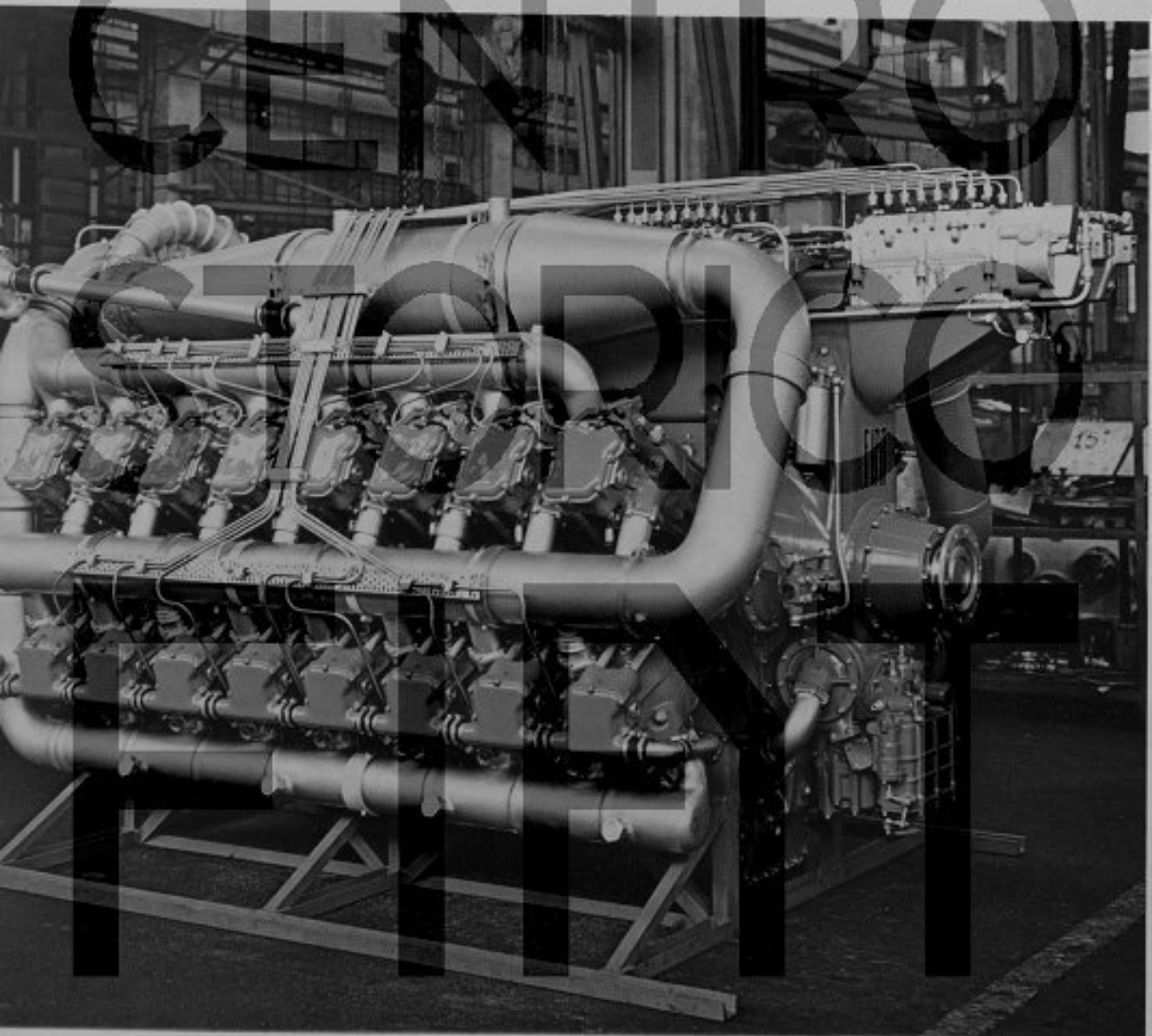


BOLLETTINO TECNICO  
N. 3 1964 VOL. XVII  
LUGLIO - SETTEMBRE  
Spadiz, in abbonam. postale - Gruppo IV

**FIAT** GRANDI  
MOTORI



FIAT - GRANDI MOTORI - CORSO MARCONI N. 20 - TORINO - ITALIA

# CENTRO

Coordinamento fra motore diesel veloce ed elica a passo variabile di caratteristiche spinte, attuato tramite un sistema pneumatico

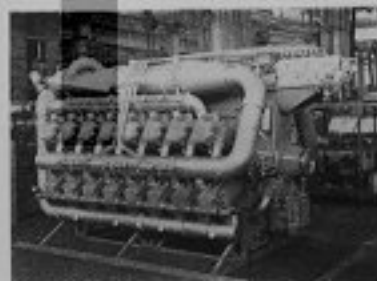
doti. ing. M. Mollo pag. 61

Le nuove officine di caldereria della Grandi Motori

doti. ing. M. Pellè pag. 73

# STORICO

# FIAT



In copertina - Motore tipo 560.000 per imbarcazioni veloci, con 32 cilindri disposti su 4 file ad X. Può fornire la potenza massima di 3500 Cv, con peso ed ingombro particolarmente limitati.

## Coordinamento fra motore diesel veloce ed elica a passo variabile di caratteristiche spinte, attuato tramite un sistema pneumatico

dott. ing. M. Mollo

Seguendo l'evoluzione che già da qualche anno si è manifestata nelle diverse branche dell'attività industriale, ad esempio nelle raffinerie di petrolio, nelle centrali termiche, nelle moderne officine meccaniche per lavorazioni di serie eseguite con macchine automatizzate ecc., anche la costruzione navale cerca di liberare gli equipaggi dal maggior numero di serottù, tenendo presente che l'ideale da raggiungere sarebbe quello di ridurre l'interessamento umano a una semplice sorveglianza.

Questa evoluzione è richiesta dalla maggiore economia ottenibile con il risparmio di personale impegnato per la condotta del macchinario e dalle migliori condizioni di lavoro che le nuove tecniche rendono possibili per gli uomini dell'equipaggio.

In qualche caso, come ad es. in unità veloci o altro naviglio speciale, invece è soprattutto dovuta alla necessità di utilizzare macchine con caratteristiche particolarmente spinte, nelle quali esistono limiti di utilizzazione ben più ristretti di quelli tradizionali e che comportano maggiori difficoltà e impegno per il personale di bordo.

Naturalmente questo sforzo di semplificazione e di modernizzazione dovrà sormontare numerose difficoltà. Prima di tutto dovrà essere rispettato l'imperativo di sicurezza e durata che è la regola fondamentale della marina.

Poi nel campo della marina mercantile sarà necessario vincere qualche resistenza legata a tradizioni spesso lodovole ma che non potranno peraltro resistere all'esperienza di prototipi riusciti e consacrati nel tempo.

Una di queste realizzazioni è appunto quella che ci proponiamo di illustrare nel seguito.

### 1\*) Descrizione dell'impianto di propulsione

L'impianto di propulsione di una unità veloce della marina italiana realizzato recentemente si discosta notevolmente dagli impianti tradizionali.

Esso infatti è costituito da tre distinte linee d'assi, due di esse azionate dai motori Diesel FIAT tipo 560.000 e la terza, centrale, da una turbina a gas (fig. 1).

La turbina a gas, che possiede doti di leggerezza e semplicità ma nello stesso tempo è caratterizzata da un maggior consumo specifico, è ferma alle andature di crociera e durante le manovre della nave alle quali funzionano esclusivamente i motori Diesel; essa viene messa in moto solo per i limitati periodi di tempo nei quali si desidera ottenere la massima velocità della nave.

Tale sistemazione risulta pertanto particolarmente brillante permettendo alla nave di raggiungere notevoli prestazioni con un impianto relativamente semplice ma dotato di una soddisfacente economia di esercizio, preziosa per le caratteristiche di autonomia conferite all'unità.

Naturalmente è necessario, in un tale impianto, che i motori Diesel siano accoppiati a eliche a pale orientabili le quali possano adeguare il loro passo alle più alte velocità della nave quando entra in funzione la turbina.

In caso contrario, cioè con eliche a pale fisse, non verrebbe più assorbita integralmente la potenza sviluppata dai motori.

Tali eliche inoltre rendono superflua l'installazione di un invertitore meccanico altrimenti necessario per la marcia indietro.

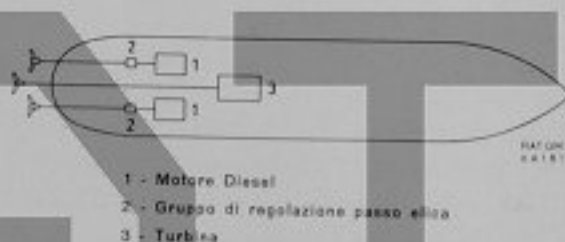


Fig. 1 - Schema impianto di propulsione navale a tre eliche con due motori Diesel e una turbina a gas

In particolare l'impianto propulsivo di ciascun Diesel è così costituito:

- un motore FIAT tipo 560.000 a 32 cilindri in grado di sviluppare 3600 Cv a 1640 giri/min
- un riduttore di velocità rapporto 1 : 2,2 accoppiato al motore tramite un giunto a frizione
- una linea d'assi sulla quale è sistemato il gruppo di regolazione dell'elica a pale orientabili
- un'elica a quattro pale con diametro 1350 mm e campo di variazione del passo compreso fra + 40° in Marcia Avanti e - 30° in Marcia Indietro

Mentre sulle navi dotate di eliche fisse la regolazione della velocità della nave si riconduce a quella della velocità di rotazione, l'adozione di eliche a pale orientabili introduce un parametro supplementare che è il passo.

I comandi che provvedono alla regolazione di questi due parametri (velocità e passo) sono lasciati abitualmente indipendenti.

Ora questa dualità rischia di essere già su navi mercantili una fonte di difficoltà e di false manovre e pertanto su questa unità, nella quale l'impianto di propulsione ha esigenze che devono essere assolutamente rispettate, si è ritenuto necessario legare tali parametri con opportuno coordinamento.

Quest'idea risponde d'altronde ad una esigenza pratica: la nave infatti, malgrado i numerosi fattori che regolano il suo funzionamento, deve essere utilizzata con sicurezza, precisione e con rapidità e il coordinamento giudizioso di alcuni di essi può dare una utilizzazione « optimum ».

## 2°) Caratteristiche dell'impianto di propulsione

A differenza degli impianti mercantili, l'impianto di propulsione di questa unità veloce, come ogni altra installazione e la costruzione stessa della nave è stato eseguito con la premessa di realizzare ogni possibile economia di peso e di ingombro.

### a) Eliche

La progettazione delle eliche è quindi stata impostata in modo da ottenere alte prestazioni pur mantenendo, alle stesse, dimensioni relativamente ridotte.

Come conseguenza di questo particolare disegno si è riscontrato che la legge delle pressioni dell'olio nel servomotore idraulico, che comanda il posizionamento delle pale, ha un massimo nell'intorno dei valori di spinta nulla dell'elica ed inoltre tali pressioni crescono ulteriormente all'aumentare della velocità di rotazione.

Pertanto era necessario evitare di far girare i motori a regime elevato con piccolo passo dell'elica per evitare pressioni eccessive dell'olio sugli organi di regolazione e di conseguenza indebite sollecitazioni.

### b) Motori

Per quanto riguarda i motori di propulsione, essi sono caratterizzati da un elevato numero di cilindri e da un momento d'inerzia delle parti rotanti relativamente ridotto, caratteristiche che conferiscono a tale gruppo propulsore doti di notevole accelerazione, molto maggiore di quella dei motori normalmente impiegati nel campo navale.

Tali caratteristiche fanno sì che, durante le manovre si possano verificare forti scarti di velocità, indesiderabili per le ragioni dette prima (elica che in manovra si trova nelle condizioni di spinta nulla e quindi di sforzi massimi sugli organi di regolazione).

## 3°) Requisiti di funzionamento dei telecomandi

Per quanto sopra esposto i requisiti che hanno guidato lo studio e la realizzazione dei telecomandi di ciascun motore Diesel di propulsione sono stati i seguenti:

a) *Possibilità di controllare da un'unica leva di comando*, a distanza e simultaneamente, il combustibile del motore e il passo dell'elica, con un coordinamento passo-giri tale che l'aumento del regime di rotazione delle eliche è consentito solo subordinatamente ad un congruo ed analogo aumento del passo.

Si ottiene in tal modo la garanzia che con elica a spinta nulla, o comunque a valori ridotti del passo, anche il motore funzioni a velocità ridotte.

b) *Elevata precisione nel posizionamento del passo dell'elica e del combustibile del motore* ad evitare squilibri di funzionamento fra i due motori di propulsione (si fa presente che per la variazione di un solo grado nel passo dell'elica si ha una variazione nell'assorbimento della potenza del motore di  $100 \div 150$  Cv).

c) *Possibilità di regolazione del combustibile e del passo secondo una legge opportuna* che tenga presente la necessità di un buon rendimento dell'elica e che pertanto interesserà questi due campi (v. fig. 2):

— *motore funzionante al limite inferiore del campo di pratico impiego*, cioè per velocità comprese fra 750 e 1250 giri/min sotto controllo del suo regolatore meccanico, passo dell'elica variabile nei due sensi di marcia da zero al 100% del valore normale. È questo il campo di utilizzazione durante le manovre e nella navigazione alle andature ridotte.

— *Motore funzionante sotto controllo diretto della leva del combustibile* (cioè senza l'intervento del suo regolatore meccanico) e passo costante al valore normale (100%) di massimo rendimento, velocità comprese fra 1250 e 1500 giri/min.

È questo il campo da utilizzare nella navigazione alle andature medie con due motori, e andature elevate con motori e turbina a gas, aggiungendo in quest'ultimo caso un congruo supplemento di passo.

d) *Possibilità di correggere manualmente il passo dell'elica* in più o in meno per una stessa quantità di combustibile al motore da effettuarsi, se necessario, durante la navigazione ad andature medie ed elevate (diagramma tratteggiato fig. 2).

La regolazione manuale e volontaria del passo durante la navigazione con uno o due motori è richiesta sia in relazione al carico dei motori sia in base a motivi dipendenti dalla navigazione in sé (condizioni del mare, funzionamento con un solo motore ecc.).

La regolazione del passo all'inserzione della turbina è indispensabile, come abbiamo già detto, per adeguare il passo delle eliche dei Diesel e quindi la loro velocità, alla accresciuta velocità della nave.



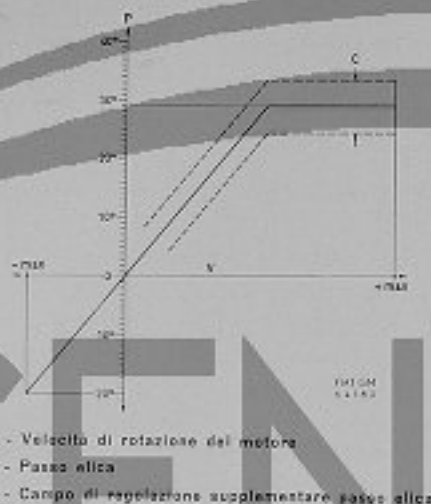


Fig. 2 - Legge passo elica in funzione della velocità del motore

#### 4) Criteri seguiti nella progettazione dei telecomandi

##### a) Scelta del tipo di telecomando

La regolazione del valore della velocità di rotazione e del passo delle eliche conduce in pratica a modificare (fig. 3):

- per l'elica, la posizione, di una leva facente parte della catena di regolazione del servomotore idraulico;
- per il motore, la posizione di una leva agente sulle cremagliere delle pompe per iniezione.

E' necessario quindi stabilire anzitutto il tipo di posizionatore adatto al comando di tali organi. Per tale scelta si presentano al progettista diverse soluzioni: telecomandi meccanici, pneumatici, idraulici o elettrici.

Nel presente caso si è ritenuto che un telecomando

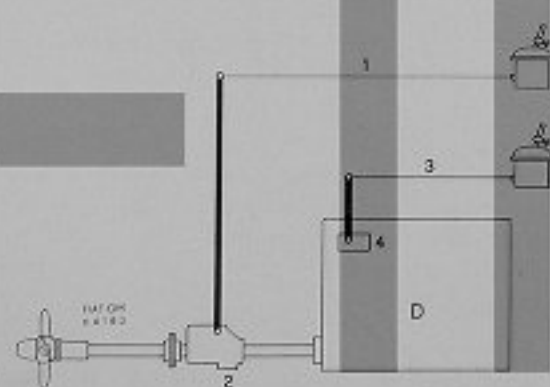


Fig. 3 - Schema tradizionale telecomando motore accoppiato ad un'elica a passo variabile

pneumatico fosse più idoneo degli altri sistemi sia per le sue caratteristiche di precisione e semplicità, sia per le numerose possibilità di applicazione offerte dai singoli strumenti pneumatici.

##### b) Schema di principio e successive modifiche

1) Per soddisfare i principali requisiti richiesti e cioè: comando del combustibile e dell'elica con leva singola e limitazione del combustibile in presenza di eventuali cedimenti del passo, si è asservito il comando del combustibile alla effettiva posizione assunta dalle pale dell'elica; un'unica leva di manovra agisce direttamente sull'elica e questa a sua volta comanda il combustibile del motore.

Ogni aumento del combustibile è così subordinato ad un aumento del passo dell'elica e viceversa ogni diminuzione del passo comporta automaticamente una diminuzione del combustibile.

Tale sistemazione è realizzata come riportato nello schema di figura 4.



Fig. 4 - Schema di principio per il telecomando della velocità del motore in funzione del passo elica

La leva di comando agisce su una valvola pneumatica che emette un segnale di entità proporzionale allo spostamento della leva stessa, tale segnale comanda il posizionatore del passo e quindi fissa l'angolo delle pale dell'elica.

La posizione di tale angolo viene nuovamente trasformata in segnale pneumatico, proporzionale questa volta al valore del passo, ed agisce sul servomotore del combustibile.

Questo schema dotato di grande semplicità presenta però un inconveniente.

Nel caso di una qualche disfunzione del gruppo di regolazione delle eliche che ne comporti il bloccaggio, resta automaticamente bloccato anche il combustibile del motore.

E' necessario invece che in ogni caso, per ovvi motivi di sicurezza, venga lasciata all'operatore la facoltà di togliere comunque combustibile.

Introducendo una modifica al circuito mediante l'aggiunta di un opportuno dispositivo pneumatico è possibile eliminare tale inconveniente e permettere il comando del combustibile anche direttamente dalla leva di manovra pur mantenendo sempre le stesse caratteristiche di sicurezza del circuito primitivo.

2) Il dispositivo in questione è un selettore di pressione minore (S), cioè uno strumento che sceglie fra due pressioni quella minore e la invia al servomotore del combustibile.

I due segnali all'ingresso del selettore sono:

- il segnale pneumatico uscente direttamente dalla leva di manovra (pressione A all'ingresso 1);
- il segnale pneumatico uscente dal trasmettitore passo elica (pressione C all'ingresso 2).

Lo schema risultante è quello di figura 5.

In caso di bloccaggio dell'elica il segnale proveniente dal trasmettitore passo e destinato all'ingresso 2 del selettore, resta costante, la presenza del selettore offre la possibilità di togliere combustibile tramite la leva di manovra, che agisce all'ingresso 1.

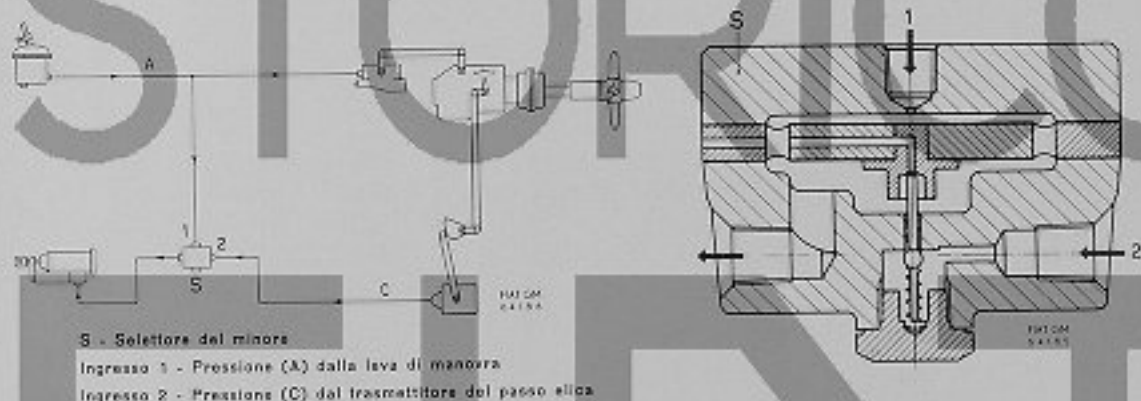


Fig. 5 - Schema di principio, modificato mediante introduzione del selettore di pressione minore

Questo schema ha inoltre il pregio di salvaguardare i motori da sovraccarichi durante le manovre. Infatti mentre il combustibile può essere tolto rapidamente attraverso il selettore del minore qualunque sia la posizione delle pale dell'elica, in senso contrario invece, non può essere dato altrettanto rapidamente ma è impartito gradualmente dalle successive posizioni assunte dal passo dell'elica stessa.

In tal modo il carico viene applicato al motore con una certa gradualità che permette alle turbosoffianti di adeguare la loro velocità al nuovo regime richiesto, fornendo l'aria necessaria a limitare aumenti troppo rapidi delle temperature sugli organi principali del motore che altrimenti si verificherebbero tutte le volte che, in manovra, si impartisce un brusco aumento del combustibile.

Il circuito così realizzato ha però necessità di un'ulteriore elaborazione per soddisfare i restanti requisiti desiderati e pertanto:

3) Per ottenere un'elevata precisione di funzionamento si sono scelti strumenti pneumatici di precisione e si sono adottati particolari schemi circuitali aventi la possibilità di ridurre al minimo gli errori introdotti dai vari organi posizionatori.

Tale possibilità viene offerta dalle disposizioni dei circuiti detti a catena chiusa con reazione della variabile controllata sul comando.

Questa disposizione, adottata per il circuito di comando dell'elica, è stata realizzata come è riportato nello schema di figura 6.

È stato introdotto un controller pneumatico il cui funzionamento è il seguente:

La pressione A di comando, proveniente dalla leva di manovra e proporzionale alla posizione di tale leva, serve da punto di controllo del dispositivo anzi detto il cui scopo è quello di confrontare, istante per istante, il segnale di comando con il segnale di pressione trasmesso (C), in risposta al comando, dal trasmettitore passo dell'elica (segnale che è propor-

zionale alla reale posizione istantanea dell'elica), ed intervenire, con opportuna azione (pressione D), sul posizionatore del servomotore dell'elica in modo da posizionare l'angolo delle pale all'esatto valore richiesto dal comando e mantenere costantemente l'elica in tale posizione.

La precisione con cui viene ottenuto il posizionamento del passo dell'elica dipende, in tal modo, da un solo organo di tutti quelli compresi nella catena destinata al posizionamento delle pale, e precisamente dal trasmettitore passo, dalla cui sensibilità a rilevare la più piccola variazione e trasmetterla al controller dipende l'intervento del medesimo e la successiva correzione dell'errore e quindi la stabilità e la precisione del posizionamento dell'elica.

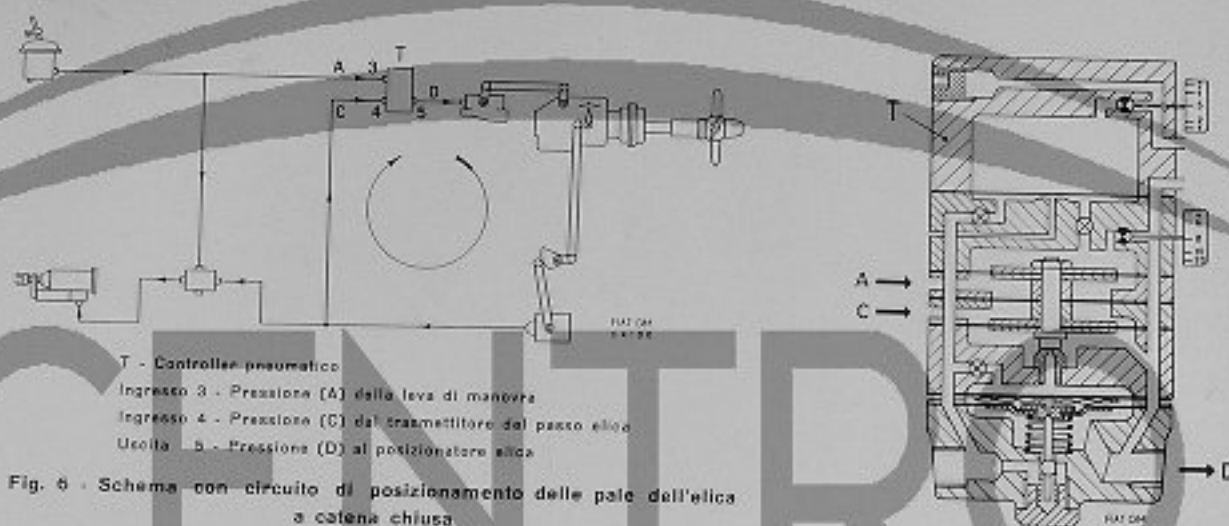


Fig. 6 - Schema con circuito di posizionamento delle pale dell'elica a catena chiusa

Le imprecisioni introdotte dagli altri organi, cioè posizionatore, servomotore, ecc. sono così eliminate.

Inoltre tale circuito è *autocorrettore*, cioè se per qualsiasi ragione si verifica una variazione del passo e quindi della pressione C (mentre la pressione A è fissa al valore richiesto) il controller interviene a riportare il passo al valore prestabilito variando opportunamente la pressione D uscente, in modo che sia sempre realizzata la condizione  $A = C$ . Pertanto D può assumere qualsiasi valore compreso nel campo di funzionamento purché esso agendo sul posizionatore porti il passo dell'elica al valore richiesto.

Un ulteriore vantaggio arrecato da questa disposizione è l'indipendenza fra i valori della pressione A del segnale proveniente dalla manovra e i valori assunti da quella D di comando del posizionatore dell'elica. Questa indipendenza facilita l'applicazione del telecomando a posizionatori eliche di tipo diverso.

4) Inoltre è necessario limitare il passo dell'elica in marcia avanti al valore di  $29^\circ$ , corrispondente al valore del passo che assorbe a 1500 giri/min la potenza continuativa di 2750 Cv.

A questo scopo tra leva di manovra e punto di controllo del controller è stato inserito un limitatore di pressione che ha lo scopo di limitare la richiesta passo elica al valore di pressione corrispondente a  $29^\circ$  in marcia avanti ( $1,45 \text{ kg/cm}^2$ ).

Lo schema risultante è rappresentato in figura 7.

Questo limitatore funziona da trasmettitore di pressione con rapporto 1:1 finché la pressione di entrata è inferiore al limite fissato; quando la pressione di entrata supera tale limite mantiene in uscita una pressione costante da noi fissata a  $1,45 \text{ kg/cm}^2$ .

5) Tenendo presente che essendo il combustibile comandato dall'elica, quando quest'ultima ha raggiunto il passo di  $29^\circ$  in Marcia Avanti e si mantiene costantemente a quel valore, aumentando il segnale di comando deve essere possibile dare un equivalente aumento della quantità di combustibile al motore.

A questo scopo è inserito un opportuno relè calcolatore che trasmette all'uscita un segnale proporzionale all'operazione:  $A - B + C$  (vedi fig. 8) dove:

A: è il segnale della pressione di comando proveniente dalla leva di manovra

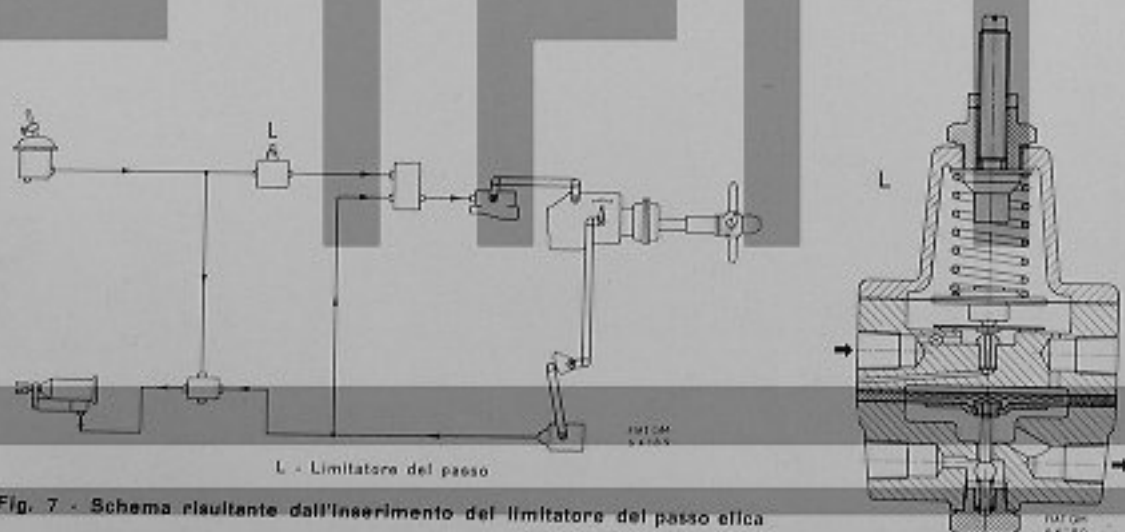
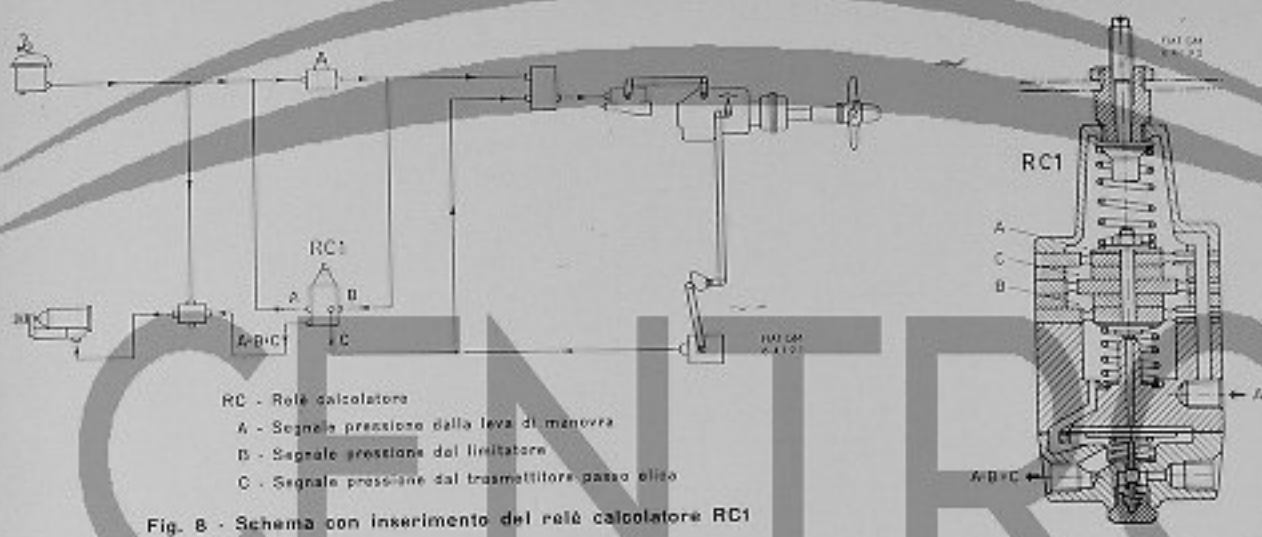


Fig. 7 - Schema risultante dall'inserimento del limitatore del passo elica





B : è il segnale di pressione del punto di controllo proveniente dall'uscita del relé limitatore passo

C : è il segnale di pressione trasmesso in uscita dal trasmettitore passo elica e proporzionale alla sua posizione istantanea.

Fintanto che il segnale A ha un valore inferiore al limite prefissato ( $1,45 \text{ kg/cm}^2$ ) esso viene ritrasmesso di pari passo al controller (quindi B è uguale ad A) ed il relé calcolatore trasmette la sola pressione C al selettore del minore.

Ricordando che C è proporzionale alla posizione assunta dall'elica in ogni istante è proprio la posizione dell'elica che comanda la quantità del combustibile da immettere nel motore.

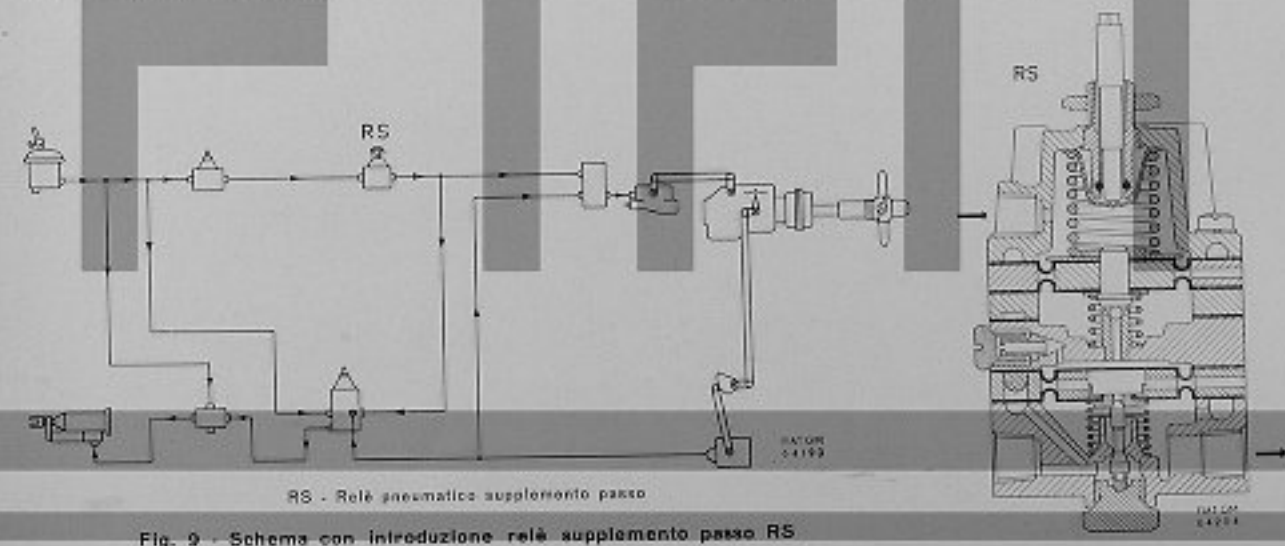
Quando invece A supera il valore limite, la richiesta passo B resta costante a tale valore e così anche la pressione C in uscita dal trasmettitore passo elica.

La pressione  $A - B + C$  in uscita dal relé calcolatore, che viene inviata al servomotore combustibile tramite il selettore del minore, invece aumenta proporzionalmente alla differenza  $\Delta P = A - B$ .

Tale aumento della pressione di comando del servomotore combustibile dipende in questo caso solamente dall'entità del segnale proveniente dalla leva di manovra, ed è pertanto possibile, con l'elica posizionata costantemente a  $29^\circ$ , aumentare ulteriormente la potenza dei motori di propulsione.

6) La correzione richiesta del passo dell'elica all'inserzione ed alla disinserzione della turbina è stata realizzata tramite un relé polarizzatore denominato «supplemento passo» inserito tra l'uscita del limitatore del passo e il punto di controllo del controller (vedi fig. 9).

Tale relé polarizzatore è provvisto di una opportuna manopola di regolazione e relativo indice graduato. Quando tale indice è in posizione di zero, la pressione di entrata viene ritrasmessa in uscita con rapporto 1:1, variando opportunamente la manopola è possibile aggiungere alla pressione in entrata una pressione costante K, dove K può assumere un valore qualsiasi nel campo di lavoro dello strumento compreso fra  $-0,25$  e  $+0,50 \text{ kg/cm}^2$ , corrispondenti a circa  $-5^\circ$  e  $+10^\circ$





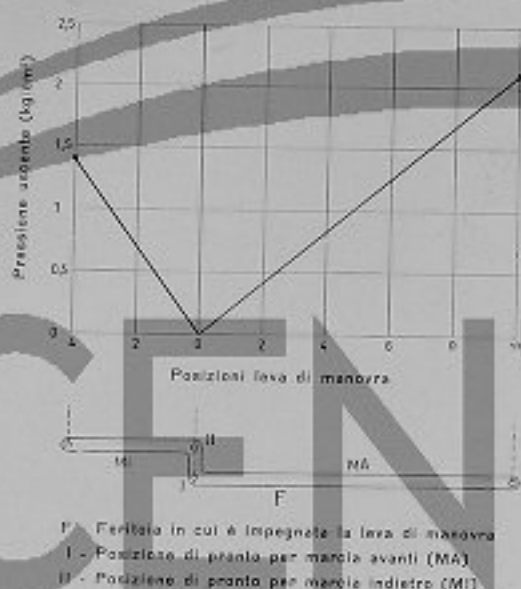


Fig. 10 - Diagramma delle pressioni uscenti in funzione della posizione della leva di manovra

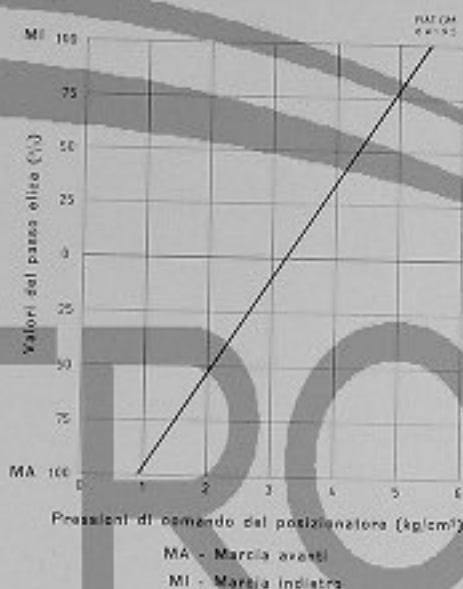


Fig. 11 - Diagramma dei valori del passo elico in funzione delle pressioni di comando del posizionatore idropneumatico

del passo dell'elica, supplemento più che sufficiente per esigenze pratiche essendo necessario aumentare il passo in marcia avanti da 29° a 35° nel funzionamento con turbina a gas, e diminuirlo almeno a 24° nell'eventuale funzionamento con un solo motore.

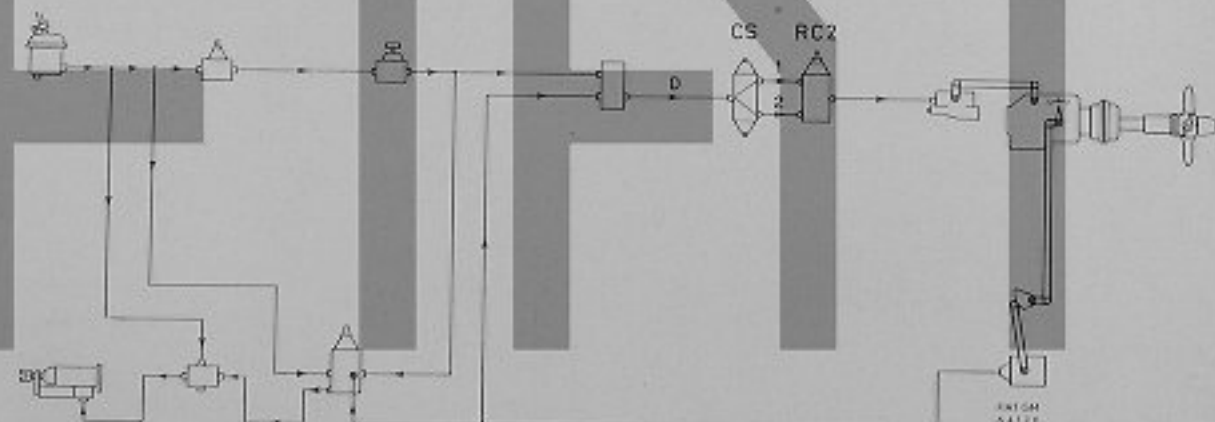
Pertanto mediante questo relé polarizzatore è possibile aumentare o diminuire manualmente, indipendentemente dalla posizione della leva di controllo e quindi dal combustibile, il segnale di pressione in arrivo al punto di controllo del controller e variare di conseguenza il passo dell'elica.

7) *Quanto abbiamo esposto vale per la Marcia Avanti.* - In Marcia Indietro la leva di manovra ripete in pratica il funzionamento della Marcia Avanti con valori di pressione dell'aria inferiori in quanto è necessario

impegnare in tale marcia una minore potenza. La legge delle pressioni uscenti dalla manovra è rappresentata in figura 10.

La pressione si annulla quando la leva si trova nella posizione centrale della feritoia in cui la leva è impegnata (tratto trasversale I-II), mentre è crescente fino ad un massimo di 2,1 kg/cm<sup>2</sup> in Marcia Avanti, ed è nuovamente crescente in Marcia Indietro fino ad un massimo di 1,4 kg/cm<sup>2</sup>. Analoga è la legge che il telecomando ripete all'uscita.

Il posizionatore del passo, scelto per l'impianto definitivo, è invece dotato di una unica camera di comando sia per la Marcia Avanti che quella Indietro; ciò vuol dire che il segnale pneumatico di comando è continuo nel campo da 0,9 kg/cm<sup>2</sup>, che corrisponde al posizio-



CS - Cassetto di smistamento  
RC2 - Relé calcolatore  
D - Pressione di comando al posizionatore passo elico  
1 - Marcia indietro  
2 - Marcia avanti

Fig. 12 - Schema definitivo del telecomando e realizzazione pratica

namento dell'elica a « Tutto Avanti », a  $5,5 \text{ kg/cm}^2$  corrispondente a « Tutto Indietro ».

La posizione di « spinta nulla » è ottenuta dando al posizionatore una pressione intermedia di  $3,2 \text{ kg/cm}^2$  circa (vedi fig. 11).

Occorre quindi adattare il segnale di uscita dal telecomando alla legge richiesta dal posizionatore passo.

Tale adattamento è stato ottenuto mediante un relé pneumatico calcolatore in grado di eseguire l'operazione  $K + D$  tra il segnale  $D$  in uscita dal telecomando e il segnale costante di polarizzazione  $K$  (regolato a  $3,2 \text{ kg/cm}^2$ ). La somma  $K + D$  viene ottenuta inviando il segnale  $D$  all'ingresso 1 dello strumento, la differenza  $K - D$  inviando il segnale  $D$  all'ingresso 2.

La commutazione del segnale  $D$  dall'ingresso 1 o a quello 2 è effettuato mediante un cassetto di smistamento comandato dalla leva di manovra durante il passaggio nel tratto centrale della feritoia da Marcia Avanti a Marcia Indietro (tratto I-II).

Lo schema definitivo è riportato nella figura 12.

### 5°) Descrizione dell'installazione.

L'insieme dell'impianto di telecomando ha possibilità di essere azionato da due posti differenti:

- plancia di comando (fig. 13).
- cabina di controllo (fig. 14).

#### a) Plancia di comando

La disposizione dei comandi in plancia è mostrata nella figura 13.

Delle tre leve di manovra visibili nella foto le due laterali sono relative al comando dei dispositivi passo-combustibile dei motori Diesel, la leva di manovra centrale serve al comando del combustibile della turbina.

Sul pannello frontale sono situati gli indicatori della velocità di rotazione dei motori (tachimetri laterali) e della turbina (tachimetro centrale).

Fig. 13 - Disposizione comandi in plancia

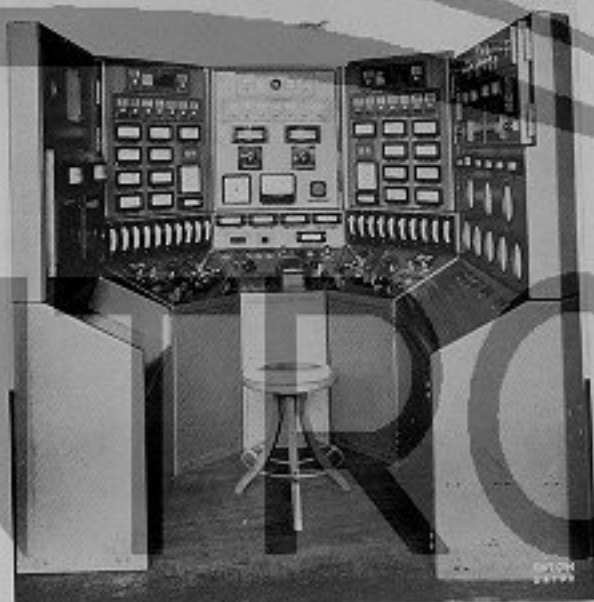
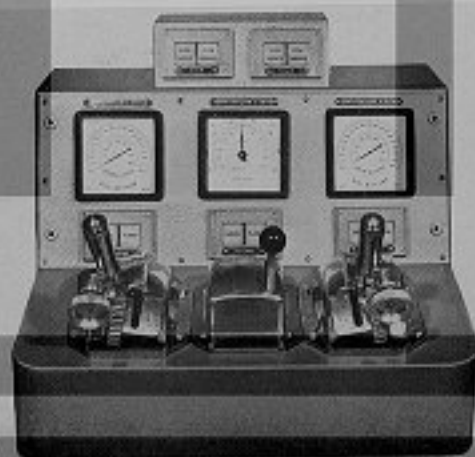


Fig. 14 - Cabina di controllo

Le due indicazioni luminose poste superiormente servono a segnalare quando le frizioni dei motori sono innestate.

Le tre indicazioni luminose inferiori segnalano se i telecomandi sono predisposti in plancia o in cabina di controllo.

#### b) Cabina controllo

Nella cabina controllo sono ripetuti gli organi di comando situati in plancia, in più vi sono sistemati i dispositivi di controllo e di allarme di tutto l'impianto e cioè i pirometri di misura della temperatura dei gas di scarico, i manometri delle pressioni dei circuiti acqua di raffreddamento del motore, del circuito dell'olio di lubrificazione, i segnalatori di sovratemperatura acqua e di bassa pressione olio ecc.

Nella cabina di controllo trovano posto poi anche i quadretti che contengono i dispositivi pneumatici, prima descritti, necessari per il coordinamento passo-combustibile.

La particolare vi sono (fig. 14):

- i pulsanti e che predispongono i comandi in cabina automazione o in plancia
- la manopola di comando del supplemento passo elica
- il dispositivo di innesto della frizione del riduttore
- il dispositivo di arresto motore
- il dispositivo di limitazione del carico del motore
- il pulsante per il comando del dispositivo di avviamento
- l'indicatore del passo dell'elica.

Il quadretto degli strumenti pneumatici che servono al coordinamento passo-combustibile è riportato nella fig. 15.

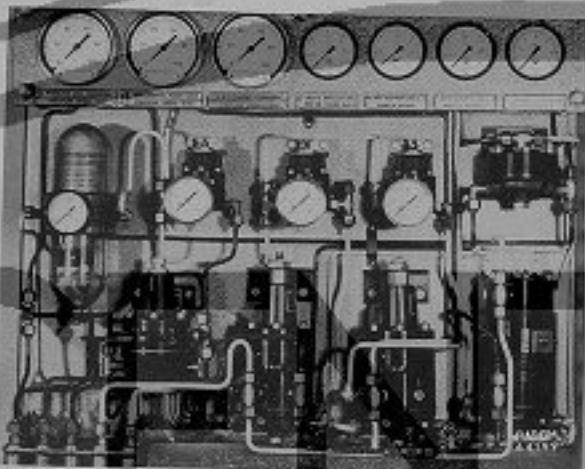


Fig. 15 - Quadro strumenti del telecomando pneumatico

Anche questo trova posto nella cabina di controllo e comprende i seguenti strumenti:

- il filtro
- i riduttori di pressione
- il selettore di pressione minore
- il limitatore passo
- il relè calcolatore (A-B + C)
- il relè calcolatore (K + D)
- il controller pneumatico.

#### e) Comando del motore diesel

Per il comando del motore diesel è previsto un servomotore pneumatico, mostrato in figura 16.

#### d) Gruppo di regolazione passo elica

La figura 17 mostra il gruppo di regolazione del passo elica e del relativo posizionatore idro-pneumatico.



Fig. 16 - Servomotore pneumatico per il comando delle pompe combustibili

#### 6<sup>b</sup>) Risultati

##### a) Prove in mare

Durante le prove in mare dell'unità sono stati effettuati numerosi rilievi oscillografici per controllare il comportamento del telecomando.

Poiché, come abbiamo in precedenza illustrato, il principale requisito del telecomando è quello di evitare che il motore possa assumere velocità elevate con piccoli valori del passo, onde evitare eccessive sollecitazioni sul gruppo di regolazione e sul servomotore idraulico delle eliche, sollecitazioni inevitabilmente presenti in un sistema di caratteristiche spinte come questo, si è ritenuto necessario registrare contemporaneamente i tre fenomeni essenziali del processo di manovra della nave, cioè la pressione dell'aria modulata proveniente dalla

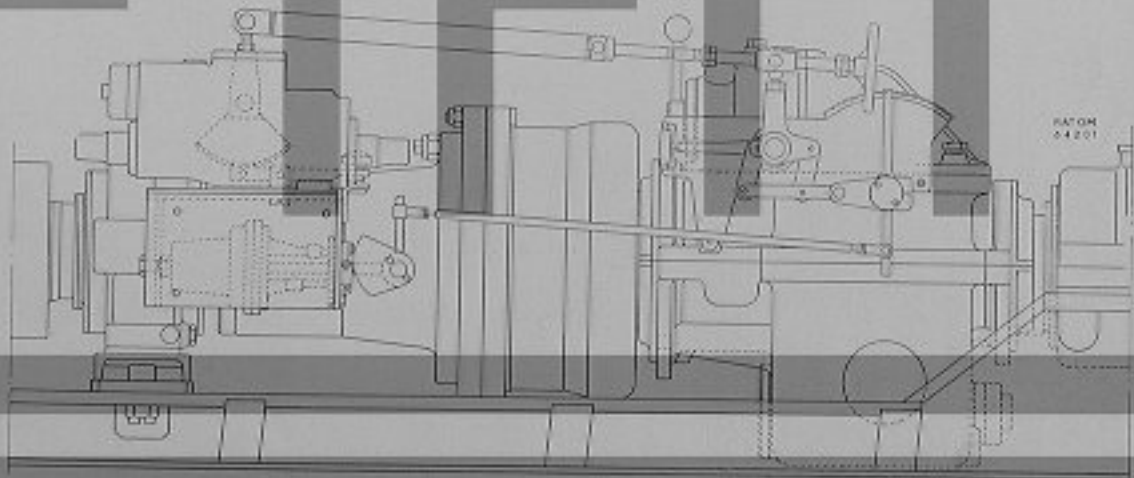


Fig. 17 - Gruppo di regolazione del passo elica e del relativo posizionatore idropneumatico



Fig. 18 - Rilievi del comportamento dei telecomandi durante la fase di manovra



leva di manovra, il passo dell'elica e la velocità di rotazione dei motori.

Le registrazioni riportate in fig. 18 si riferiscono ad una manovra di partenza della nave dalla banchina. Tale manovra è stata effettuata in modo molto rapido, manovrando bruscamente la leva come potrebbe verificarsi con personale inesperto o in casi di necessità allorché si vogliono accelerare al massimo le manovre, per riprodurre le condizioni peggiori a cui potrebbe essere assoggettato il telecomando e quindi l'impianto di propulsione.

Come si può constatare dall'esame degli oscillogrammi la pressione dell'aria modulata dalla leva di manovra sale infatti bruscamente in maniera pressoché istantanea (oscillogrammi 1 per il motore destro e 4 per il motore sinistro).

La velocità di rotazione dei motori, riportata sugli oscillogrammi 3 e 6, raggiunge invece il valore desiderato con la gradualità richiesta seguendo docilmente le successive posizioni del passo dell'elica senza che si manifesti alcun temuto scarto di giri.

#### b) Utilizzazione pratica in esercizio

L'esperienza acquisita durante il primo anno di funzionamento, nel corso del quale l'unità è stata impegnata in un servizio particolarmente gravoso comportante prove con numerosissime evoluzioni e manovre, ha confermato le ottime qualità del telecomando progettato.

Ogni operazione di manovra si riassume in un semplice intervento manuale sulla leva di comando effettuata da una sola persona senza dover trasmettere alcun ordine alla sala macchine.

Ne deriva una condotta del motore graduale, precisa

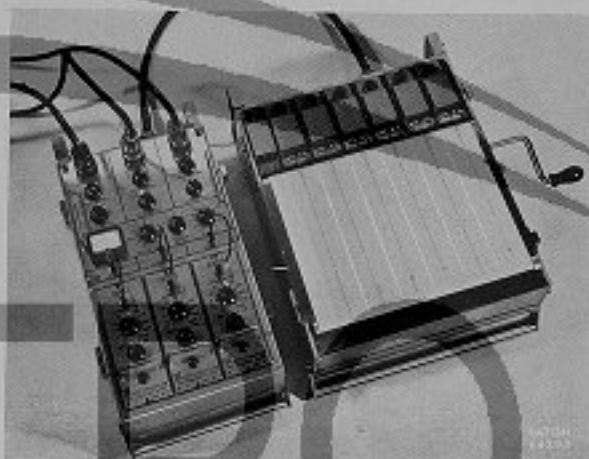


Fig. 19 - Oscillografo FIAT OBM6 3Dc B1T a 6 canali a penna scrivente per frequenze da 0 a 100 Hz

e soprattutto più efficace che con un sistema normale di comando.

Inoltre essa libera completamente il personale di bordo da qualsiasi preoccupazione sull'utilizzazione dell'impianto di propulsione che altrimenti, con le sue limitazioni sarebbe fonte di gravi incertezze specialmente durante una fase così delicata qual'è quella della manovra.

Esso supera lo stadio di semplice comando a distanza per arrivare ad una vera e propria automazione intervenendo automaticamente a correggere continuamente il valore del passo al valore richiesto, a limitare il combustibile in caso di dislunzioni dell'elica, ad asservire il combustibile all'effettiva posizione del passo, indipendentemente dall'azione dell'operatore il quale deve semplicemente limitarsi a spostare la leva di manovra nella posizione richiesta da una determinata velocità della nave.

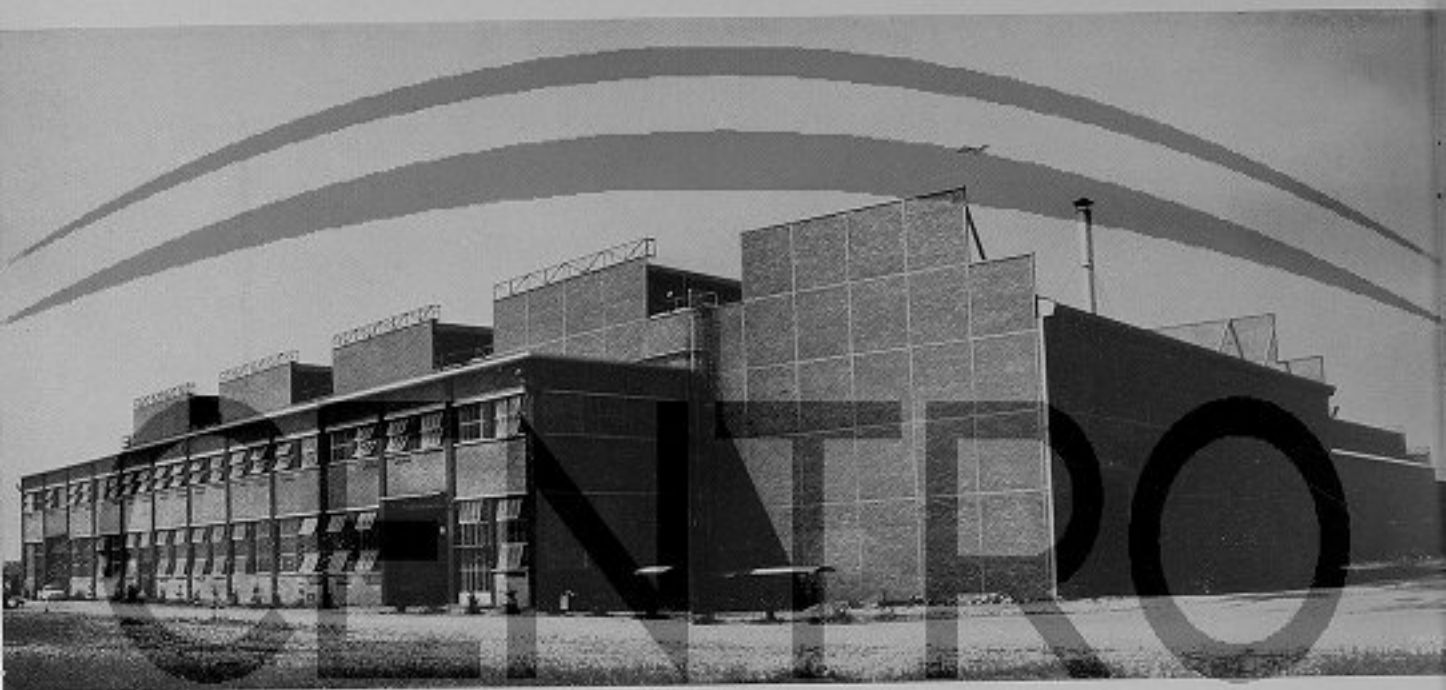


Fig. 1 - Planta della zona Nord di Torino comprendente le aree occupate dalle officine della Grandi Motori



## Le nuove officine di caldereria della Grandi Motori

dott. ing. M. Pellò

### Premessa

Nel mese di Settembre 1962 la FIAT Grandi Motori ha iniziato il graduale trasferimento del reparto costruzioni saldate in una sede costruita a nuovo, in una zona a nord della città, a circa 6 km di distanza dalle officine di Via Cuneo.

La necessità di trasferire in altra sede le officine di caldereria e saldatura, con conseguenti ampliamenti delle aree di lavoro e rammodernamento dei mezzi d'opera e degli impianti in genere, è stata dettata da molteplici fattori che riassumiamo.

a) Necessità di aumentare la capacità produttiva delle officine di caldereria e saldatura, in considerazione del notevole sviluppo di costruzioni in struttura saldata. A questo sviluppo hanno contribuito:

- l'indirizzo, in atto da alcuni anni a questa parte, nella progettazione e costruzione degli organi che costituiscono la struttura principale dei grandi motori marini a 2 tempi (basamento e montanti) verso costruzioni in lamiera di acciaio saldato,
- un forte incremento di produzione nel campo dei motori a 4 tempi per uso ferroviario, marino e industriale, buona parte dei quali sono a struttura (basamento e incastellatura) saldata,
- La costruzione, già affermata, delle turbine a gas le cui parti principali sono prevalentemente costituite da complessi in lamiera saldata aventi particolari caratteristiche di resistenza ed inossidabilità,

— Occorre ancora notare come le nuove officine di caldereria e saldatura sono sorte anche per soddisfare particolari esigenze del gruppo FIAT in genere, per tutte le costruzioni in struttura saldata di complessa esecuzione e di notevoli dimensioni, quali basamenti e montanti per macchine utensili, complessi a trasferta, presse ecc.

- b) Esigenza di aree disponibili nella sede principale delle officine di via Cuneo, per la sistemazione di nuovi reparti per lavorazione, montaggio e prova delle turbine a gas, reparti che non potevano logicamente porsi altrove per ragioni di saturazione del macchinario e di similarità di produzione con i motori Diesel. Si è scelto a proposito il trasferimento delle officine di caldereria e saldatura, vuoi per le ragioni su esposte, vuoi perchè trattasi di un nucleo di produzione completamente indipendente dalle altre officine, vuoi perchè i fabbricati resisi disponibili erano i più idonei a ricevere i macchinari e gli impianti destinati alla produzione delle turbine a gas.
- c) Decentramento in zona il più possibile periferica di un primo nucleo di officine della Grandi Motori, completamente autonome, indipendenti ed autosufficienti, prima fase di futuri eventuali trasferimenti delle altre officine.

Come si può rilevare dalla figura 1, è stata prescelta un'area di ca. 70.000 m<sup>2</sup> alla periferia della città, distante 6 km dalla sede delle officine di via Cuneo, in zona assai prossima a quella già occupata da altri stabi-



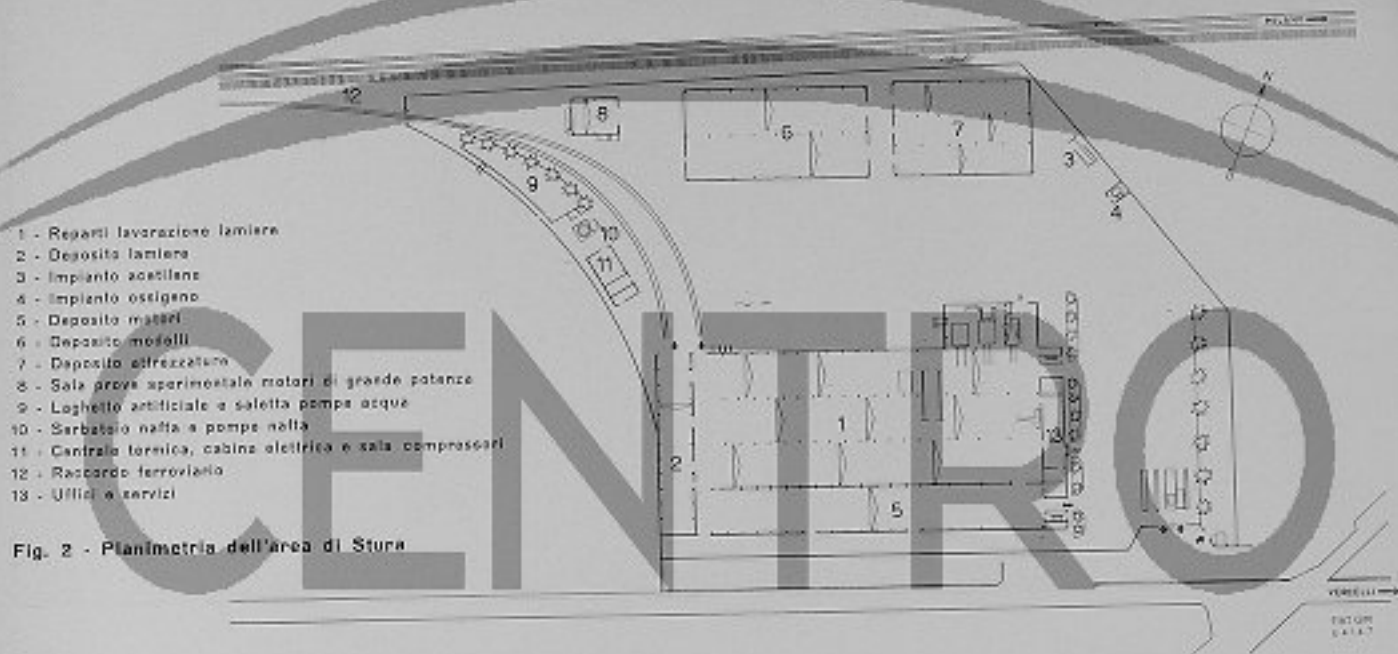


Fig. 2 - Planimetria dell'area di Stura

limenti del gruppo FIAT, con tutti i vantaggi che ne derivano.

Nella stessa area (fig. 2) hanno pure trovato sede i nuovi depositi della Grandi Motori per l'immagazzinamento del prodotto finito in attesa della spedizione, dei modelli della fonderia e delle attrezzature per le officine di meccanica, nonché una Sala Prova sperimentale, la cui descrizione è stata oggetto di precedente articolo su questo Bollettino (n. 4/1963).

La costruzione dei fabbricati ha avuto inizio nei primi mesi dell'anno 1962 con celere ritmo, tanto che al termine del mese di agosto dello stesso anno, dopo il normale periodo di chiusura estiva delle officine, le nostre maestranze hanno potuto iniziare la loro attività produttiva nella nuova sede.

#### Descrizione delle nuove officine e degli impianti generali.

Senza addentrarci in quelli che sono i dettagli costruttivi dei fabbricati, faremo qualche cenno sulle loro caratteristiche con particolare riferimento agli impianti generali adibiti al loro servizio.

Il fabbricato delle officine di caldereria e saldatura è del tipo in ossatura metallica, struttura ormai universalmente impiegata per fabbricati del genere, con maglia di m. 13,50 x 20,00 e altezza dei piani di scorrimento dei carriponte di m. 11.

La chiusura perimetrale è in parete baraccata, mentre la copertura, anch'essa in ossatura metallica del tipo a grande lucernario centrale, è rivestita con lastre di Eternit soffittato con materiale coibente, eccezion fatta per una striscia della luce di metri 2 di lastre « Ondulux » bianco, esposta a Nord-Est, onde aumentare la luminosità degli ambienti.

Le vere e proprie officine di caldereria e saldatura si sviluppano su di un'area coperta di ca. 10.000 m<sup>2</sup>

corrispondente a n. 3 capannoni della lunghezza di m. 150 x 20 e ad un fabbricato laterale aggiunto per trattamenti finali, di luce e caratteristiche pari ai precedenti ma della lunghezza ridotta a soli 40 m, destinato quindi in futuro a costituire un naturale ampliamento delle officine medesime.

Parte integrante delle officine stesse è pure il magazzino coperto delle lamiera e dei vari materiali inerenti alla produzione, di m<sup>2</sup> 1250 (80 m x 15,60) disposto in posizione ortogonale ed in testa ai capannoni della lavorazione, in corrispondenza dei cicli produttivi per i quali vengono utilizzati (fig. 3).

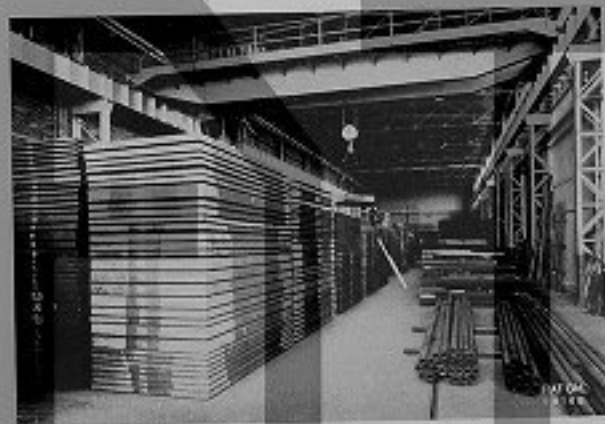


Fig. 3 - Deposito lamiera e materiali inerenti alla produzione

Altrettanto dicasi per il fabbricato adibito agli uffici ed ai servizi disposto anteriormente ai capannoni e nel quale sono sistemati a piano terra i vari uffici del personale impiegatizio addetto alla produzione, l'infermeria, la cabina elettrica principale ed i servizi igienici, e al primo piano i relettori e gli spogliatoi di tutte le maestranze.



I capannoni destinati alle officine, sono stati previsti per sopportare mezzi di sollevamento di caratteristiche adeguate alle lavorazioni che si svolgono nei medesimi. Trattasi di n. 9 carriponte della portata variabile da 5 a 30 t, disposti tre a tre nelle diverse campate, di una gru a mensola della portata di 7 t corrente in direzione ortogonale alle precedenti nella prima fila di colonne dei capannoni stessi e destinata al carico del prodotto finito sui mezzi di trasporto e di una gru a ponte della portata di 10 t nel deposito lamiera.

I servizi generali delle nuove officine sono assicurati dai seguenti impianti principali:

#### **Impianto per alimentazione ossigeno e acetilene**

Questo impianto, situato in zona esterna il più possibile lontano dal fabbricato per ragioni di sicurezza, consta di un serbatoio di ossigeno liquido della capacità  $m^3$  10 nonché di una batteria di bombole di acetilene della capacità totale di kg 160.

L'alimentazione dei serbatoi avviene con rifornimento giornaliero essendo la loro capacità pari al fabbisogno bigiornaliero delle varie utenze. Questa soluzione ha tuttavia un carattere di pura temporaneità essendo prossima l'installazione da parte dell'impresa distributrice dell'ossigeno e acetilene, di una sottostazione sita in area molto vicina alle nostre officine e destinata al servizio di tutte le industrie della zona.

#### **Impianto di distribuzione energia elettrica**

L'erogazione dell'energia elettrica necessaria per l'alimentazione dei macchinari e degli impianti, nonché per l'illuminazione dei reparti, è garantita da n. 2 cabine elettriche la principale delle quali è sistemata in zona limitrofa agli uffici ed è dotata di n. 2 trasformatori 30.000/380 volt, rispettivamente della potenza di kVA 1000 e kVA 400. La secondaria, sita all'esterno dei fabbricati, per la Sala Prove sperimentale, la centrale termica e la centrale compressori, è dotata di n. 1 trasformatore 30.000/380 volt della potenza di 1000 kVA. La distribuzione interna d'energia elettrica per uso industriale alla tensione di 380 volt, è effettuata mediante canaline elettriche del tipo « blindosbarra » da 550 ampère, correnti lungo le varie file di colonne dei capannoni.

#### **Impianto di produzione e distribuzione aria compressa e centrale termica per riscaldamento**

La produzione di aria compressa viene effettuata mediante n. 2 compressori centrifughi della portata di  $m^3$ /ora 780 a 7 atmosfere situati in opportuno fabbricato, distaccato dai reparti di lavorazione.

Nello stesso fabbricato è pure installata la centrale per il riscaldamento generale, avente la potenzialità di 3.000.000 kcal/ora erogate da n. 2 caldaie a tubi d'acqua funzionanti con nafta densa.

#### **Impianto acqua potabile e industriale**

Oltre al normale impianto di acqua potabile, destinata ai soli servizi igienici per le maestranze ed alla alimen-

tazione di fontanelle refrigerate nell'interno dei reparti, l'acqua per i vari usi industriali (presse, cabina di verniciatura e impianti antincendio) viene garantita da opportuno pozzo trivellato nel quale sono sistemate due pompe centrifughe sommerse della portata oraria di  $200 m^3$  alla pressione di  $8 kg/cm^2$ .

#### **Organizzazione interna dei vari reparti**

La disposizione reciproca, la capienza e le caratteristiche in generale dei vari locali, nonché degli impianti e macchinari, sono frutto di approfonditi studi basati sul classico sistema del « minimo percorso dei materiali in funzione del proprio ciclo di lavorazione » (Flow diagram), sistema il quale, anche se non applicabile alla totalità dei casi trattandosi di produzione non di serie, ha condotto alla sistemazione indicata nella figura 5. Come si può notare, si è provveduto ad una schematica suddivisione della lavorazione della lamiera secondo lo spessore della medesima e più precisamente:

- un capannone è adibito alla lavorazione di lamiera sottile fino allo spessore di 8 mm
- un capannone è adibito alla lavorazione di lamiera aventi spessori variabili da mm 10 a mm 20
- un capannone è adibito alla lavorazione di lamiera di forte spessore variabile da mm 20 a mm 200.

I fogli di lamiera già immagazzinati nel deposito in relazione al proprio spessore, vengono convogliati nell'interno dei reparti a mezzo di carrelli trasbordatori ed iniziano la loro lavorazione seguendo un ciclo il più possibile rettilineo dalla testata alla estremità dei reparti stessi.

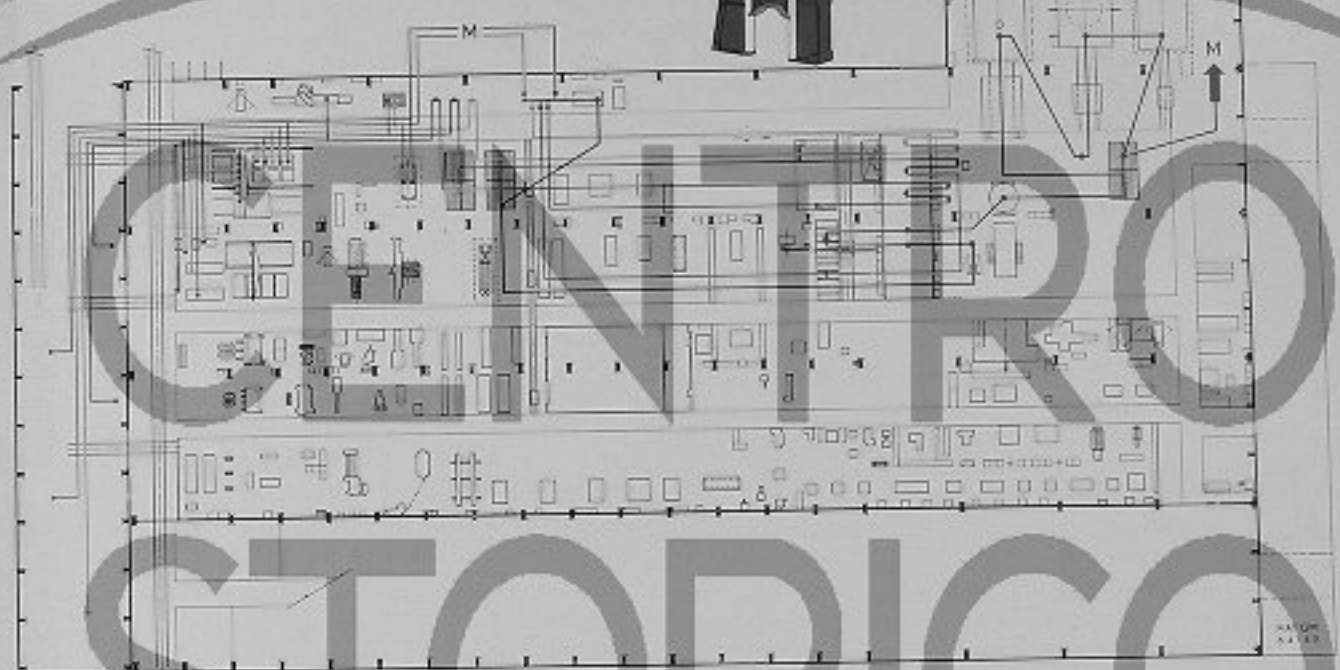
In generale i particolari componenti una certa struttura e la struttura stessa, vengono confezionati completamente in una sola campata e nei limiti del possibile sono evitate traslazioni trasversali del materiale. In ciascuna campata si sviluppano successivamente le operazioni di tracciatura, taglio, preparazione lembi, sagomatura, eventuale giunzione lamiera, assemblaggio, puntatura e saldatura, con collaudi intermedi e finali.

Trattandosi nella più parte dei casi di confezione di particolari compositi, la programmazione nel tempo e della quantità dei vari organi costituenti il complessivo finito viene effettuata con diversi criteri a seconda del peso, delle dimensioni e del tempo di lavoro degli stessi. Si è previsto quindi, in zona baricentrica alle officine, un deposito di prodotti semilavorati, nel quale vengono temporaneamente immagazzinati quei particolari prodotti in maggior serie, i quali devono successivamente completare il proprio ciclo di lavorazione con l'assemblaggio alle grandi strutture prodotte in minor serie e con programmazione più diluita.

A fianco di detto magazzino è stato previsto il deposito per i materiali ausiliari di saldatura, quali elettrodi a bacchetta, a filo, maschere per saldatura, ecc.

I particolari proseguono il proprio ciclo produttivo fino alle operazioni di finitura; in qualche caso, e più precisamente per i tubi scarico gas dei motori a quattro tempi, per collettori aria lavaggio e collettori gas di

- Piastra superiore
- Piastrina posteriore e piastrina inferiore
- Lenzina collegamento centrale
- Bordo centrale
- Piastrina anteriore
- Montante completo
- M - Ai reparti lavorazione meccanica



- Piastra superiore
- Piastra usone tranchi
- Piastrina interna
- Piastrina esterna
- Piastra di base
- Basamento completo
- M - Ai reparti lavorazione meccanica

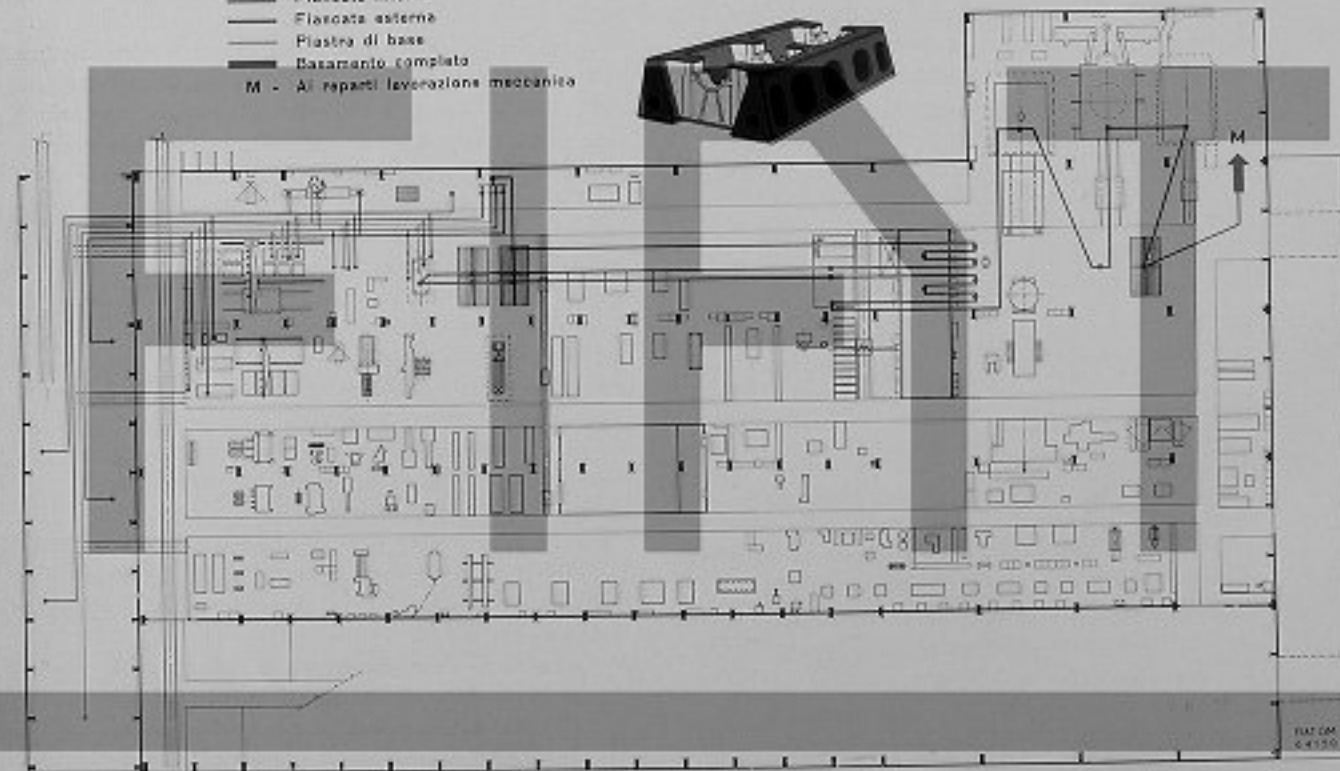
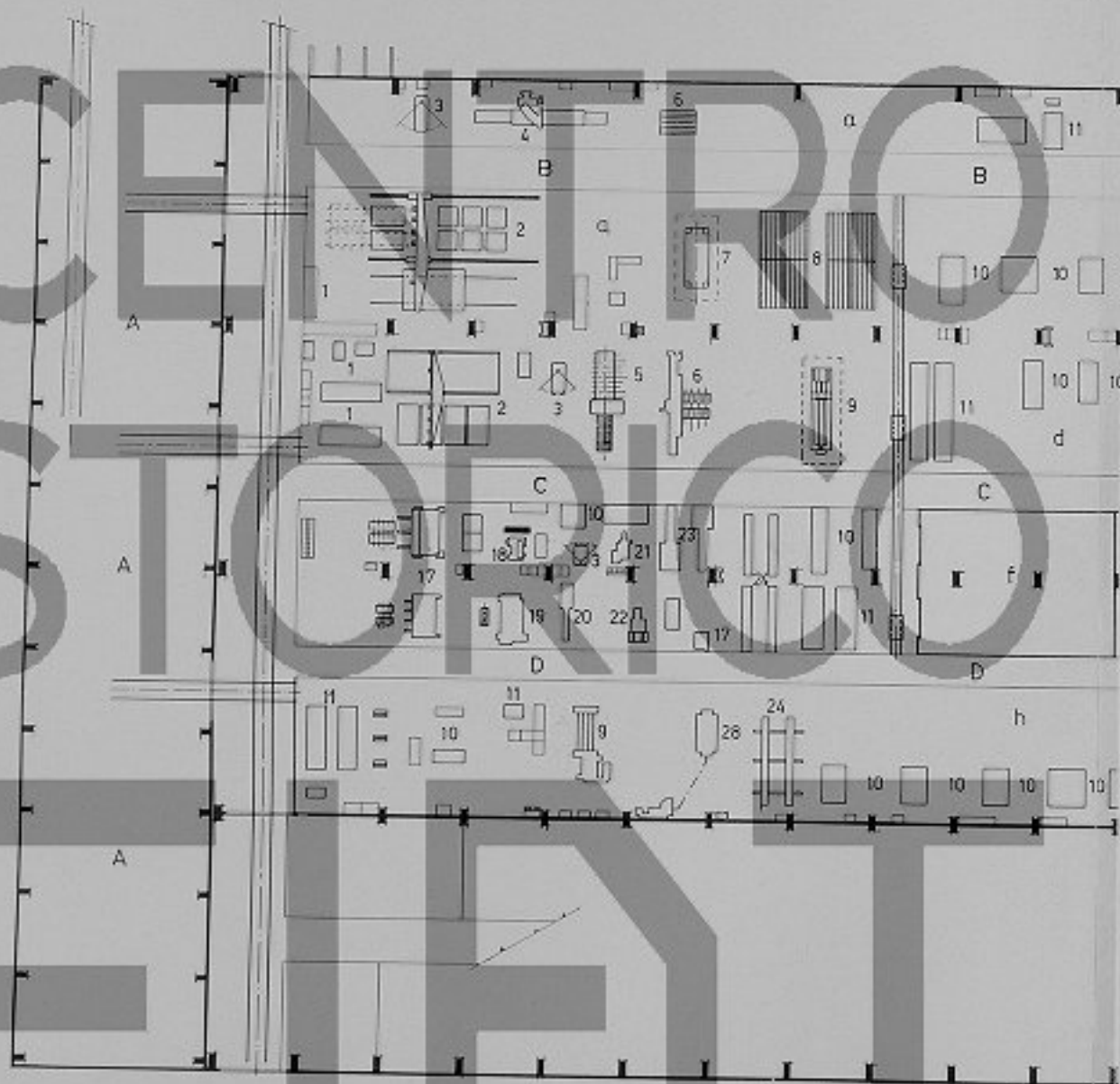


Fig. 4 - Diagrammi delle operazioni di lavorazione programmate, di un montante e di un basamento del motore 900 S

Fig. 5 - OFFICINE DI STURA  
REPARTO CALDERAI



- A - Depositi lamiera e particolari fatti
- B - Linea lavorazione lamiera forte spessore
- C - Linea lavorazione lamiera medio spessore
- D - Linea lavorazione lamiera sottile
- E - Depositi motori
- F - Locali Servizi

- a - Zona sbavatura
- b - Deposito struttura in attesa assemblaggio
- c - Zona assemblaggio montanti, basamento e turbine
- d - Zona assemblaggio incastellature e sottobasi
- e - Zona saldatura

- f - Magazzino particolari lavorati
- g - Zona attesa saldatore e lavorazione macchine
- h - Zona deposito e attesa assemblaggio grigliati, coppe, tubi scarico e collettori
- i - Zona collaudo
- l - Zona smistamento autoveicoli

- 1 - Sagoma, tecnografi e banchi traociatura
- 2 - Pantografi a 4 fiamme
- 3 - Tropani radiali
- 4 - Piatte
- 5 - Splanatrice



- 6 - Bisaltatrici
- 7 - Pressa
- 8 - Piani di lavoro a filo terra
- 9 - Rollatrici
- 10 - Banchi di lavoro
- 11 - Collaudi a braccatura
- 12 - Saldatrici
- 13 - Saldatura
- 14 - Pressatura
- 15 - Camera afora per sospellatura
- 16 - Posizionatore per saldatura

- 17 - Casole
- 18 - Sega
- 19 - Piegatrice
- 20 - Casole a rulli
- 21 - Limatrice
- 22 - Rollatrice per anelli
- 23 - Tomi paralleli
- 24 - Regoli
- 25 - Puntatrice
- 26 - Alisatrice
- 27 - Frese - pialla

- 28 - Pressa
- 29 - Bordatrice
- 30 - Martellatrice
- 31 - Torrette casticelloniche
- 32 - Impastatrice
- 33 - Forno ricottura
- 34 - Sabbiatrice
- 35 - Cabina verniciatura
- 36 - Deposito attrezzi
- 37 - Deposito

PIANT. 8.4.1.51



Fig. 6 - Linea di lavorazione lamiera sottile (fino a 8 mm)



scarico dei motori a due tempi, si procede anche ad operazioni di lavorazione meccanica essendosi installate in opportune zone alcune macchine utensili destinate a questo impiego. Di conseguenza questi particolari vengono spediti dalle officine di Stura alle officine di via Cuneo completamente finiti e pronti per il loro impiego.

Al termine della linea di lavoro sono situate le stazioni di collaudo delle quali faremo cenno successivamente, nonché un deposito temporaneo dei particolari ultimati in attesa della spedizione che avviene, per la maggior parte dei casi, a mezzo autocarri correnti lungo l'ultima fila di colonne dei capannoni. Il servizio di trasporto da e per le officine di Stura viene eseguito con motrici e semirimorchi indipendenti, secondo un ben definito programma, ad orario fisso nella giornata.

#### Mezzi di lavoro ed impianti specifici

Come già indicato, il progetto di trasferimento delle officine di caldereria prevedeva, oltre ad un ampliamento vero e proprio delle stesse, anche un potenziamento e rammodernamento dei mezzi produttivi. Molto sinteticamente esporremo più oltre le caratteristiche di quei macchinari e di quegli impianti che, vuoi per la loro precisione e qualità, vuoi per la loro rapidità di lavoro, ci hanno consentito di raggiungere un elevato ritmo ed una forte capacità produttiva che si aggira attualmente sulle 800 t/mese di complessivi saldati prodotti, nonché una produzione di primissima qualità. Nel suo complesso il parco macchinario e impianti attuali è costituito da circa 100 unità alle quali sono addetti 260 operai, con prestazione parzialmente suddivisa su vari turni di lavoro. Assistono direttamente ai medesimi 12 capi di vario livello gerarchico.



Fig. 7 - Cesovia e pressa piegatrice

#### Lavorazione lamiera sottile (fig. 6)

Come già indicato, lungo questa linea vengono lavorate lamiere di spessore fino a 8 mm; trattasi di particolari vari, quali coppe olio tubi scarico gas per motori a quattro tempi e a due tempi, collettori aria lavaggio per motori a due tempi, grigliati, coperture varie, mensole, ecc. Le macchine più interessanti sistemate lungo questa campata sono due cesovie e una pressa piegatrice (fig. 7).

Verso l'estremità di detta campata viene effettuato inoltre il rivestimento, con materiale termocoibente, dei collettori di scarico gas dei motori a due e quattro tempi successivamente protetti con lamiera sottile.

#### Lavorazione lamiera di medio spessore (fig. 8)

In questo reparto vengono lavorate lamiere di spessore variabile da mm 10 a mm 20 e la lavorazione più caratteristica è quella relativa ai basamenti, incastellature e sottobasi dei motori veloci a quattro tempi per uso ferroviario, marino e industriale nonché quella dei corpi refrigeranti olio e acqua.

Tra il macchinario più interessante ivi sistemato, possiamo notare:

Fig. 8 - Linea di lavorazione lamiera di medio spessore (da 10 a 20 mm)



- Una cesoia bisellatrice in grado di tranciare lamiera fino allo spessore di mm 25.

La caratteristica più notevole di questa macchina è la possibilità di effettuare contemporaneamente il taglio della lamiera e la bisellatura preventiva per la saldatura.

- Un pantografo a quattro fiamme con possibilità di taglio lamiera fino a spessore di 300 mm mediante copiatura da sagome in cartone o lamiera opportunamente prefabbricate (fig. 9).
- Una rullatrice a tre rulli, in grado di rullare con forma cilindrica e conica lamiera fino allo spessore di mm 40.

- Una grande saldatrice automatica ad arco sommerso, corrente su rotaie e destinata al servizio della campata in oggetto, nonché della campata limitrofa per lamiera di forte spessore (fig. 10). La testa saldante di questa saldatrice, è montata alla estremità di un braccio mobile ed orientabile intorno ad una colonna, la quale nella sua traslazione può effettuare un'escursione di 15 metri.

I due convertitori rotanti della macchina, da 900 ampere caduno, dotati di doppia regolazione, sono montati anch'essi su carrello e ricevono corrente dalla rete di distribuzione attraverso un contatto strisciante disposto al disotto del piano pavimento. L'aspo per l'elettrodo a filo, il contenitore del flusso ed i meccanismi di regolazione e controllo della testa saldante, sono montati sulla base mobile; ne consegue che per eseguire saldature in senso perpendicolare alle rotaie, il moto di avanzamento della testa è dato dallo spostamento del braccio, mentre per saldature in senso parallelo alle rotaie il moto di avanzamento alla testa è dato dallo spostamento del carrello.

- Una cabina a fono per operazioni di scalpellatura per servizio della campata in oggetto e di quella destinata alla lavorazione lamiera a forte spessore (fig. 11). Come noto, nei giunti principali di saldatura, viene applicata la tecnica della cosiddetta «ripresa al vertice», tecnica che garantisce la migliore qualità del giunto, in quanto, prima di depositare la passata di ripresa viene asportata mediante scalpellatura la parte di saldatura in cui più facilmente si possono avere dei difetti. Detta operazione, per la quale vengono impiegati scalpelli pneumatici con utensili ad unghietta di 3-4 mm circa di raggio, viene effettuata in questa cabina a doppia parete in muratura e alonizzata perimetralmente mediante pannelli fonocoibenti, al fine di contenere l'eccessiva rumorosità. Mediante l'adozione di detta cabina, si è riusciti a ridurre l'intensità sonora in prossimità della zona di scalpellatura da 110 decibel a 85 decibel.

- Batterie di n. 30 saldatrici rotanti a corrente continua con potenzialità massima fino a 600 ampere. Ricorderemo inoltre due saldatrici per saldatura in atmosfera di gas  $CO_2$  (saldatura che ha la prerogativa di essere quasi completamente esente da scorie), per erogazione di corrente fino a 500 ampere, nonché un apparec-



Fig. 9 - Pantografo a quattro fiamme per taglio lamiera fino a 300 mm

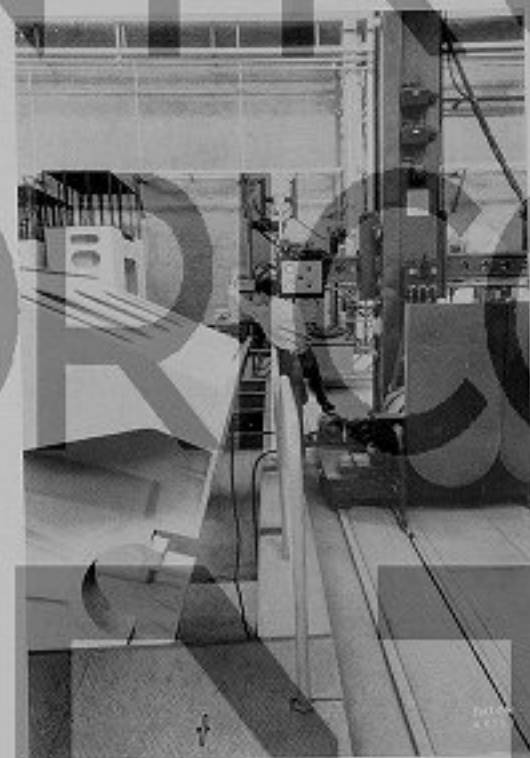


Fig. 10 - Saldatrice automatica ad arco sommerso per lamiera di grande spessore

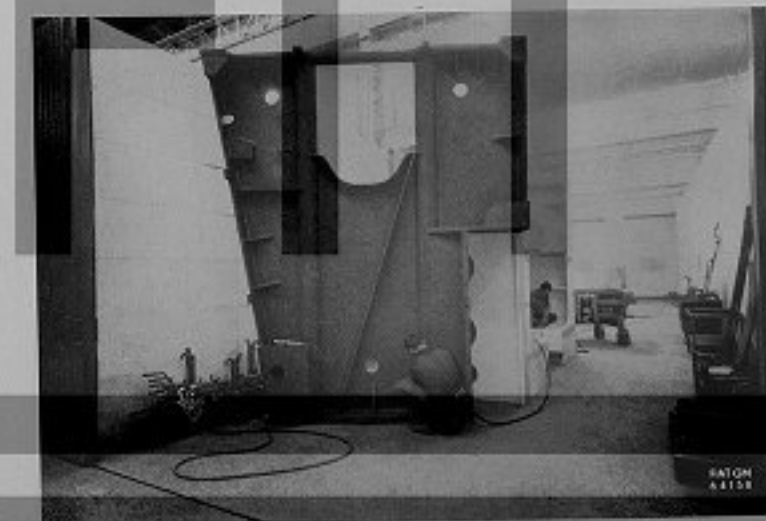


Fig. 11 - Cabina a fono per operazioni di scalpellatura



Fig. 12 - Linea di lavorazione lamiera di forte spessore

Fig. 13 - Pantografo a quattro fiamme per taglio di lamiera di spessore fino a 600 mm

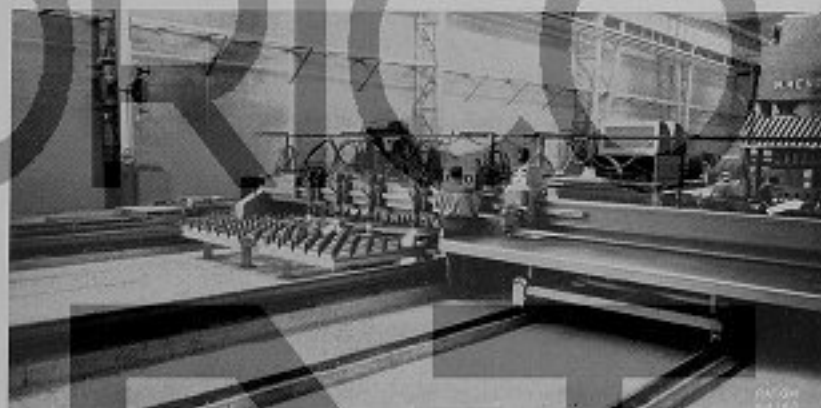


Fig. 14 - Pressa oleodinamica per molteplici operazioni di piegatura e stampaggio



chio per giunzione lamiera piane fino allo spessore di mm 20, macchine le quali vengono utilizzate sia nel reparto in oggetto sia nei reparti adiacenti.

#### Lavorazione lamiera di forte spessore (fig. 12)

Questo reparto, dotato del macchinario e degli impianti più moderni e di più alta potenzialità, è destinato alla lavorazione delle lamiera di forte spessore, con particolare riferimento alle grandi strutture saldate dei nostri motori Diesel a due tempi e delle turbine a gas, quali tronchi di basamenti, montanti, corpi combustore, collettori scarico, ecc. Nel dettaglio possiamo notare:

- un grande pantografo a quattro fiamme (fig. 13). Trattasi di macchina a coordinate destinata alla esecuzione di tagli dritti e curvi a piacere sulle lamiera di forte spessore, fino a spessore di mm 600. La copiatura è direttamente effettuata dal disegno o da sagoma-disegno mediante cellula fotoelettrica, oppure da silhouette in scala 1:1. Una delle caratteristiche più interessanti di questa macchina è la possibilità di mantenere costante, in qualsiasi direzione ed a piacere, la velocità di taglio, mediante una regolazione

complementare dei motori di avanzamento longitudinale e trasversale della testa porta cannelli.

- Una grande piastra a montante aperto per le operazioni di bisellatura sui particolari in acciaio luso, che vengono incorporati nelle strutture saldate quali le traverse dei basamenti per motori grandi.
- Una grande pressa oleodinamica a quattro colonne della potenzialità di 600 t destinata alle molteplici operazioni di piegatura e stampaggio (fig. 14).
- Una fossa per saldatura di grandi strutture saldate (fig. 15). A servizio della saldatrice già descritta al punto precedente e utilizzata anche in questo reparto è stata prevista una grande fossa delle dimensioni di m 5,5 x 10 a doppia profondità di m 2,5 e m 5,5. Mediante questa realizzazione è possibile effettuare saldature continue anche sui tronchi di basamento dei motori a due tempi di lunghezza considerevole, quale il basamento del motore 540 S in tronco unico per il tipo a 6 cilindri.



- Un grande posizionatore oleodinamico per saldatura a piattaforma circolare rotante inclinabile fino a 90° (fig. 15).

Mediante detto posizionatore possono essere eseguite saldature in tutte le possibili direzioni su carichi a sbalzo sino a 25 t, con notevoli semplificazioni nelle operazioni, maggior comodità di lavoro e, di conseguenza, miglior qualità del prodotto.

#### Reparto trattamenti finali (fig. 17).

Questo reparto, destinato ai trattamenti finali di ricottura, sabbatura e verniciatura è stato dotato di impianti tutti modernissimi e corrispondenti agli ultimi ritrovati tecnologici in questo settore. Trattasi nel dettaglio di:

- Un grande forno di ricottura a carro per strutture saldate.

Il forno ha le seguenti caratteristiche principali:

dimensioni utili : mm 5000 x 5000 x 7000  
 carico nomin. mass. del carro : t 30  
 funzionamento : nafta o metano  
 temperat. mass. raggiungibile : 900°C

Consente un ciclo di riscaldamento delle strutture saldate con salita in temperatura da 50°C a 100°C/ora fino alla temperatura di 650°C e un raffreddamento controllato fino alla temperatura ambiente. La regolazione del riscaldamento è automatica mediante apparecchiatura di regolazione a camme, riproducenti il ciclo pre-



Fig. 16 - Posizionatore oleodinamico per saldatura

visto ed agenti direttamente sull'apertura dei bruciatori, in numero di 20 con portata massima di 15 k/ora di combustibile caduno.

Il comando della porta e della estrazione carro sono fatti mediante organi elettromeccanici.

- Una sabbatrice a graniglia metallica. Le caratteristiche principali dell'impianto sono le seguenti:

Superficie utile di lavoro nella cabina : mm 10.000 x 7500 x 6250.

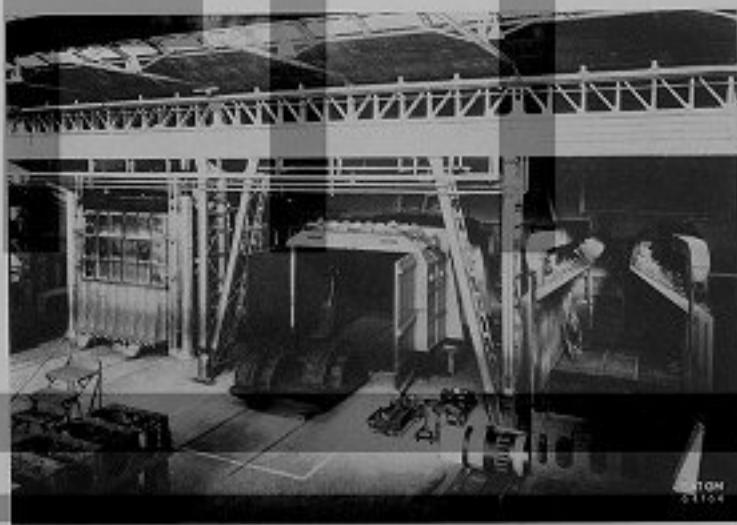
Piattaforma girevole porta pezzo del diametro di m 4,50 a filo pavimento, con portata utile di 25 t.

Fig. 15 - Fossa per saldatura di grandi strutture



1971 GM

Fig. 17 - Reparto trattamenti finali di ricottura sabbatura e verniciatura



1971 GM



N. 2 piattaforme di lavoro per operatori con comando elettrico montante e discendente tramite motoriduttori.

Carrello automotore di m 4 x 4 con portata massima di 25 t per l'entrata e l'uscita dei pezzi.

N. 2 casse graniglia a super-pressione per l'alimentazione degli ugelli sabbianti.

Elevatore a tazze per recupero graniglia.

Impianto di aspirazione e captazione polvere costituito da due grandi filtri e due elettroventilatori della potenza di 20 Cv circa.

- Una grande cabina metallica di mm 10.000 x 7000 x 4000 per verniciatura con antiruggine dei particolari che devono essere successivamente lavorati di macchina nelle officine di Via Cuneo, o con vernice di finitura per i particolari già ultimati nel reparto, quali collettori di aspirazione aria e scarico gas (fig. 18).

La cabina è dotata dei più moderni impianti di aspirazione con nebulizzatori d'acqua nonché di velo d'acqua sulle pareti per la loro protezione.

Tutti gli impianti di cui sopra sono stati dotati di carri a traslazione meccanica per il caricamento diretto a mezzo carriponte nell'interno del capannone adiacente, sede del reparto lavorazioni lamiere di forte spessore.

#### Analisi qualitativa e controllo del prodotto finito

Da quanto è stato precedentemente esposto dovrebbe risultare come i nostri impianti di saldatura abbiano a disposizione tutti i mezzi necessari per poter eseguire una produzione di alta qualità. Nella maggior parte dei casi noi impieghiamo le strutture saldate per realizzare dei pezzi a cui chiediamo delle caratteristiche non ottenibili con altri sistemi tecnologici; per i grandi motori domandiamo alle strutture saldate dei basamenti e dei montanti rigidità e leggerezza superiore a quanto si possa avere impiegando strutture fuse. Dalle strutture saldate dipende la possibilità di realizzare molti motori leggeri specialmente per uso ferroviario e marino, motori che sarebbe impossibile costruire qualora fossero soltanto disponibili fusioni di alluminio o di ghisa. Nel campo delle turbine a gas la saldatura ci dà la possibilità di ottenere strutture composte mettendo insieme acciaio fuso e parti saldate, ottenendo così dei pezzi che sarebbe difficile costruire con altri sistemi.

In tutti questi casi richiediamo alla saldatura caratteristiche meccaniche e resistenza a fatica elevate; si tratta di parti soggette a sforzi di carattere alterno, con sollecitazioni sempre elevate per quanto non sempre esattamente definibili.

Per ottenere che i vari pezzi saldati rispondano in pratica alle esigenze del servizio occorre:

- che siano ben progettati
- che siano ben costruiti
- che siano soggetti ad un controllo sistematico ed accurato.

A chiusura della descrizione dei nostri impianti, desideriamo aggiungere qualche notizia circa il sussidio che i mezzi tecnici di ricerca possono dare al progetto e alla costruzione dei pezzi saldati.

- a) E' noto che il progetto dei pezzi saldati di una certa importanza deve essere fatto osservando determinate regole di cui si è già parlato altre volte in questo Bollettino. E' fondamentale fra queste l'esigenza di evitare concentrazioni eccessive di sollecitazioni nella zona saldata e di ottenere, ancor più di quanto sia richiesto nella struttura fusa, una buona distribuzione di sforzi nell'interno dei pezzi senza eccessive e rapide discontinuità. Questa esigenza ha portato in

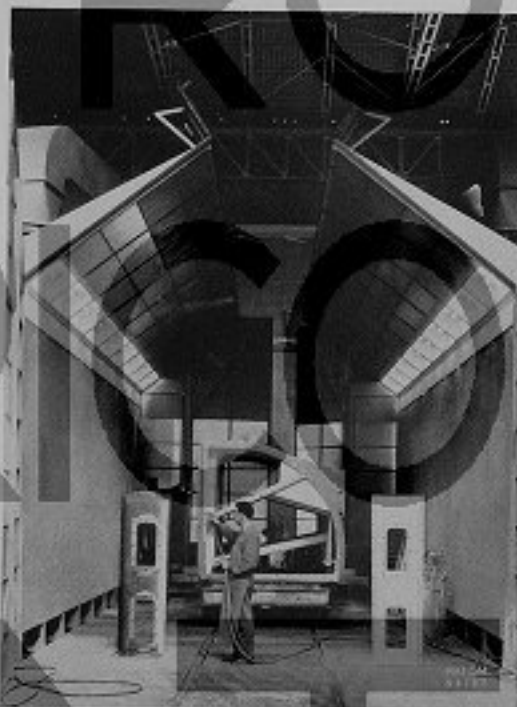


Fig. 18 - Grande cabina metallica per verniciatura

molte strutture di qualità all'inserimento di pezzi fusi o stampati in strutture saldate. L'esperienza del progettista, fondamentale in questo campo, molto spesso deve essere confortata da risultati di prove su modelli, meglio se in scala naturale, ma in ogni caso di dimensioni non troppo discoste da quelle dei pezzi reali. Questi modelli devono essere assoggettati, in appositi impianti di prova, a sollecitazioni analoghe a quelle che si manifestano in funzionamento.

Per questo scopo noi disponiamo di una delle più grandi macchine oggi esistenti, e cioè un pulsatore a trazione-compressione (fig. 19) che può funzionare, a comando radipo, con una frequenza di ca. 2000 cicli/min con prestazioni massime fino a  $\pm 30$  t di carico statico e  $\pm 30$  t di carico alterno; a comando lento con una frequenza da 20 a 30 cicli/min e con carico pulsante da 0 a  $\pm 60$  t. Questi carichi sono gradabili in modo da potere scegliere i valori

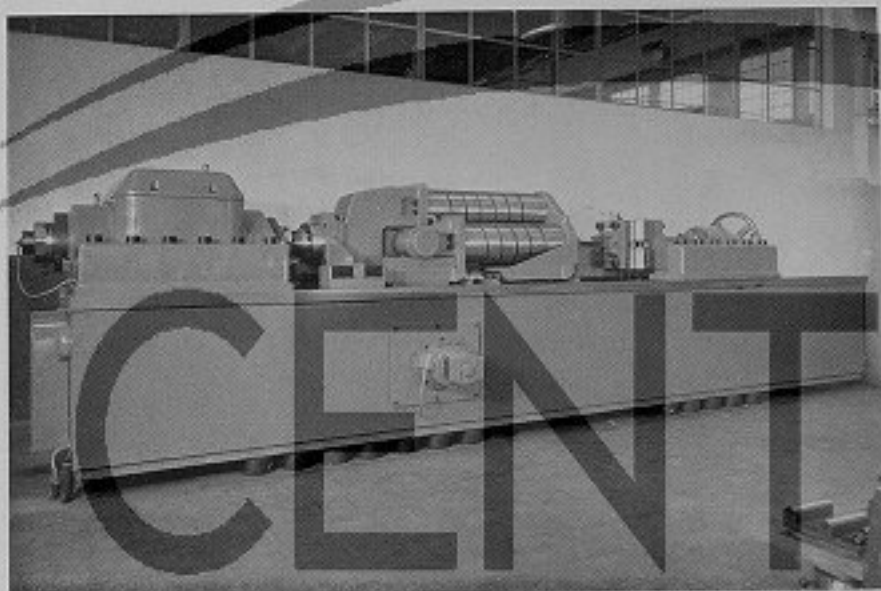


Fig. 19 - Pulsatore SCHENCK per prove di fatica a trazione-compressione

di sollecitazione più adatti alla prova del particolare in esame.

- b) L'officina di costruzione deve essere esattamente informata delle caratteristiche richieste alle saldature e deve avere istruzioni precise circa la modalità dell'esecuzione stessa.

Esistono nel nostro campo di lavoro prescrizioni e specifiche di esecuzione da parte degli Istituti di Classifica Navale e di enti diversi; a queste prescrizioni si aggiungano specifiche interne destinate all'esecuzione di strutture particolarmente importanti.

In rapporto alle esigenze opposte di economia e di sicurezza, le saldature vengono classificate nelle seguenti tre categorie a seconda delle prestazioni richieste:

— *Saldature secondarie.* - Sono saldature sollecitate solo staticamente con tensioni nominali massime non superiori a ca.  $4 \text{ kg/mm}^2$ . In queste saldature le discontinuità di forma e in particolare la mancanza di penetrazione non pregiudicano la resistenza di questi giunti il cui unico criterio progettuale è di assicurare al giunto una sezione utile sufficiente a mantenere la tensione nominale massima al di sotto del limite suddetto.

Per queste saldature si ricorre ad una facile preparazione e saldabilità. Generalmente si accostano le lamiere senza provvedere ed eseguire smussi o riprese al rovescio né tanto meno scalpellature. Si adottano lamiere in acciaio Aq 34 UNI 615 e si usano elettrodi con rivestimento acido o ossidante. A questa categoria di saldature ad esempio appartengono i giunti dei seguenti particolari: coppe olio, quadri manometri, scale, staffe sostegno tubi, ecc.

— *Saldature ordinarie.* - Sono saldature soggette a discrete sollecitazioni statiche, oppure a moderate sollecitazioni dinamiche; queste ultime possono raggiungere un valore massimo di circa  $+ 2 \text{ kg/cm}^2$ .

In queste saldature sono ammesse soltanto limitate discontinuità di forma. Si devono sempre eseguire smussi nei lembi da unire per assicurare una completa penetrazione attraverso l'intera sezione, e si usano lamiere in acciaio Aq 42 UNI 815 dando la preferenza all'impiego di elettrodi basici, per lo meno nelle prime passate. A questa categoria di saldature ad esempio appartengono i giunti dei seguenti particolari: saldature di irrigidimento di media importanza di basamenti, incastellature, montanti e sottobasi, mensole per turbosolfianti, collettori di lavaggio e scarico, corpi pompe aria ecc.

— *Saldature principali.* - Sono saldature soggette a considerevoli sollecitazioni dinamiche oppure a sole sollecitazioni statiche alle quali però si richiede assoluta garanzia di sicurezza.

Per queste saldature non è ammessa alcuna discontinuità nel giunto e deve essere assicurata la completa penetrazione dei cordoni di saldatura. I lembi da unire devono essere preparati con smusso, inoltre si esegue la scalpellatura al vertice e la ripresa al rovescio. Si usano lamiere in acciaio Aq 42 S o Aq 42 SS e solo elettrodi basici; sono ammessi gli elettrodi acidi per l'ultima passata.

A questa categoria di saldature, ad esempio, appartengono i seguenti particolari: elementi essenziali dei basamenti, incastellature, montanti e sottobasi, bracci di comando pompe aria, ecc.

Le saldature principali e ordinarie vengono eseguite anche con macchina automatica tipo Lincoln e semi-automatica, però le prime passate vengono sempre eseguite a mano e con elettrodi basici.

La saldatura dei particolari viene realizzata nella maggior parte dei casi mediante opportune attrezzature posizionate destinate a stabilire l'esatta posizione reciproca degli elementi costituenti il complessivo (fig. 20).

Fig. 20 - Operazione di saldatura di basamenti, effettuata con apposite macchine posizionate



c) Il lavoro di saldatura viene accuratamente seguito dagli appositi enti di collaudo e di ricerca. Il nostro Servizio Controlli e Esperienze esegue in modo continuo esami di provette saldate per valutare la qualità degli elettrodi e le caratteristiche meccaniche dei giunti. Tali esami su provette comportano controlli delle caratteristiche meccaniche e della resistenza a fatica, il controllo macro e micrografico della qualità delle saldature.

Tale collaudo, se pure necessario, può non essere sufficiente a garantire la qualità dell'esecuzione delle saldature; per questo siamo in condizioni di fare un controllo completo dei pezzi finiti mediante una razionale applicazione dei mezzi più avanzati di collaudo non distruttivo.

Un primo collaudo non distruttivo viene eseguito sui fogli di lamiera destinati ad essere saldati con saldature ordinarie e principali per accertare che non vi siano sfogliature che pregiudicherebbero la resistenza del particolare. L'esame delle sfogliature viene eseguito con il metodo degli ultrasuoni (fig. 21), basato sull'invio di un fascio di onde ultrasonore attraverso lo spessore della lamiera, mediante adatti tastatori, le quali incontrando discontinuità anche di minima entità si riflettono ritornando al tastatore ed all'apparecchiatura. Questa per mezzo di un oscillografo trasforma i tempi del percorso nel metallo del fascio ultrasonore in segmenti scalarmente proporzionali alla posizione della causa riflettente. Nel caso delle sfogliature il segmento segnato dall'oscillografo invece che corrispondere allo spessore della lamiera è inferiore e quindi il difetto diventa facilmente individuabile.

I particolari saldati vengono controllati prima della ricottura per potere eventualmente eseguire la riparazione dei punti risultati difettosi.

Per l'esame delle saldature si dà pure normalmente la preferenza al metodo ad ultrasuoni adottando, questa

volta, speciali tastatori angolati che permettono di individuare subito la posizione dei difetti e quindi di eseguire una efficiente riparazione, asportando mediante scalpellatura il materiale difettoso fino alla profondità necessaria e ripristinando la saldatura. Il metodo ad ultrasuoni che viene impiegato dai nostri operatori esperti in questo tipo di controllo non ha praticamente limiti di sensibilità e permette di raggiungere, in particolare per le saldature principali, la massima perfezione.

Il metodo ad ultrasuoni per la rapidità di applicazione, l'assoluta mancanza di pericolosità e la molto maggiore

Fig. 21 - Collaudo di lamiera, destinate a saldature ordinarie, con metodo ultrasonico





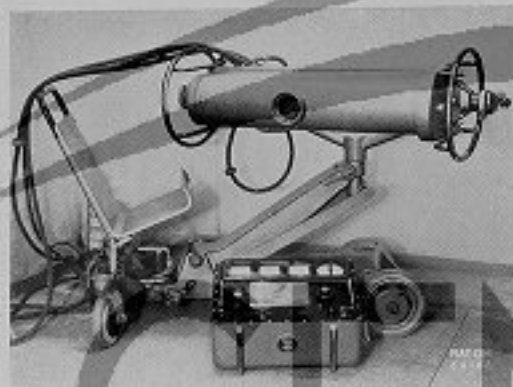


Fig. 22 - Apparecchio a Raggi X "Seltfert".

Fig. 23 - Esame in luce di Wood di saldature preparate con liquidi penetranti fluorescenti



sensibilità a rilevare i difetti più gravi, come lesioni, mancanze di penetrazione, ha sostituito presso il nostro Stabilimento il metodo classico radiografico. Tuttavia, alcune volte, per documentare l'entità dei difetti più grossolani o su richiesta dei Registri di Classifica, si esegue l'esame radiografico sia con un apparecchio trasportabile a Raggi X per spessori inferiori ai 50 mm (fig. 22), che con radiazioni  $\gamma$  generate da una sorgente di Co 60, per spessori superiori ai 50 mm.

Per l'esame di difetti superficiali o di saldature su lamiere sottili o di controllo dei singoli cordoni di saldatura durante la lavorazione viene usato il metodo « Magnalux ». Il metodo è basato sul passaggio di corrente ad alta densità sulla saldatura, per mezzo di due elettrodi, la quale dà luogo ad un solenoide magnetico lungo la saldatura stessa che permette di osservare esaurientemente e con rapidità i difetti superficiali o sotto superficie fino alla profondità di qualche millimetro. Allo scopo abbiamo in dotazione tre apparecchiature, una grande da 5000 ampère ed una media da 3000 ampère, mobili su carrello, una piccola da 1000 ampère a valigia, molto maneggevole.

Il controllo dei difetti viene eseguito di preferenza con polveri magnetiche fluorescenti che, esaminate in luce di Wood, permettono maggior facilità di individuazione dei difetti.

Quando le saldature vengono eseguite su particolari in leghe amagnetiche, come ad esempio i materiali austenitici usati per le turbine a gas, non è possibile usare il sistema « Magnalux » ed in sua vece si utilizzano i liquidi penetranti; fra questi abbiamo dato la preferenza al tipo fluorescente che esaminato in luce di Wood (fig. 23), come nel caso delle polveri magnetiche, mette in maggior rilievo i difetti superficiali.

Da questa breve descrizione riteniamo di poter concludere che, grazie alla qualità dei mezzi produttivi a disposizione delle officine ed ai criteri seguiti nell'impostazione dei cicli di lavorazione e nell'esecuzione dei controlli, i nostri servizi sono in grado di garantire, per qualsiasi applicazione, un prodotto pienamente rispondente all'impiego al quale è destinato, ed in grado di soddisfare anche le più complesse esigenze che lo sviluppo della tecnica impone nella costruzione di macchine sempre più avanzate.





CENTRO  
STORICO  
FIAT

Pubblicazione trimestrale - Direttore Responsabile: Dott. Ing. GIOVANNI GORIA  
Registrato al Tribunale di Casale Monferrato in data 16 Marzo 1955 con il N. 49



FIAT OM  
44155