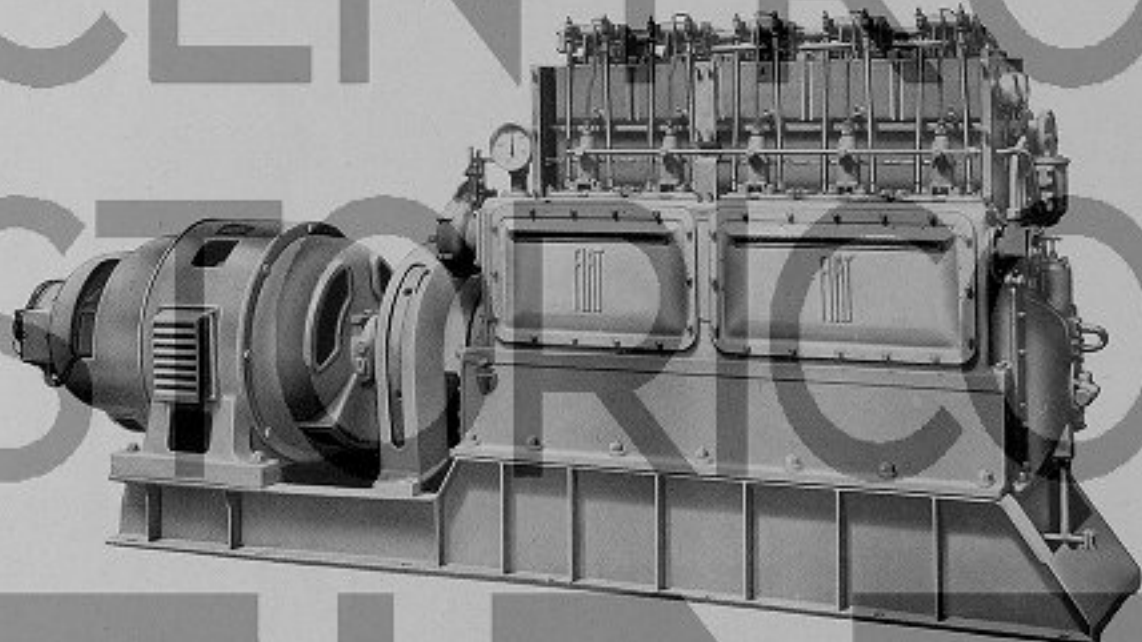
Motori ausiliari per navi da carico e miste di medio e grande tonnelloaggio

C. D. 021.311.23

Il servizio dei gruppi elettrogeni a bordo di una nave moderna da carico o mista diviene sempre più impegnativo, non solo per il continuo sviluppo dei servizi elettrici (cucine, verricelli, ventilazione, luce, ecc.), ma perchè esiste la tendenza a staccare dai motori principali le rispettive pompe di cir-

quali i gruppi elettrogeni hanno potenze superiori ai 500 HP, si nota che generalmente le navi da carico miste necessitano, a seconda del loro tonnelloaggio e del loro servizio, di 2 o 3 gruppi elettrogeni con potenze comprese tra 100 e 400 HP.

Partendo da queste esigenze noi abbiamo da



Gruppo elettrogeno da 130 HP

4494

colazione acqua, olio, combustibile, sostituendole con elettropompe.

Un apparato motore moderno è quindi veramente rispondente in servizio solo se, accanto a dei motori principali di elevate caratteristiche, possiede dei motori ausiliari altrettanto buoni e sicuri. Si noti anzi che mentre sui motori principali è naturalmente concentrata l'attenzione del personale di macchina, sui motori ausiliari questa attenzione è minore, per cui in definitiva i motori ausiliari vengono a trovarsi spesso durante l'esercizio in condizioni di inferiorità alle quali bisogna sopprimere con opportuni accorgimenti in sede di progetto.

Anche dal punto di vista della durata i motori ausiliari stanno spesso peggio dei motori principali, non essendo raro il caso di navi sulle quali i gruppi elettrogeni funzionano per oltre 4.000 ore all'anno.

Escluse le grandissime navi da passeggeri sulle

molto tempo normalizzata la nostra costruzione su due tipi di motori ausiliari, e cioè su un tipo del diametro di 180 mm avente la potenza di 25 HP per cilindro, ed un secondo del diametro di 250 mm e della potenza di 50 HP per cilindro. Entrambi i tipi sono a 4 tempi non sovralimentati, relativamente lenti, ed hanno caratteristiche costruttive molto simili tra di loro.

Queste caratteristiche, frutto della nostra ormai lunga esperienza in materia, tendono appunto a realizzare quelle garanzie di regolarità e di sicurezza di funzionamento, di praticità nella manutenzione e di grandissima durata che si ritengono indispensabili nei motori elettrogeni di bordo.

Questi motori sono inoltre in grado di funzionare regolarmente bruciando combustibili aventi densità sino a $0,91 \div 0,92$ a 15° .

Come dimostrano le due fotografie qui unite si

è conservato ai due motori il loro aspetto esterno consuetudinario, essendosi ritenuto poco corrispondente alla praticità di esercizio ed alla buona sorveglianza il sistema di racchiudere il motore entro coperture che ne iscatolino completamente le punterie, le pompe del combustibile, le pompe di circolazione, ecc.

Si è evitato pure di ricorrere all'impiego di materiali speciali e perciò il basamento e l'incastellatura sono di ghisa, l'asse a manovella è in acciaio normale semi-duro, tutti i cuscinetti del manovellismo sono guerniti di metallo bianco.

Il basamento è del tipo normale con traverse entro le quali sono disposti i cuscinetti di banco.

Questa costruzione, sebbene più pesante e costosa di quella con manovella appesa all'incastellatura che alcuni costruttori tendono ad estendere anche per gli usi di bordo, ha il grande vantaggio di permettere l'allineamento dell'asse a manovella senza dover capovolgere il motore.

L'incastellatura è costituita da gruppi di due o tre cilindri i quali a mezzo di robuste zampe sono uniti al basamento. Anche per i cilindri si è evitato di ricorrere a delle grosse fusioni, allo scopo di rendere economica e facile l'eventuale smontaggio o sostituzione di un cilindro in caso di guasto.

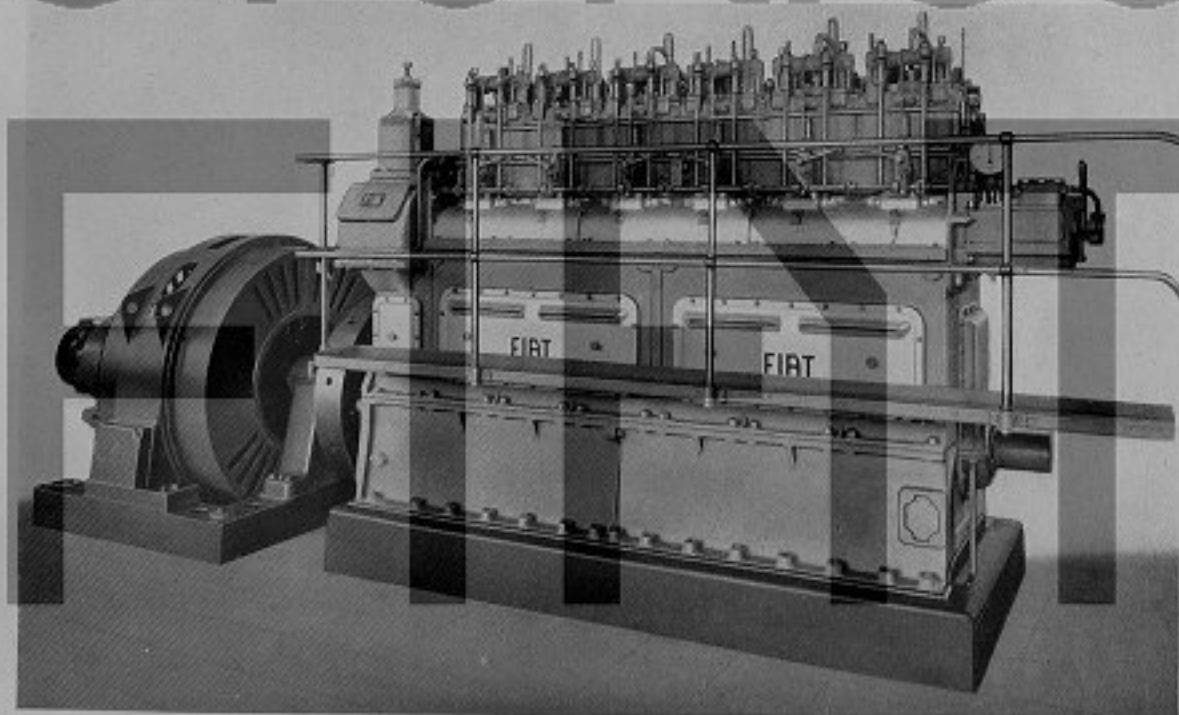
Le testate cilindro sono di ghisa, indipendenti le une dalle altre, chiuse sul cilindro da numerosi prigionieri elastici e fornite di due valvole, di tipo moderno, con seggi non riportati.

Le camie di ghisa speciale centrifugata ad alta

resistenza sono del tipo bagnato e la loro tenuta rispetto al cilindro è assicurata da guarnizioni di gomma. Lo stantuffo è pure di ghisa del tipo non raffreddato. Il sistema di iniezione è composto da tante pompe del combustibile, una per ciascun cilindro e da polverizzatori del tipo autoraffreddato nei motori di diametro 180 mm e tipo raffreddato nei motori di diametro 250 mm. In genere questi motori sono forniti di pompe acqua ed olio direttamente comandate (a stantuffo o centrifughe a seconda delle necessità) e portano applicato al basamento il refrigerante olio. I motori possono funzionare con raffreddamento ad acqua salata o dolce; in quest'ultimo caso negli impianti di bordo più recenti si preferisce avere un unico refrigerante acqua che serve in parallelo per tutti i gruppi.

Molte centinaia di motori di questi due tipi sono state costruite da 15 anni a questa parte e praticamente la maggior parte delle motonavi italiane sono fornite di tali ausiliari. Il loro funzionamento è risultato molto soddisfacente, sia dal punto di vista meccanico, sia dal punto di vista della manutenzione che è veramente minima come spesa e perdita di tempo. Ottimi i consumi di combustibile e di olio lubrificante nei riguardi del quale ultimo consumo notevoli progressi sono stati fatti al punto che attualmente è possibile garantire e conservare nel lungo periodo tra una revisione e l'altra dei consumi di olio non superiori a 2 gr/HP ora.

S. F.





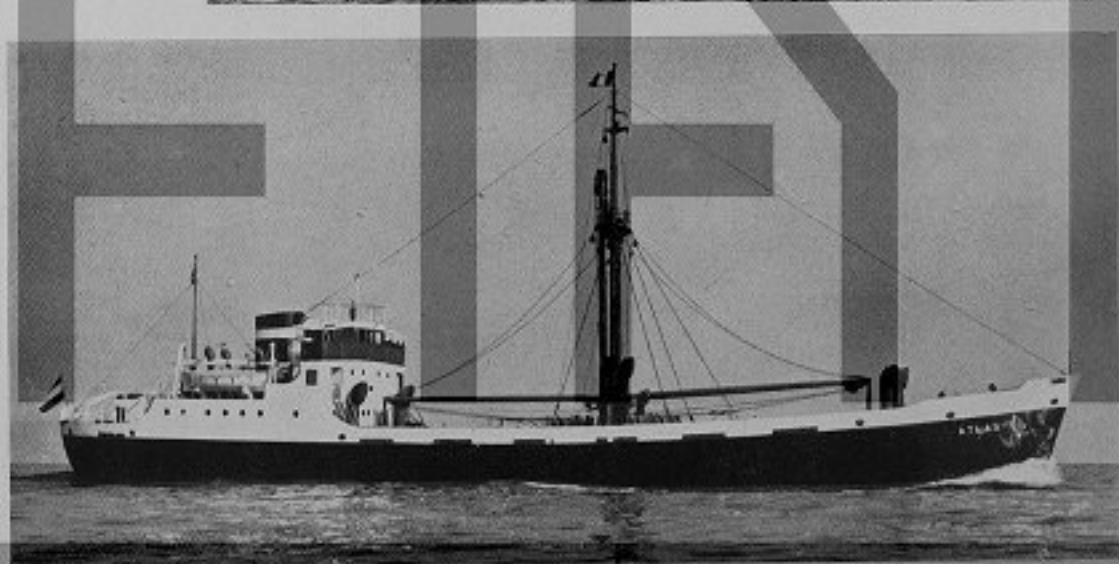
M/v LANDBRIS
della Roderi
A. B. Bels
Stoccolma
con motore
Fiat da 750 HP

4604

M/v GARNES
dell'armatore
Kristian Johnson
Rederi A/S,
Bergen
con
motore Fiat
da 1500 HP



4795



M/v ATLAS
della Royal
Netherland
Steamship Co.
Amsterdam
con motore Fiat
da 750 HP

4605