FIAT

# costituzione e funzionamento degli

# AUTOVEICOLI

FIAT

DIREZIONE ASSISTENZA TECNICA

# costituzione e funzionamento degli autoveicoli

edizioni tecniche del "SERVIZIO FIAT"

PROPRIETÀ LETTERARIA ED ARTISTICA
DELLA S. p. A. FIAT

●

È vietata la riproduzione
anche parziale del testo e delle illustrazioni

PRINTED IN ITALY

FIAT DIREZIONE ASSISTENZA TECNICA
Stampato n. 2486 - Normale n. 502.481 - 4.000 - III 1970

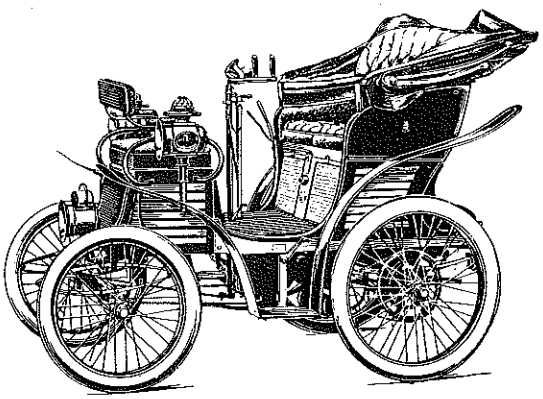
Poligrafico ROGGERO & TORTIA
Via Frejus, 5 - Beinasco-Torino

Con questa pubblicazione, destinata a coloro che desiderano formarsi una preparazione teorica nel campo automobilistico, il « Servizio Fiat » si è proposto di divulgare i principi fondamentali per la conoscenza della struttura e del funzionamento delle autovetture e dei veicoli industriali.

Le nozioni elementari contenute in queste pagine, esposte in forma piana e di facile comprensione, costituiscono un avviamento allo studio più approfondito della tecnica automobilistica.

**Vetture Fiat in prova sulla pista di Mirafiori.**

# breve storia dell'automobile



La vettura Fiat del 1899

La parola « automobile » è comparsa verso la fine del secolo XIX e si è diffusa rapidamente per indicare il nuovo mezzo che modificava sostanzialmente le condizioni dei trasporti ed offriva all'umanità un senso superiore di civiltà.

Con l'invenzione della macchina a vapore era stato possibile sostituire la trazione animale in molti lavori ed anche lo sforzo umano veniva alleggerito in diverse prestazioni. Ma la macchina a vapore non poteva avere pratiche applicazioni su veicoli destinati al trasporto stradale di persone e di merci; perciò occorreva realizzare un tipo di motore non eccessivamente pesante e funzionante con un combustibile facile da trasportare e di buon rendimento. Si sono eseguiti allora degli studi approfonditi e molte esperienze pratiche ebbero luogo per ottenere dei motori adatti alla trazione dei veicoli su strada.

Fin dal 1771 Cugnot costruì il primo carro a vapore che percorse le strade di Parigi a 3 km/ora. Altri veicoli del genere furono costruiti nel tempo che va fino alla metà del secolo scorso, ma con risultati poco apprezzabili.

Nel 1854 il padre scolopio Eugenio Barsanti ed il fisico Felice Matteucci inventarono, costruirono e brevettarono il primo motore a combustione interna. Questo motore funzionava a gas illuminante ed il movimento all'albero motore era trasmesso dallo stantuffo per mezzo di una cremagliera ed un rocchetto ad arpionismo. Lo stantuffo lanciato in alto dallo scoppio agiva sull'albero, solo nella corsa di ritorno, per azione del suo peso e della depressione creatasi nel cilindro in seguito al moto di ascesa precedente.

Nel 1880 un francese, Beau de Rochas, ed un tedesco, Otto, inventarono, senza che l'uno fosse a conoscenza di quanto faceva l'altro, il motore a combustione interna con funzionamento a ciclo a quattro tempi.

L'invenzione permise a Benz e Daimler (tedeschi) di costruire i primi motori, alimentati a petrolio, che furono montati sulle automobili.

Nel periodo dal 1880 al 1900 l'automobile ebbe un discreto sviluppo con notevoli perfezionamenti ed anche in Italia, dove le fabbriche non tardarono a costruire le loro prime vetture, si manifestò la tendenza ad un senso di praticità non disgiunta da eleganza, nella macchina destinata allora, dato l'elevato costo di fabbricazione, ad una ristretta clientela.

La Fiat (che allora era chiamata Fabbrica Italiana Automobili Torino), fin dalla sua fondazione, nel 1899, si preoccupò che le sue vetture avessero una bella estetica e che il motore ed i vari organi fossero robusti e funzionali.

L'avvedutezza, la serietà e le capacità tecniche dei primi animatori della Fiat contribuirono al trionfo dell'automobile in Italia fin dal 1900.

Osservando la produzione automobilistica fino allo scoppio della prima guerra mondiale (1914) si notano grandi progressi. Le corse automobilistiche di questo periodo, nelle quali si impose anche la Fiat, servirono moltissimo al perfezionamento degli organi meccanici. Le carrozzerie non mancarono di rendere più confortevole l'abitabilità e di curare l'eleganza delle vetture.

La guerra del 1914-18 richiese ai costruttori di autoveicoli uno sforzo non indifferente per dotare gli eserciti di mezzi motorizzati adatti a tutti gli impieghi, dalle vetture alle ambulanze, agli autocarri, ai trattori, ai carri armati, ecc.

Finita la guerra, con l'esperienza acquisita, gli accorgimenti tecnici adottati e una produzione fortemente aumentata, le fabbriche automobilistiche hanno potuto ridurre i prezzi delle vetture e dei veicoli industriali e incrementare così la diffusione della motorizzazione che oggi è considerata come simbolo di benessere di un paese.

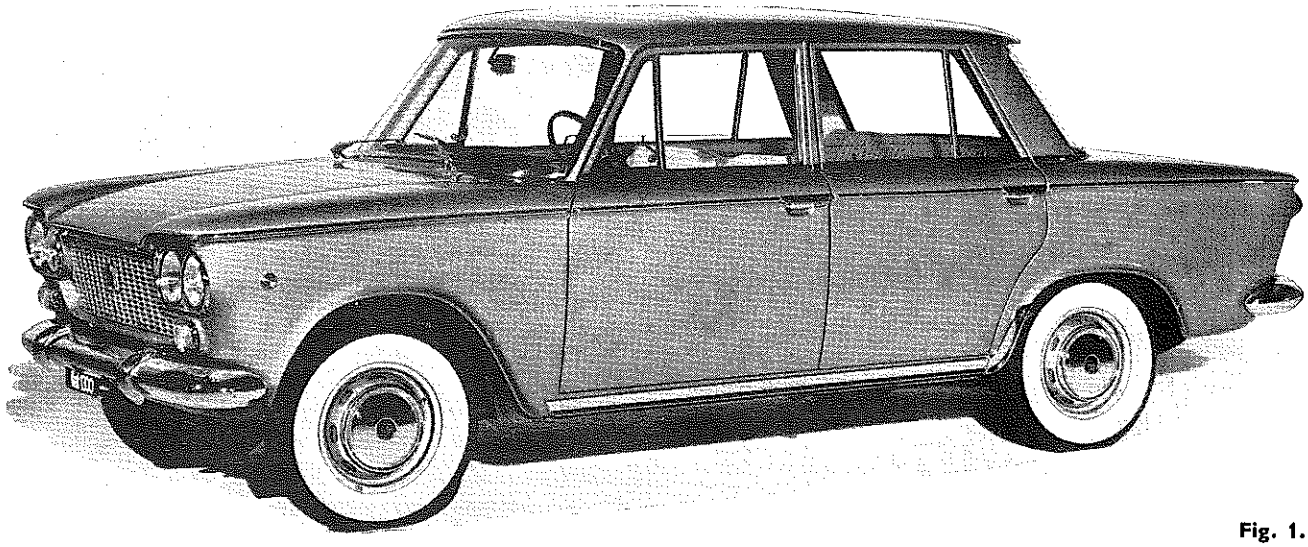


**Fig. 1.**
**Autovettura Fiat modd. 1300-1500.**

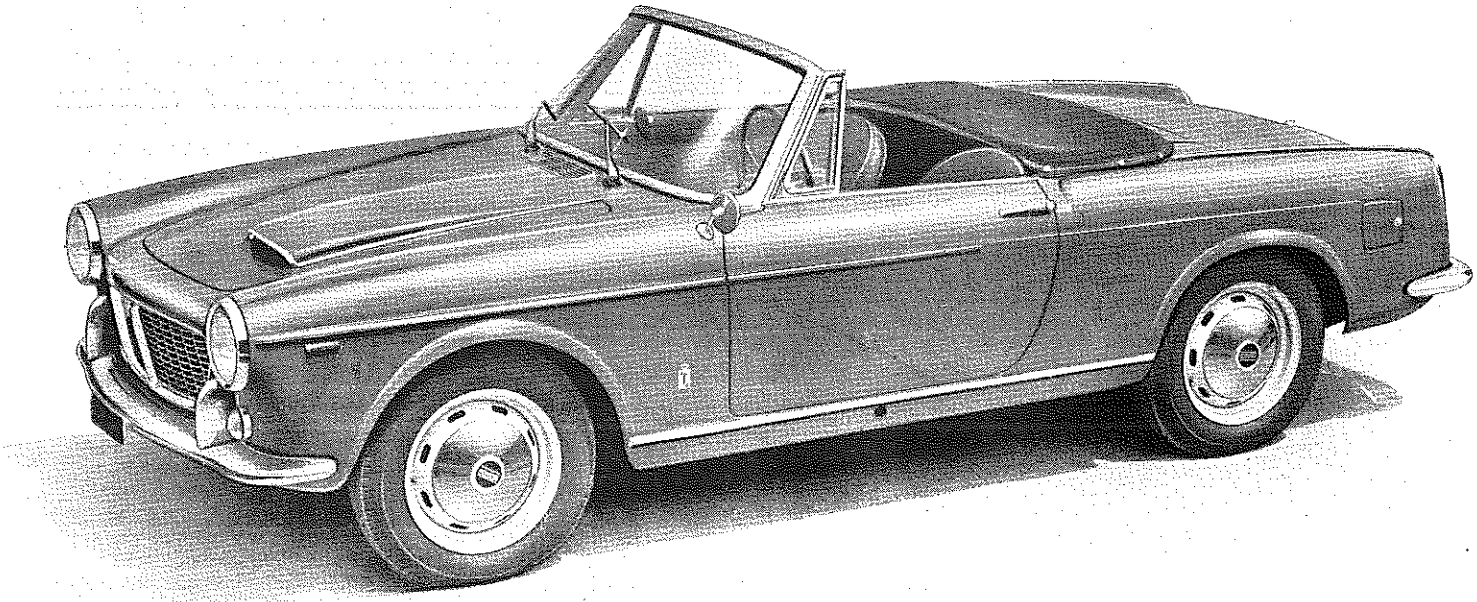


**Fig. 2.**
**Autovettura Fiat Cabriolet 1600 S.**

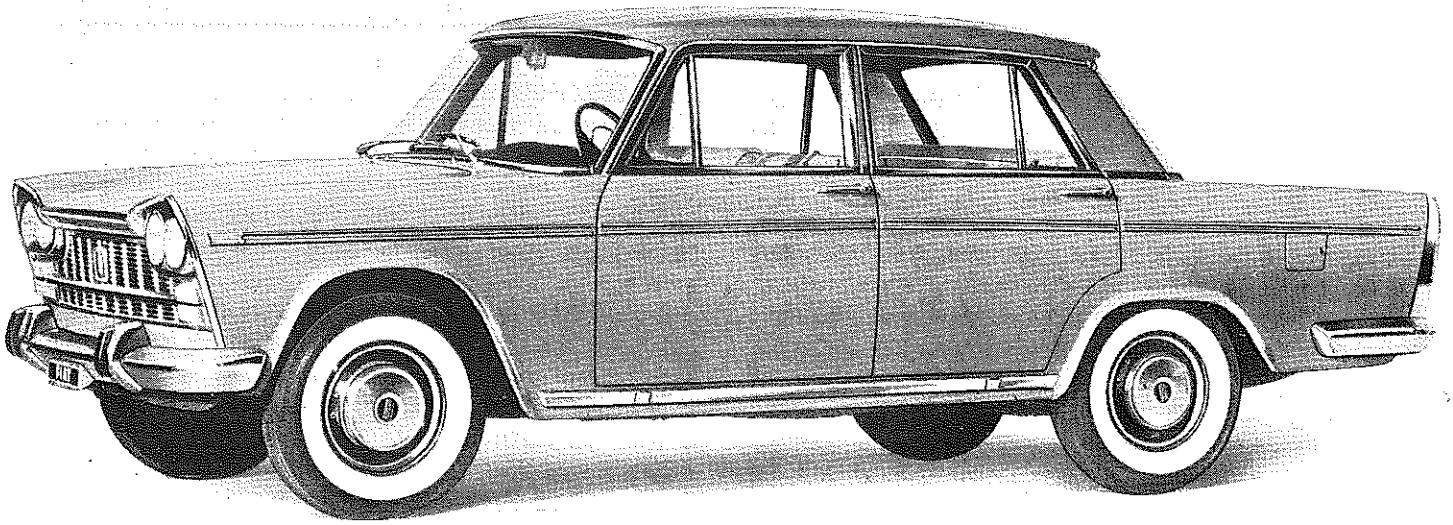


**Fig. 3.**
**Autovettura Fiat mod. 2300.**

# INTRODUZIONE

Per **autoveicolo** s'intende qualsiasi veicolo che si muova con mezzi propri, senza l'ausilio di rotaie.

Gli autoveicoli si suddividono in due grandi gruppi:

— autovetture,

— autoveicoli industriali.

Le **autovetture** sono destinate esclusivamente al trasporto di persone e sono normalmente azionate da motori a carburazione.

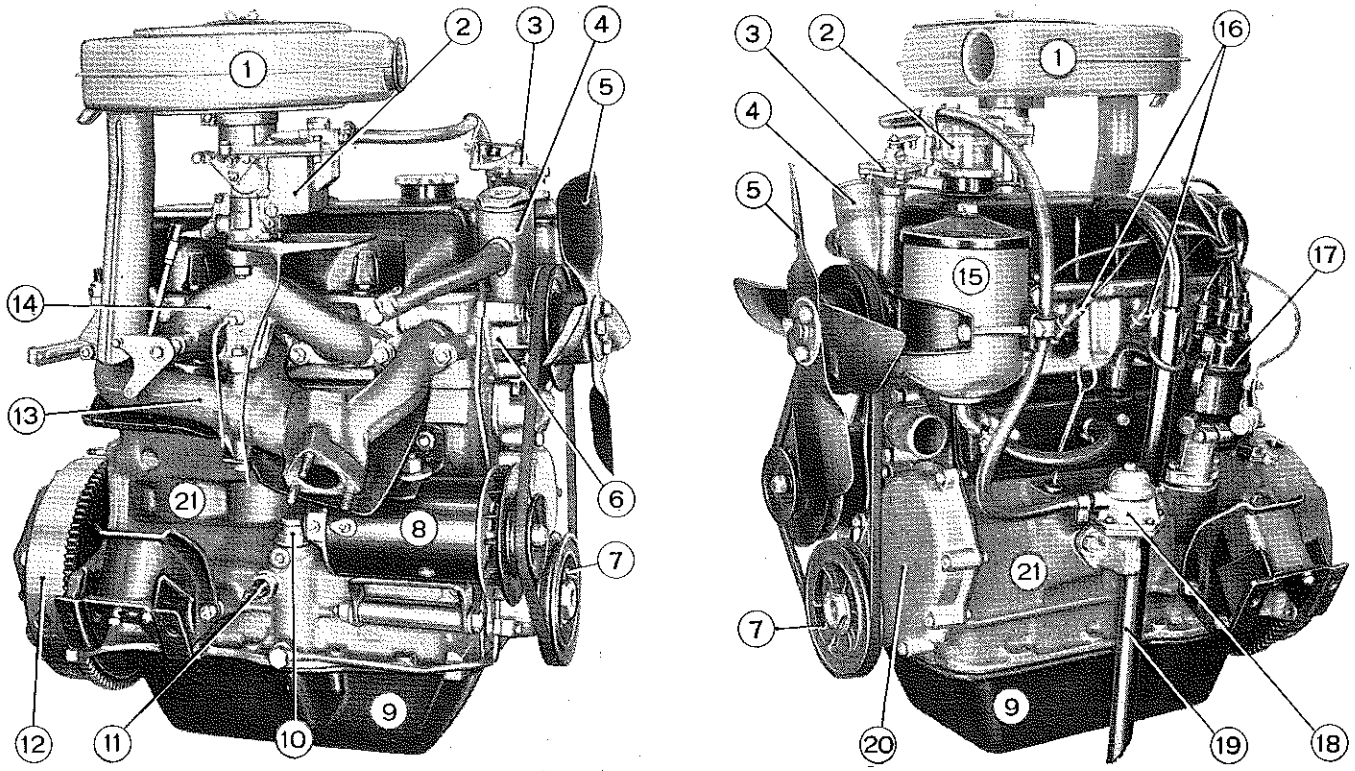
Gli **autoveicoli industriali** sono destinati al trasporto merci (autocarri) ed al trasporto persone (autobus) e sono azionati da motori a carburazione e a ciclo Diesel.

I motori a carburazione e quelli a ciclo Diesel sono chiamati **motori endotermici** od a combustione interna. Essi trasformano in lavoro il calore ottenuto bruciando delle sostanze combustibili.

Per la **trasmissione** del movimento di rotazione del motore alle ruote sono necessari degli organi meccanici: l'innesto a frizione, il cambio di velocità, l'albero di trasmissione, la coppia di trasmissione, il differenziale ed i relativi alberi delle ruote.

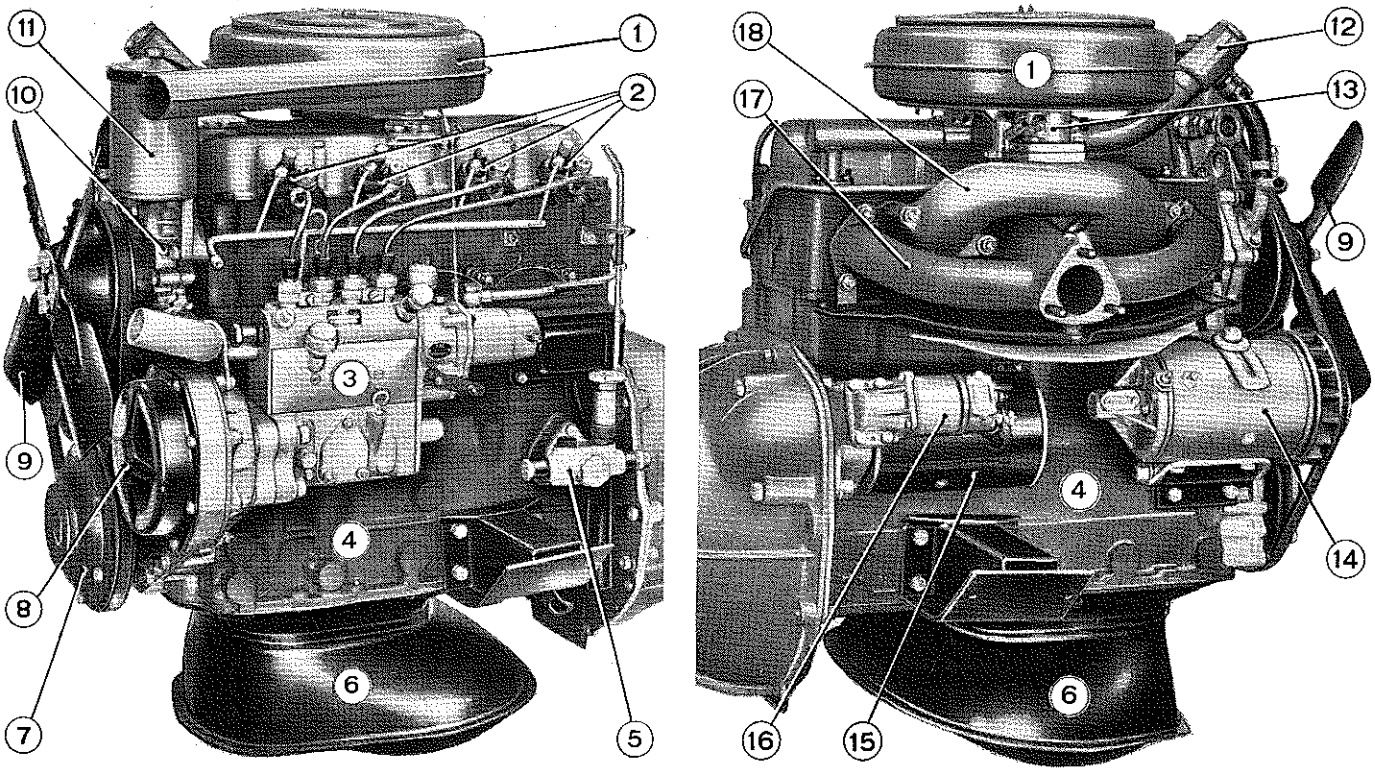
Gli autoveicoli possono essere a trazione anteriore od a trazione posteriore, a seconda che le **ruote motrici** siano quelle anteriori o quelle posteriori.

Oltre che della sorgente di energia e degli organi di trasmissione del moto, ogni autoveicolo è dotato di organi di guida, di frenatura e di sospensione, di un impianto elettrico e della carrozzeria.




**Figg. 6 e 7 - Motore a carburazione montato sulla vettura Fiat mod. 1100 D.**

1. Depuratore aria. - 2. Carburatore. - 3. Rubinetto acqua calda riscaldamento. - 4. Termostato. - 5. Ventilatore. - 6. Pompa acqua. - 7. Puleggia comando ventilatore e dinamo. - 8. Dinamo. - 9. Coppa olio. - 10. Filtro olio. - 11. Indicatore pressione olio. - 12. Volano motore. - 13. Collettore di scarico. - 14. Collettore d'aspirazione. - 15. Filtro olio in derivazione. - 16. Candele d'accensione. - 17. Distributore d'accensione. - 18. Pompa aspirazione benzina. - 19. Sfiatatoio. - 20. Coperchio ingranaggi distribuzione. - 21. Basamento motore.




**Figg. 8 e 9 - Motore ad iniezione montato sugli autocarri Fiat 1100 TN e 615 N.**

1. Depuratore aria. - 2. Iniettori. - 3. Pompa iniezione. - 4. Basamento motore. - 5. Pompa alimentazione combustibile. - 6. Coppa olio. - 7. Puleggia comando ventilatore e dinamo. - 8. Coperchio ingranaggi distribuzione. - 9. Ventilatore. - 10. Pompa acqua. - 11. Filtro olio. - 12. Termostato. - 13. Diffusore aria alimentazione. - 14. Dinamo. - 15. Motorino avviamento. - 16. Elettromagnete del motorino avviamento. - 17. Collettore di scarico. - 18. Collettore di aspirazione.

# MOTORI ENDOTERMICI

## (Motori a combustione interna)

### GENERALITÀ

I motori **termici** sono macchine aventi lo scopo di trasformare in lavoro la maggior quantità possibile del calore ottenuto bruciando delle sostanze combustibili.

Il lavoro prodotto dal motore è materialmente eseguito da un **fluido**, il quale agisce con la sua pressione contro lo **stantuffo** delle macchine alternative o nel caso delle turbine, per impulso, contro le pale delle stesse.

La definizione di « **motori a combustione interna** » od anche « **endotermici** » significa che si tratta di motori termici nei quali la combustione avviene unicamente in seno a questo **fluido attivo**, del quale vengono a fare parte anche i prodotti della combustione.

I motori a **combustione interna** per applicazioni automobilistiche si possono classificare nelle seguenti due categorie:

a) **motori a carburazione;**

b) **motori ad iniezione.**

Nei **motori a carburazione** il combustibile viene mescolato con la quantità di aria necessaria per la combustione, fuori della camera del cilindro. Si forma così una **miscela combustibile** di aria e carburante, che viene quindi aspirata nel cilindro dal movimento dello stantuffo. Alla miscela combustibile l'accensione viene comunicata nell'istante voluto per mezzo di una **scintilla elettrica.**

Nei **motori ad iniezione** il combustibile viene iniettato direttamente dentro la camera del cilindro nell'istante in cui deve verificarsi l'accensione e la combustione. L'accensione è provocata dall'elevata temperatura dell'aria contenuta nel cilindro, temperatura raggiunta mediante una forte compressione dell'aria stessa per mezzo dello stantuffo.

È da rilevare che questa classificazione tradizionale non risulta più oggi sufficientemente netta, in quanto, mentre il sistema di immissione del combustibile mediante iniezione è adottato su tutti i motori ad accensione spontanea, il sistema a carburazione, in qualche caso per ora limitato a motori speciali, può essere sostituito con il sistema ad iniezione.

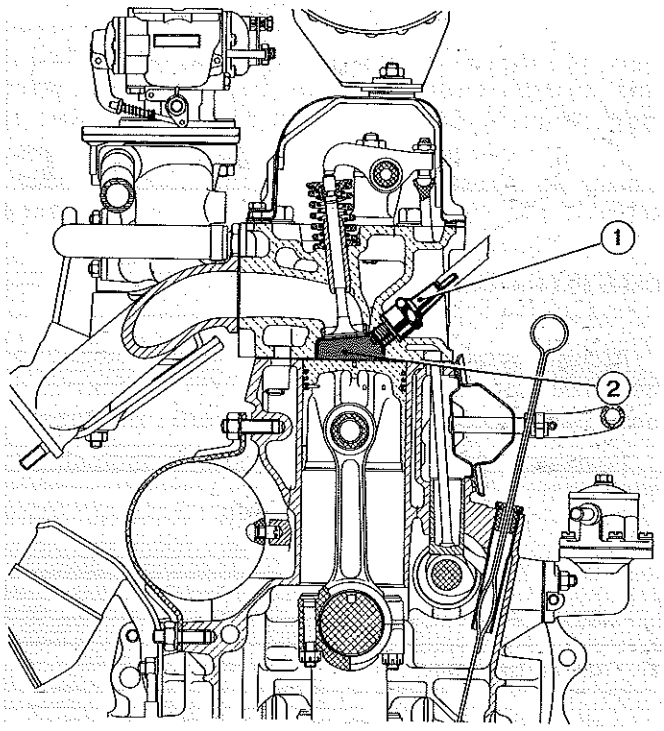



**Fig. 10 - Motore a carburazione con accensione per mezzo di una scintilla.**

1. Candela d'accensione. - 2. Camera di scoppio.

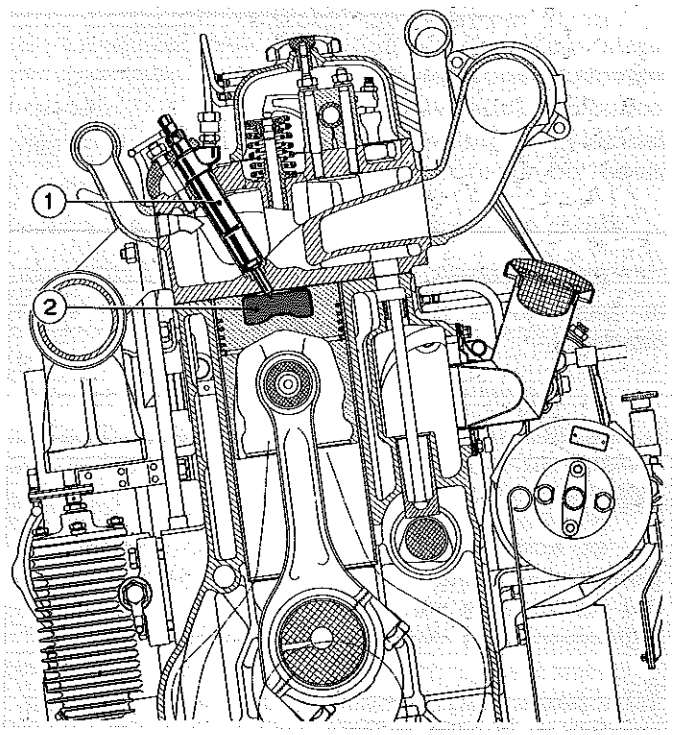



**Fig. 11 - Motore ad iniezione con accensione spontanea.**

1. Iniettore del combustibile. - 2. Camera di combustione.

In base al diverso sistema di accensione sopra esposto, i motori a combustione interna possono anche suddividersi in:

a) **motori ad accensione per scintilla;**

b) **motori ad accensione spontanea.**

Inoltre i motori a combustione interna, nei quali il moto rettilineo alternato dallo stantuffo si trasforma in moto rotativo, possono ancora suddividersi, a seconda del numero di corse impiegate a compiere il ciclo di lavoro, in:

a) **motori a quattro tempi;**

b) **motori a due tempi.**

# MOTORI A CARBURAZIONE

## COSTITUZIONE

Alcuni organi del motore sono comuni a qualsiasi tipo di motore a combustione interna e ne costituiscono pertanto le parti principali.

Possiamo definire come organi principali di un motore a carburazione:

a) il **cilindro motore** con la **testa cilindro;**

b) lo **stantuffo;**

c) la **biella;**

d) l'**albero motore** o **albero manovella;**

e) il **volano motore;**

f) il **basamento motore;**

g) il **sistema di distribuzione** della miscela carburata nel cilindro, comprendente le valvole (aspirazione e scarico), i bilancieri di comando delle valvole, le aste di comando bilancieri, le punterie e l'albero della distribuzione od albero ad eccentrici;

h) il **carburatore** con il filtro aria;

i) il **sistema di accensione**, comprendente la batteria, il rocchetto, il distributore e le candele;

l) il **sistema di avviamento**, comprendente il motorino di avviamento, capace di far ruotare l'albero motore, sino a quando il motore si sia avviato e funzioni regolarmente;

m) **accessori**, quali la pompa dell'olio, la pompa dell'acqua, la pompa per l'alimentazione del carburante al carburatore, la dinamo o l'alternatore, il ventilatore ecc.

La parte fondamentale di un motore a carburazione è il **cilindro**, la cui parte superiore è ermeticamente chiusa per mezzo della **testa cilindro.**

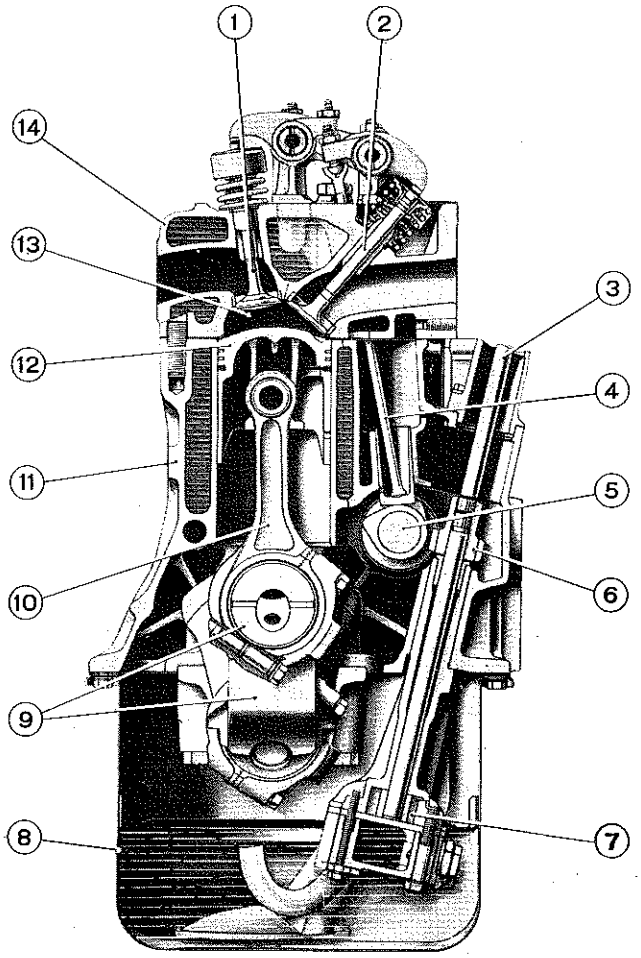



**Fig. 12 - Particolare della sezione trasversale di un motore a carburazione.**

1. Valvola di scarico. - 2. Valvola di aspirazione. - 3. Alberino comando distributore accensione. - 4. Asta comando bilancere. - 5. Albero distribuzione. - 6. Ingranaggio comando pompa olio e distributore accensione. - 7. Pompa olio. - 8. Coppa olio. - 9. Albero manovella. - 10. Biella. - 11. Gruppo cilindri. - 12. Stantuffo. 13. Camera di scoppio. - 14. Testa cilindri.

Nella testa cilindri sono sistemate, quando il motore è a valvole in testa, le **valvole di aspirazione e di scarico**, delle quali la prima serve ad introdurre nell'interno del cilindro la miscela combustibile (aria e combustibile), e la seconda per espellere dal cilindro i gas combusti.

Nel motore a valvole laterali (ormai poco impiegato), tanto le valvole di aspirazione che di scarico sono invece situate sul cilindro.

Nel cilindro scorre lo **stantuffo,** che compie spostamenti alternativi lungo l'asse del cilindro stesso.

Lo stantuffo è munito di **anelli elastici di tenuta,** i quali servono a garantire la perfetta tenuta tra la superficie laterale dello stantuffo e quella del cilindro e ad impedire, pertanto, che la pressione agente sulla testa dello stantuffo sfugga lateralmente e passi sotto allo stantuffo stesso.

La **biella**, munita di cuscinetti o boccole alle due estremità, costituisce l'organo di collegamento tra lo stantuffo e l'albero motore. Ad una estremità la biella è collegata allo stantuffo per mezzo del **perno stantuffo** ed all'estremità opposta è collegata ad una **manovella** dell'albero motore.

L'**albero motore** ruota supportato da appositi **cuscinetti di banco** montati nel basamento motore.

Il **basamento motore** costituisce l'ossatura del motore ed è destinato a supportare tutti i vari organi. Alla parte inferiore del basamento è collegata la **coppa olio**, che contiene l'olio lubrificante del motore non in circolazione.

Quando lo stantuffo giunge, durante la sua corsa, nel punto più vicino alla testa cilindri, tra la testa stessa e lo stantuffo esiste sempre, per costruzione, ancora uno spazio libero.

Tale spazio viene definito **camera di combustione.**

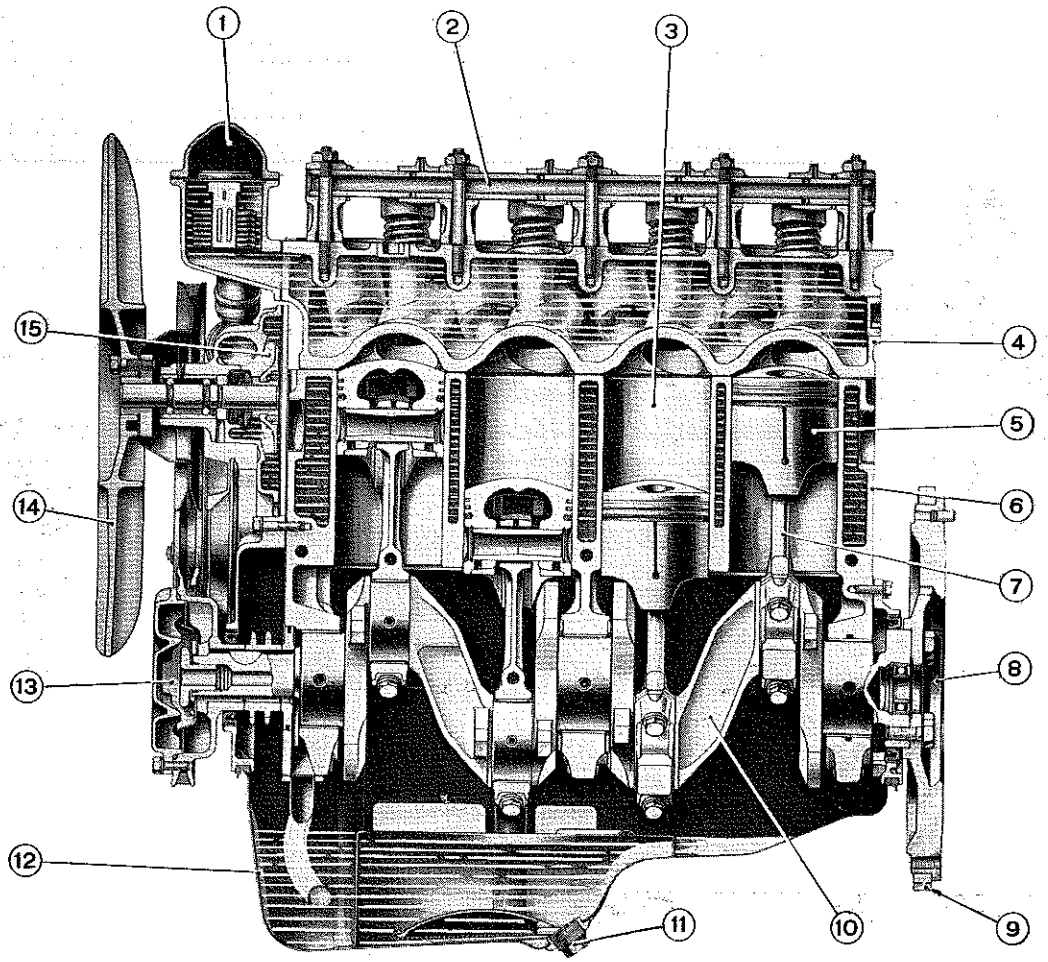



**Fig. 13 - Sezione longitudinale di un motore a carburazione (montato sulle vetture mod. 1300).**

1. Termostato. - 2. Asse porta bilanceri. - 3. Canna cilindro. - 4. Testa cilindri. - 5. Stantuffo. - 6. Gruppo cilindri. - 7. Biella. - 8. Volano motore. - 9. Corona dentata per avviamento. - 10. Albero manovella. - 11. Tappo coppa olio. - 12. Coppa olio. - 13. Filtro centrifugo olio. - 14. Ventilatore. - 15. Pompa d'acqua.

Nel moto alterno dello stantuffo si possono definire due punti caratteristici detti « **punti morti** ».

Il **punto morto superiore** è rappresentato dal **punto più vicino alla testa cilindri,** raggiunto durante il moto alterno dello stantuffo. Viene indicato in forma abbreviativa con la sigla « **P.M.S.**».

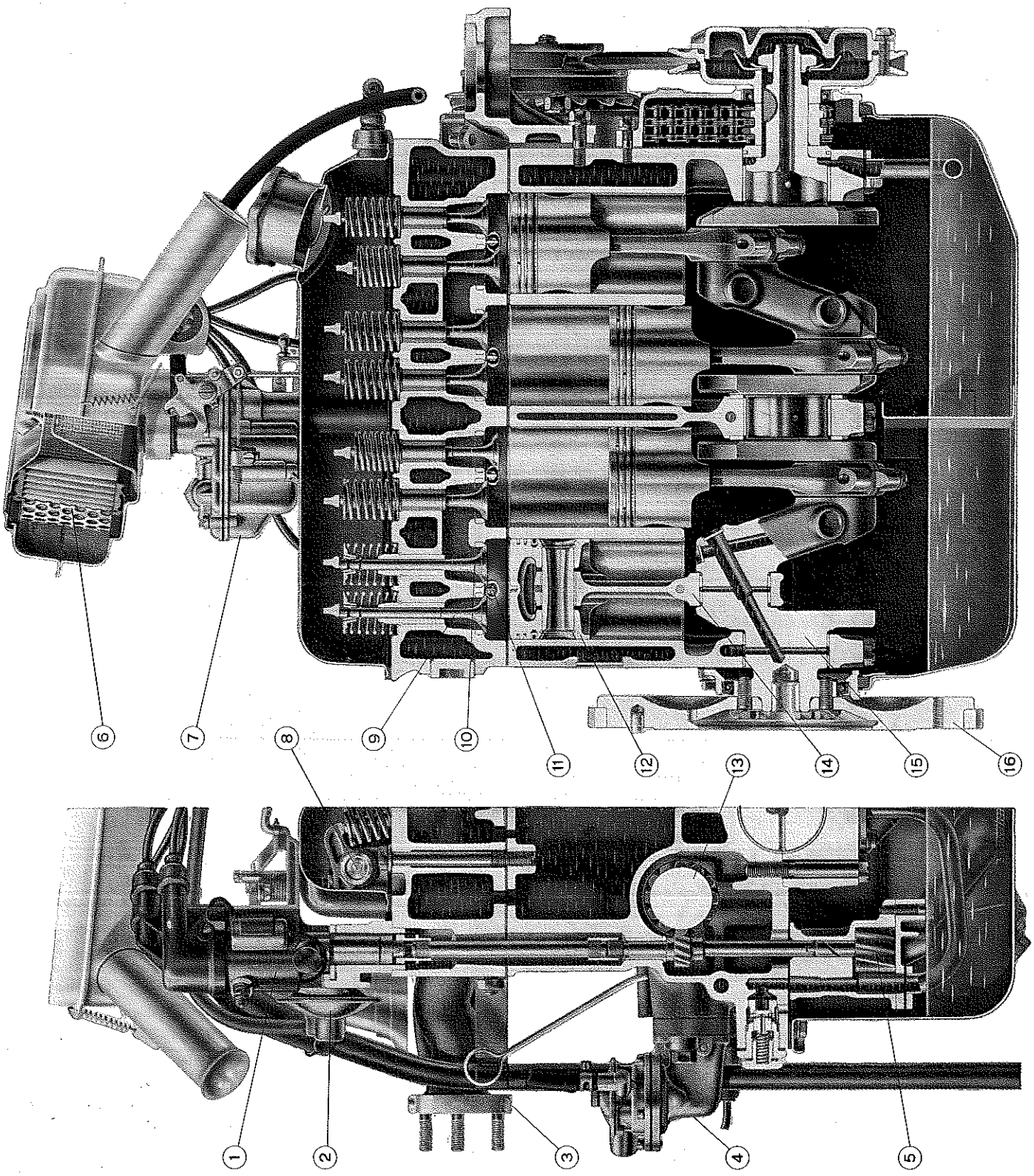



**Fig. 14.**
**Sezioni del motore montato sulla vettura Fiat mod. 600 D.**

1. Distributore d'accensione. - 2. Correttore anticipo a depressione. - 3. Collettore scarico. - 4. Pompa alimentazione. - 5. Pompa olio. - 6. Filtro aria. - 7. Carburatore. - 8. Albero porta bilancieri. - 9. Valvola scarico. - 10. Valvola aspirazione. - 11. Candela d'accensione. - 12. Stantuffo. - 13. Albero distribuzione. - 14. Biella. - 15. Albero motore. - 16. Volano motore.

Il **punto morto inferiore** è rappresentato dal **punto più lontano dalla testa cilindri**, raggiunto durante il moto alterno dello stantuffo. Detto punto viene indicato in forma abbreviativa con la sigla « **P.M.I.** ».

I due punti morti superiore ed inferiore definiscono, con la distanza che intercorre fra loro, la **corsa** dello stantuffo.

Il movimento di apertura o chiusura delle valvole di aspirazione e scarico è comandato, per mezzo di un **sistema di distribuzione**, direttamente dall'albero motore.

Le figure 12, 13 e 14 illustrano le sezioni principali di motori FIAT, a carburazione, a quattro tempi.

I motori montati sugli autoveicoli sono a 2, a 4 od a 6 cilindri.

In questi motori i cilindri ed il basamento sono fusi in un blocco unico che viene denominato **blocco cilindri.**

## MOTORE A CARBURAZIONE A QUATTRO TEMPI

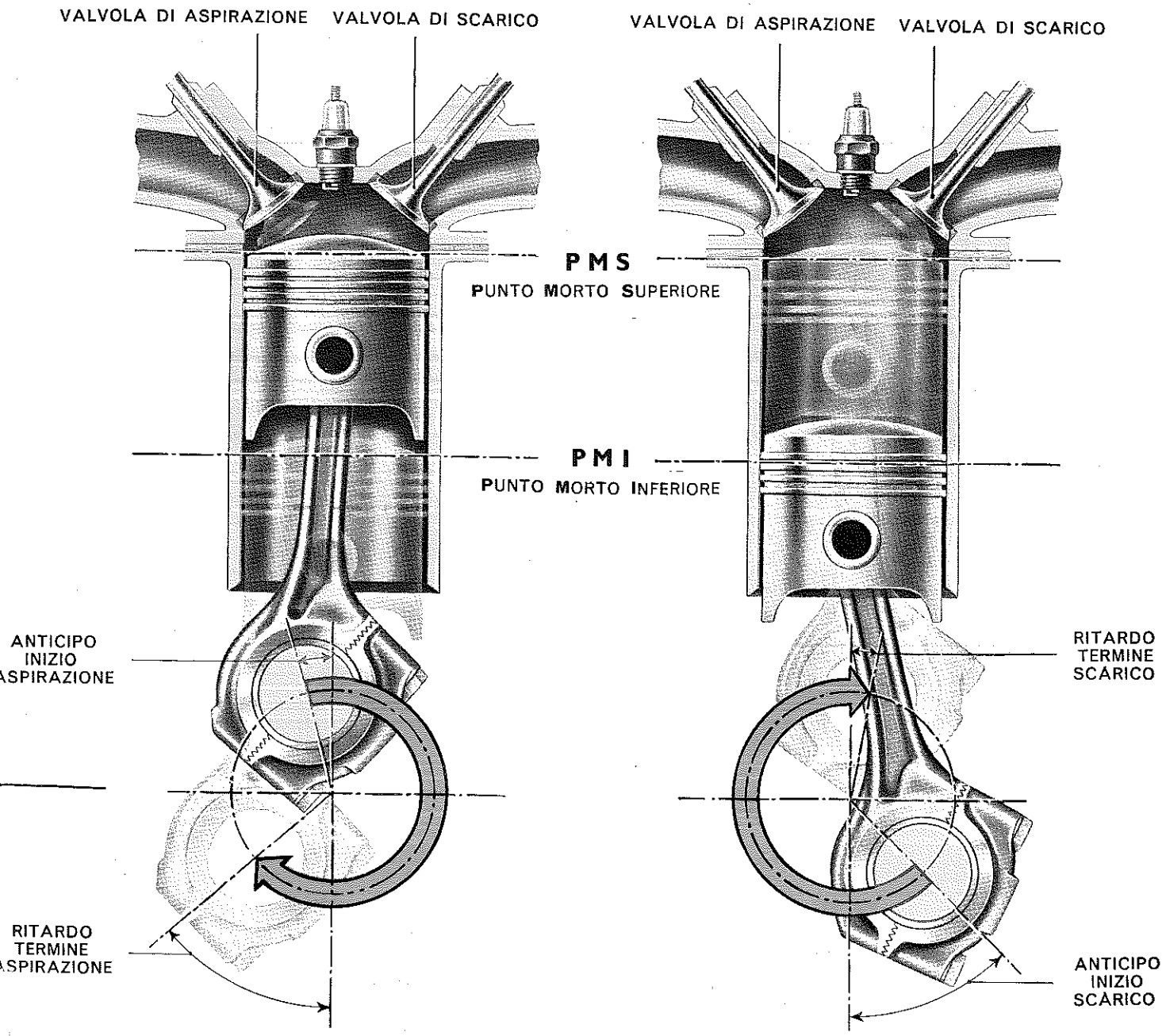



**Fig. 15 - Posizioni della manovella e dello stantuffo corrispondenti all'inizio e alla fine della fase di aspirazione.**

**Fig. 16 - Posizioni della manovella e dello stantuffo corrispondenti all'inizio e alla fine della fase di scarico.**

# CICLO DI FUNZIONAMENTO MOTORE

VALVOLA ASPIRAZIONE APERTA VALVOLA SCARICO CHIUSA

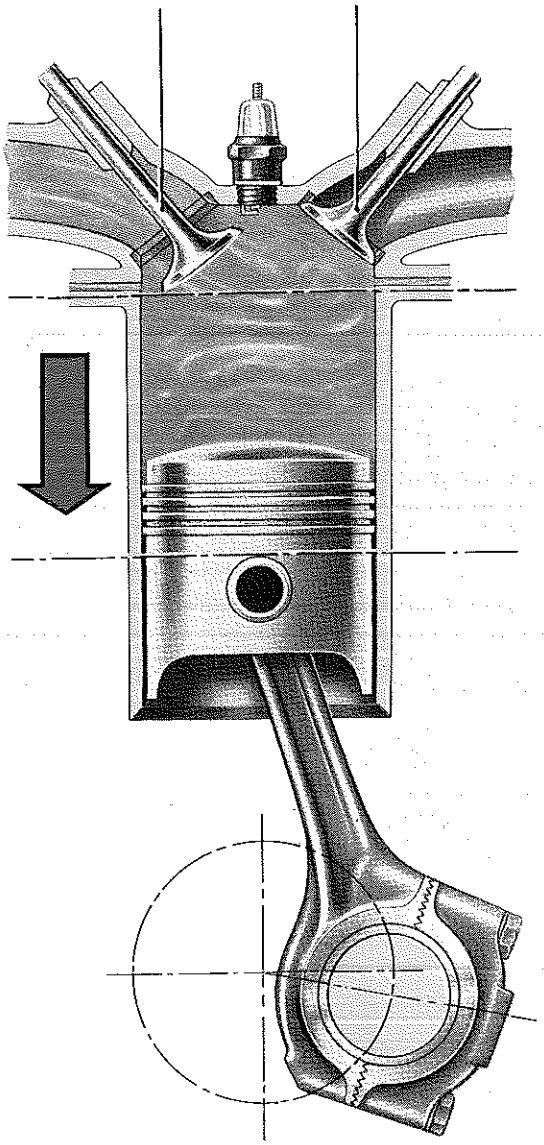


Fig. 17.

**PRIMA FASE:**

Aspirazione nel cilindro della miscela carburata durante la corsa di discesa dello stantuffo.

VALVOLE DI ASPIRAZIONE E SCARICO CHIUSE

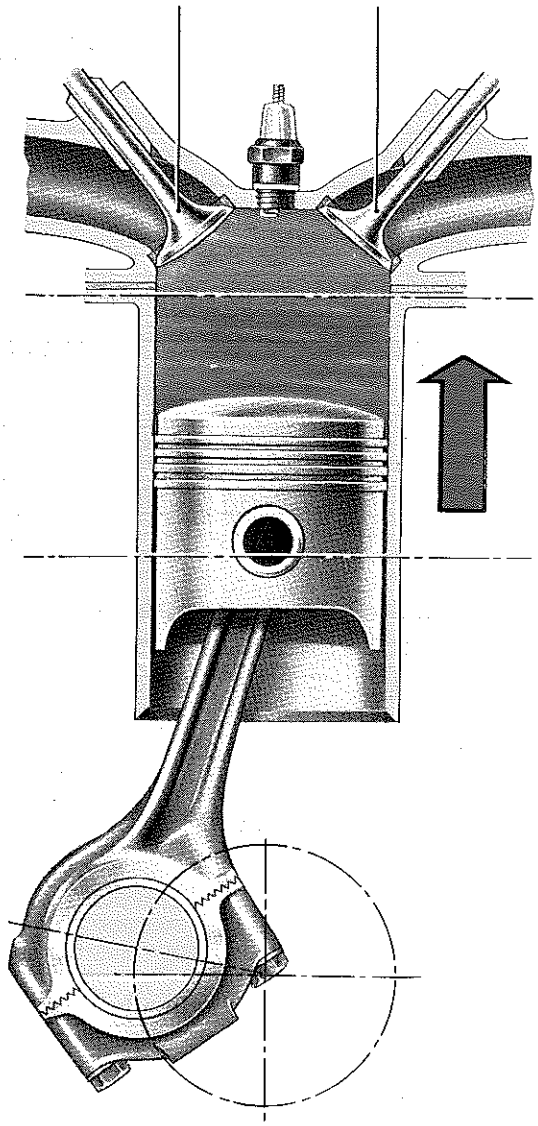


Fig. 18.

**SECONDA FASE:**

Compressione della miscela aspirata durante la corsa verso l'alto dello stantuffo.

# A CARBURAZIONE A QUATTRO TEMPI

VALVOLE ASPIRAZIONE E SCARICO CHIUSE

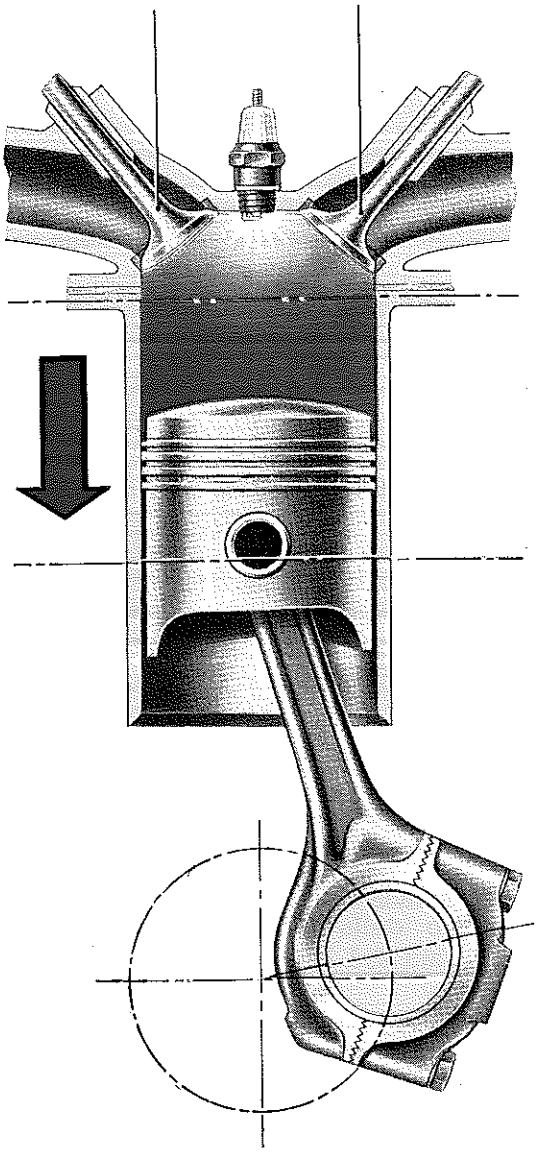


**Fig. 19.**

**TERZA FASE:**

Accensione ed espansione dei gas durante la corsa di discesa dello stantuffo.

VALVOLA ASPIRAZIONE CHIUSA VALVOLA SCARICO APERTA

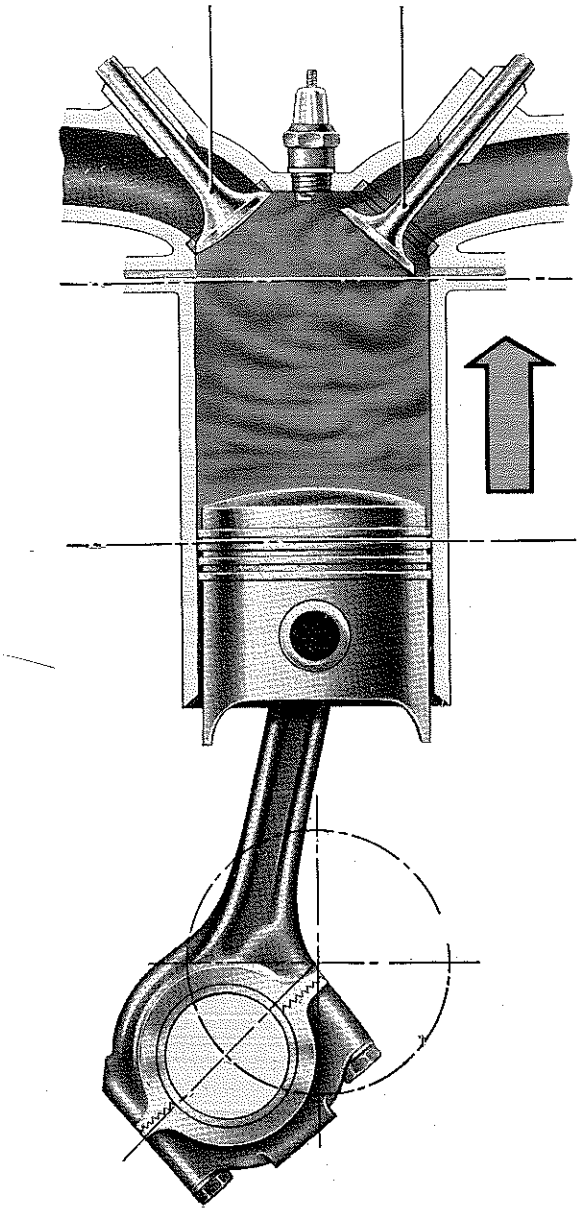


**Fig. 20.**

**QUARTA FASE:**

Scarico all'esterno dei gas combusti durante la corsa verso l'alto dello stantuffo.

### CICLO DI FUNZIONAMENTO

**Per ciclo di funzionamento s'intende la successione delle operazioni che il fluido attivo compie nel cilindro e ripete costantemente con legge periodica.**

La durata del ciclo di funzionamento permette di stabilire una ulteriore suddivisione dei motori a carburazione nelle due classi:

a) **motori a 4 tempi;**

b) **motori a 2 tempi.**

Nei motori a 4 tempi sono necessari due giri dell'albero, corrispondenti a 4 corse dello stantuffo, per compiere un ciclo completo; nei motori a 2 tempi sono necessarie 2 sole corse dello stantuffo, ossia un giro dell'albero, per compiere un ciclo completo.

# Motore a quattro tempi

### CICLO DI FUNZIONAMENTO

Il ciclo di funzionamento di un motore a 4 tempi, comprende le 4 fasi seguenti:

1) **Aspirazione** nel cilindro motore della quantità di miscela combustibile necessaria a compiere un ciclo di funzionamento (fig. 17).

2) **Compressione** della miscela (fig. 18).

3) **Combustione** della miscela ed **espansione** dei gas (fig. 19).

4) **Scarico** dei gas combusti (fig. 20).

*1ª Fase:* **Aspirazione.**

Lo stantuffo inizia la sua corsa discendente partendo dal punto morto superiore (P.M.S.); la valvola di aspirazione si apre e la miscela gassosa composta di aria e carburante, proveniente dal carburatore, viene aspirata nel cilindro attraverso la valvola di aspirazione.

L'aspirazione della miscela nel cilindro è causata dalla depressione prodotta dallo stantuffo durante la sua corsa dal punto morto superiore al punto morto inferiore.

Allo scopo di consentire un migliore riempimento del cilindro, la valvola di aspirazione incomincia ad aprirsi praticamente con un leggero anticipo rispetto al P.M.S. e si chiude in ritardo dopo il P.M.I.

La valvola di scarico rimane, in questa fase, completamente chiusa.

*2ª Fase:* **Compressione.**

Lo stantuffo compie la sua corsa di ritorno dal basso verso l'alto (dal P.M.I. al P.M.S.). Poichè tanto la valvola di aspirazione quanto quella di scarico sono chiuse, la miscela carburante non ha alcuna via di uscita e quindi viene compressa dallo stantuffo nella **camera di combustione.**

Il valore massimo della compresione è raggiunto quando lo stantuffo si trova a fine della corsa ascendente e precisamente al punto morto superiore. In tale istante il volume della miscela carburante è quello della camera di combustione.

Durante la fase di compressione la miscela carburante subisce un notevole aumento di temperatura, causato dalla compressione stessa, aumento che è ancora maggiorato dal calore trasmesso dalle pareti del cilindro. Questo aumento di temperatura deve essere comunque tale da non raggiungere la **temperatura di accensione spontanea** o autoaccensione della miscela, poichè in questo caso si provocherebbero seri inconvenienti nel funzionamento del motore, che verranno esaminati in un capitolo a parte.

*3ª Fase:* **Combustione ed espansione.**

Poco prima che lo stantuffo giunga al punto morto superiore, la miscela carburante, compressa e riscaldata nella camera di combustione, viene infiammata per mezzo di una scintilla elettrica. Tale scintilla provoca una rapida combustione della miscela, con conseguente repentino innalzamento della temperatura e della pressione, causato dal calore sviluppato nella combustione.

L'aumento istantaneo di pressione agisce violentemente sulla testa dello stantuffo, spingendo lo stesso verso il basso e facendogli compiere la corsa dal punto morto superiore al punto morto inferiore. Le valvole rimangono chiuse per tutta la durata di questa fase.

Questa corsa dello stantuffo dal P.M.S. al P.M.I. consente l'espansione dei gas combusti e produce lavoro. È questa la **fase attiva** del ciclo.

*4ª Fase:* **Scarico dei gas combusti.**

Poco prima che lo stantuffo abbia terminata la sua corsa di lavoro e sia giunto al P.M.I., la valvola di scarico si apre e i gas combusti, che posseggono ancora una certa pressione, incominciano a scaricarsi verso l'atmosfera esterna.

Nella corsa di ritorno dello stantuffo dal P.M.I. al P.M.S., avviene l'espulsione completa dei gas combusti dal cilindro, attraverso la valvola di scarico.

Al termine della corsa, poco prima che lo stantuffo si trovi al punto morto superiore, si riapre la valvola di aspirazione, si chiude quella di scarico ed inizia nuovamente un altro ciclo di funzionamento del tutto identico a quello ora descritto.

Terminata la fase di scarico, l'albero motore ha compiuto, rispetto all'inizio della 1ª fase di aspirazione, due giri completi. Ogni due giri dell'albero motore si compie, pertanto, un ciclo completo di funzionamento.

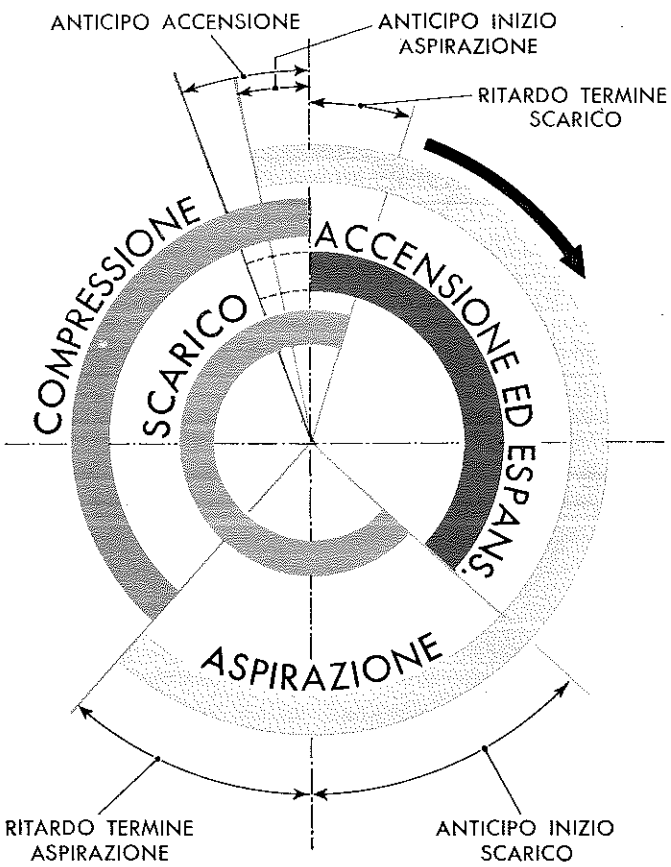



**Fig. 21 - Diagramma del ciclo pratico di funzionamento di un motore a carburazione a quattro tempi.**

## REALIZZAZIONE PRATICA DEL CICLO DI FUNZIONAMENTO

Come precedentemente accennato, sono necessari due giri completi dell'albero motore per compiere un ciclo completo di funzionamento; due giri che corrispondono a quattro corse dello stantuffo o fasi del ciclo.

In una sola delle quattro fasi di un ciclo viene compiuto del lavoro utile e precisamente nella **terza fase** (combustione ed espansione). Questa fase è definita **attiva**, mentre in contrapposto le altre tre fasi (aspirazione, compressione, scarico) vengono definite **passive,** dato che durante le medesime non viene prodotto lavoro utile.

Per questo fatto, in un motore a combustione interna si dovrà sempre avere una energia capace di fargli compiere le tre fasi passive.

Tale energia viene fornita dal **volano** del motore, che ha lo scopo di immagazzinare, sotto forma di energia cinetica, una parte dell'energia motrice prodotta durante la fase attiva del ciclo di funzionamento e di restituirla nelle tre fasi passive, in modo da rendere quanto più possibile uniforme la rotazione dell'albero motore.

Teoricamente la **valvola di aspirazione**, in un motore a 4 tempi, si apre al P.M.S. e si chiude al P.M.I. della 1ª fase, mentre la **valvola di scarico** si apre al P.M.I. e si chiude al P.M.S. della 4ª fase.

In realtà ai punti di apertura e chiusura delle valvole di aspirazione e scarico vengono portate variazioni, allo scopo di migliorare il funzionamento delle singole fasi.

Poichè ad una determinata posizione dello stantuffo corrisponde sempre una ben definita posizione della manovella dell'albero motore, le variazioni nell'apertura e chiusura delle valvole possono essere misurate in **angoli di rotazione dell'albero motore** rispetto alla posizione della manovella nei punti morti.

Si possono pertanto definire i seguenti angoli:

a) **angolo di anticipo dell'apertura valvola di aspirazione** rispetto al P.M.S.;

b) **angolo di ritardo della chiusura valvola di aspirazione** rispetto al P.M.I.;

c) **angolo di anticipo dell'apertura valvola di scarico** rispetto al P.M.I.;

d) **angolo di ritardo della chiusura valvola di scarico** rispetto al P.M.S.

### Angolo di anticipo dell'apertura valvola di aspirazione rispetto al P.M.S.

Un anticipo rispetto al P.M.S. nell'apertura della valvola di aspirazione, fa trovare la stessa già aperta al P.M.S. quando lo stantuffo inizia il richiamo nel cilindro della miscela nella sua corsa discendente.

Questo anticipo è stato adottato per tenere conto dell'inerzia della valvola durante il suo movimento di alzata e per facilitare l'afflusso della miscela, allo scopo di ottenere un ottimo riempimento del cilindro.

Si ottiene così che la valvola ha già raggiunta la posizione di massima apertura quando lo stantuffo inizia la corsa discendente.

### Angolo di ritardo della chiusura valvola di aspirazione rispetto al P.M.I.

La chiusura della valvola di aspirazione e quindi il termine della fase di aspirazione, avviene quando lo stantuffo ha già oltrepassato il P.M.I. ed ha già iniziata la corsa ascendente.

Il valore dell'angolo di ritardo alla chiusura è assai maggiore che non quello di anticipo all'apertura; si posticipa infatti fortemente la chiusura della valvola di aspirazione perchè la miscela carburante possa continuare ad affluire nel cilindro, sfruttando l'inerzia provocata dall'alta velocità di afflusso attraverso i condotti e la depressione esistente nel cilindro al termine della corsa discendente dello stantuffo.

### Angolo di anticipo dell'apertura valvola di scarico rispetto al P.M.I.

L'apertura della valvola di scarico e quindi l'inizio della corrispondente fase di scarico dei gas combusti, avviene assai prima che lo stantuffo raggiunga il P.M.I. durante la corsa discendente, nella fase di espansione.

Si anticipa fortemente l'apertura della valvola di scarico rispetto al P.M.I. per sfruttare la pressione residua dei gas e favorirne lo scarico spontaneo, in modo che la pressione dei gas combusti all'inizio della corsa di salita dello stantuffo (scarico), scenda a valori poco superiori alla pressione atmosferica.

Si evita così che lo stantuffo incontri, durante la corsa di salita, una notevole pressione, che risulterebbe passiva, in quanto assorbirebbe del lavoro per essere vinta.

### Angolo di ritardo della chiusura valvola di scarico rispetto al P.M.S.

La chiusura della valvola di scarico e quindi il termine della corrispondente fase di scarico, avviene quando lo stantuffo ha già oltrepassato il P.M.S. ed ha iniziata la corsa discendente.

Questo ritardo alla chiusura della valvola di scarico favorisce lo svuotamento del cilindro, perchè i gas combusti posseggono, quando lo stantuffo ha superato il P.M.S., ancora una notevole velocità di efflusso che prolunga la loro fuoruscita dal cilindro.

Da quanto in precedenza descritto, risulta che al P.M.S. si trovano contemporaneamente aperte le valvole di aspirazione e di scarico. L'angolo durante il quale entrambe le valvole risultano aperte, si definisce **angolo di incrocio.**

Si potrebbe pensare che l'apertura contemporanea delle due valvole possa originare una entrata dei gas di scarico nel condotto di aspirazione; in pratica questo non avviene perchè durante l'angolo di incrocio si verificano piccole alzate delle valvole, mentre il flusso dei gas bruciati continua verso la valvola di scarico.

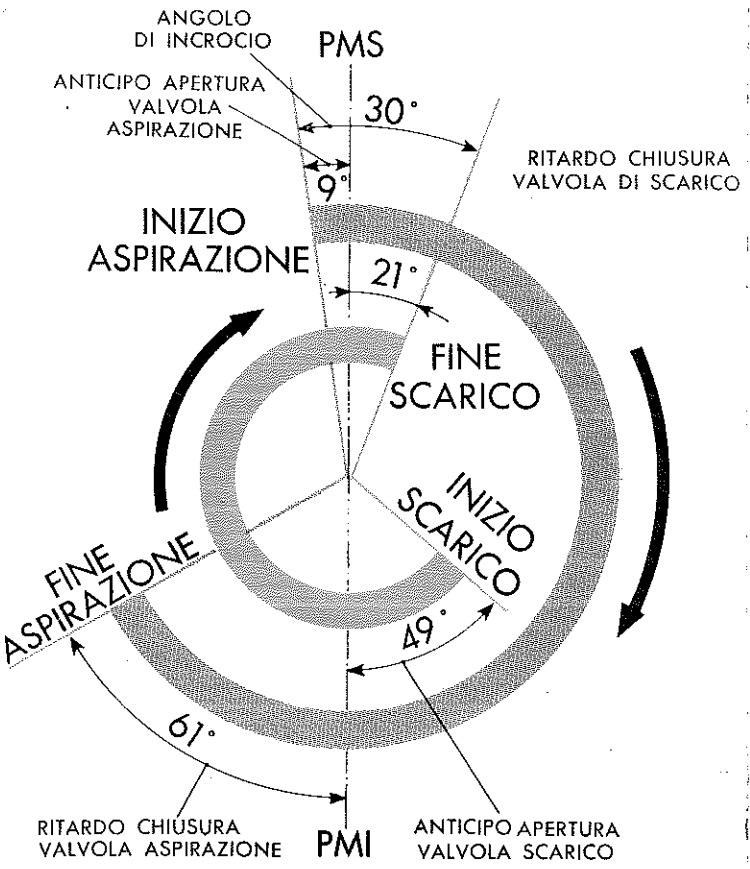



**Fig. 22 - Diagramma della distribuzione dei motori Fiat montati sulle vetture modd. 1300 - 1500.**

## DISTRIBUZIONE

Con **dati della distribuzione** si intendono quei valori che permettono di definire gli istanti in cui avvengono rispettivamente l'apertura e la chiusura delle valvole di aspirazione e scarico.

Tali valori sono comunemente rappresentati sotto forma di angoli riferiti al P.M.S. od al P.M.I. e riportati in uno speciale diagramma circolare detto « **diagramma della distribuzione** ».

In fig. 22 è riportato, ad esempio, il diagramma della distribuzione dei motori delle vetture FIAT 1300 e 1500.

Da tale diagramma è possibile ricavare che la **valvola di aspirazione** anticipa la sua apertura rispetto al P.M.S. di 9° e ritarda la chiusura, rispetto al P.M.I., di 61°.

In modo analogo si rileva che la **valvola di scarico** anticipa la sua apertura rispetto al P.M.I. di 49° e ritarda la chiusura, rispetto al P.M.S., di 21°.

Dal diagramma risulta che l'**angolo di incrocio** delle valvole di aspirazione e scarico è di 30°.

**VALORI DEGLI ANGOLI DI ANTICIPO E RITARDO APERTURA E CHIUSURA VALVOLE DI ALCUNI MOTORI FIAT A CARBURAZIONE**

| Modello | ASPIRAZIONE | | SCARICO | |
|---|---|---|---|---|
| | anticipo | ritardo | anticipo | ritardo |
| 500 D | 25° | 51° | 64° | 12° |
| 600 - 600 D | 4° | 34° | 29° | 1° |
| 1100 - 1100 D | 16° | 56° | 56° | 16° |
| 1300 - 1500 | 9° | 61° | 49° | 21° |
| 1800 - 2100 | 20° | 60° | 60° | 20° |

## ANTICIPO ALL'ACCENSIONE

Nel cilindro del motore, come precedentemente descritto, si ha l'inizio della **combustione** della miscela carburante, compressa dallo stantuffo nella **camera di combustione**, quando alla miscela stessa viene comunicata l'**accensione** per mezzo di una scintilla elettrica.

L'**accensione** dà pertanto inizio alla **combustione.** È ora necessario distinguere due fenomeni, che possiamo definire come:

a) **velocità della fiamma;**

b) **velocità di combustione.**

La **velocità della fiamma indica la rapidità con cui si propaga l'accensione nella miscela carburante.** Allo scoccare della scintilla elettrica si forma un primo focolaio intorno alla candela d'accensione, focolaio che impiegherà un certo tempo prima di raggiungere un'intensità tale da generare la combustione vera e propria.

Man mano che la combustione si propaga dalle zone più vicine alla candela a quelle più lontane, vanno gradatamente aumentando la temperatura e la pressione, con conseguente aumento della **velocità di propagazione della fiamma.**

**La velocità di combustione esprime invece la velocità delle reazioni chimiche che avvengono in seno alla miscela carburante sino alla sua completa combustione.**

La durata della combustione impone la necessità di **anticipare** l'accensione della miscela carburante, in modo che la massima pressione agisca sullo stantuffo quando lo stesso, appena superato il P.M.S., sta iniziando la corsa di discesa.

Se si provocasse infatti l'accensione della miscela nell'istante in cui lo stantuffo si trova al P.M.S., date le forti velocità di rotazione dei moderni motori a carburazione e tenuto conto della velocità di propagazione della fiamma, la completa accensione della miscela si verificherebbe quando lo stantuffo ha già percorso buona parte della sua corsa discendente, con conseguente perdita di lavoro.

L'anticipo all'accensione elimina tale inconveniente e si ottiene così che la pressione massima agisca sullo stantuffo dall'inizio della fase di espansione. Il valore dell'anticipo all'accensione dipende da diversi fattori, quali: la velocità di rotazione del motore, la velocità di propagazione della fiamma, la forma della camera di combustione, la turbolenza della miscela carburante nel cilindro, il tipo di carburante adottato, ecc.

L'anticipo all'accensione non ha un valore costante, ma essendo in funzione di diversi fattori, di cui alcuni variabili, varia con la velocità di rotazione e del carico del motore.

Fissato l'istante in cui si desidera che la miscela sia completamente infiammata, è necessario che l'accensione preceda tale istante del tempo occorrente all'avviamento della combustione.

Poichè tale tempo, a parità di dosatura di miscela, è pressochè costante, il fattore che determina l'istante in cui deve avvenire l'accensione è la velocità di rotazione dell'albero motore, essendo il tempo che questo impiega a descrivere l'angolo di anticipo direttamente proporzionale alla sua velocità. In pratica si usa dare un **anticipo fisso** costante, fino a un certo regime, ed un **anticipo automatico,** costituito da un variatore centrifugo, gradualmente crescente fino alla potenza massima del motore.

Il variatore centrifugo non permette però di sfruttare appieno la potenza del motore a carichi ridotti, poichè in tali condizioni la densità della carica di miscela immessa nel cilindro è minore, per cui la combustione procede più lentamente.

Per tale fatto, l'anticipo d'accensione a carichi parziali viene su alcuni motori aumentato per mezzo di un **variatore a depressione,** che varia l'anticipo in relazione al valore della depressione esistente nel condotto di aspirazione.

---

**NOTA** - Vedere nell'IMPIANTO ELETTRICO il capitolo « Distributore d'accensione ».

in linea (figura 23) è ovvio che sarà **1-2** in quanto si verificherà uno scoppio ogni giro del motore (360°).

Nelle figg. 24, 26 e 28 sono stati riportati i vari cicli di funzionamento rispettivamente per un motore a due cilindri in linea con ordine d'accensione **1-2** a ogni giro (360°), per un motore a quattro cilindri in linea con ordine di accensione **1-3-4-2** ogni mezzo giro (180°), e per un motore a sei cilindri in linea con le manovelle accoppiate a 120° avente l'ordine di accensione **1-5-3-6-2-4** (ogni 120°).

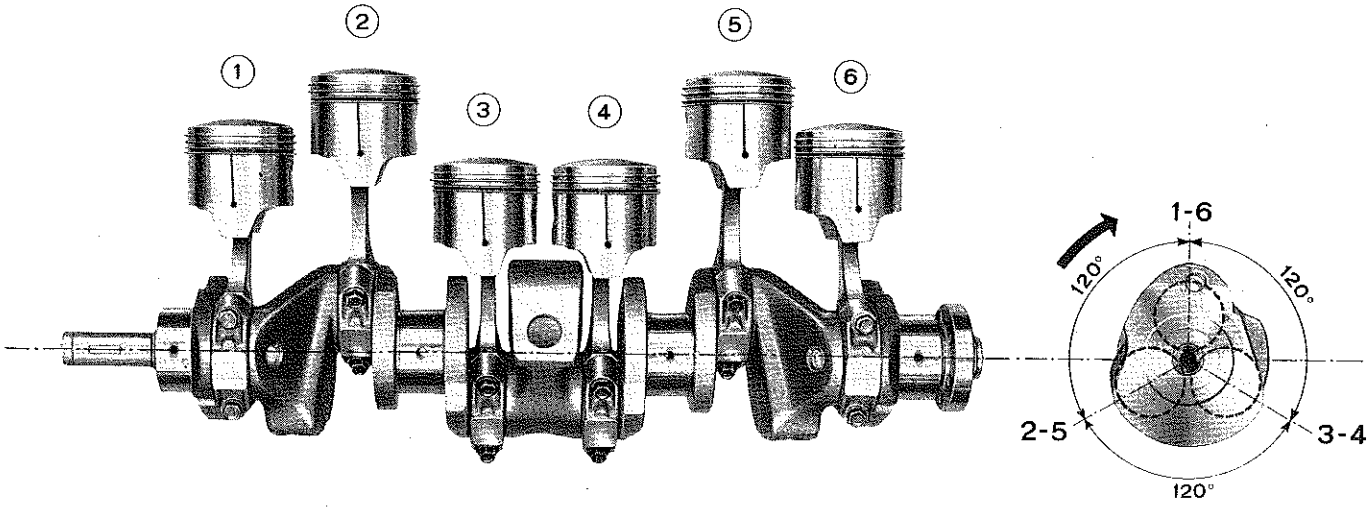



**Fig. 27 - Albero manovella di un motore a sei cilindri in linea.**

Sfasamento cicli di lavoro: $\frac{720°}{6} = 120°$

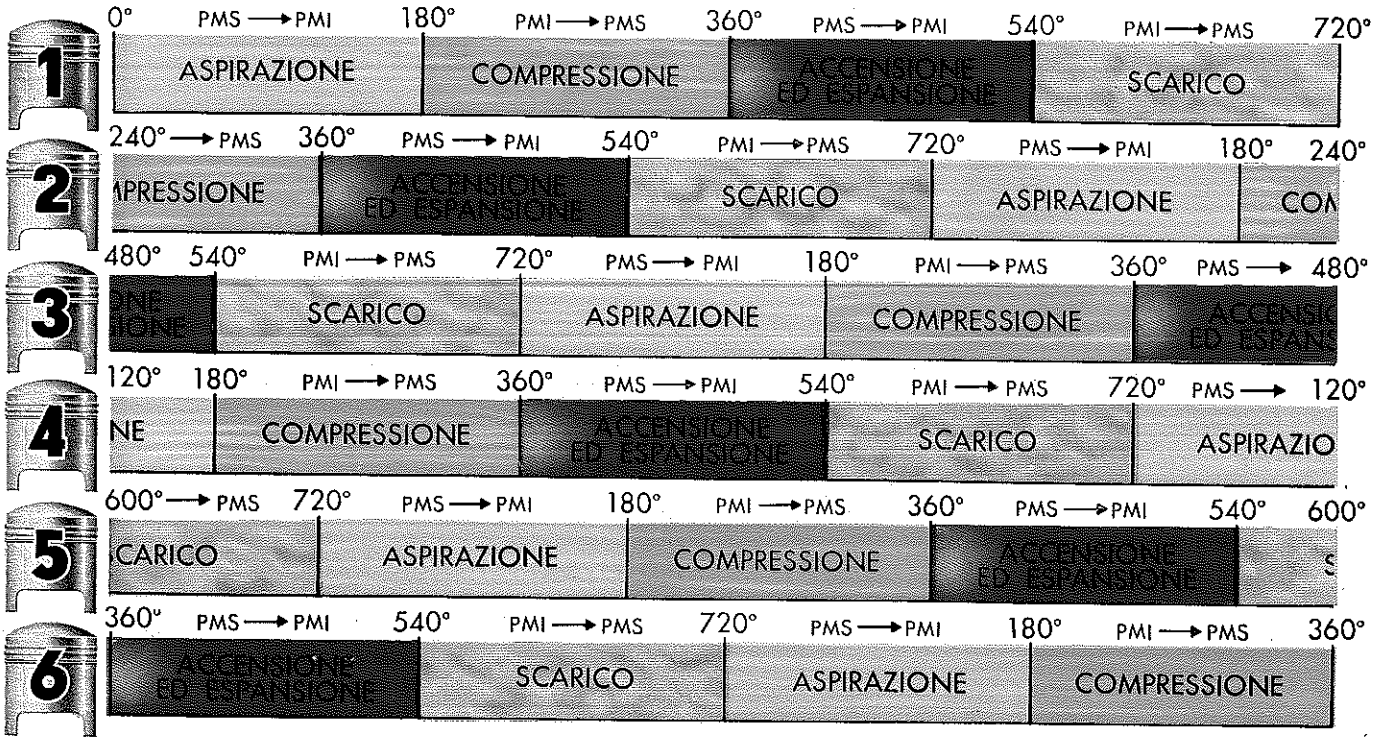



**Fig. 28 - Successione delle fasi in un motore a sei cilindri in cui l'ordine di accensione è 1-5-3-6-2-4.**

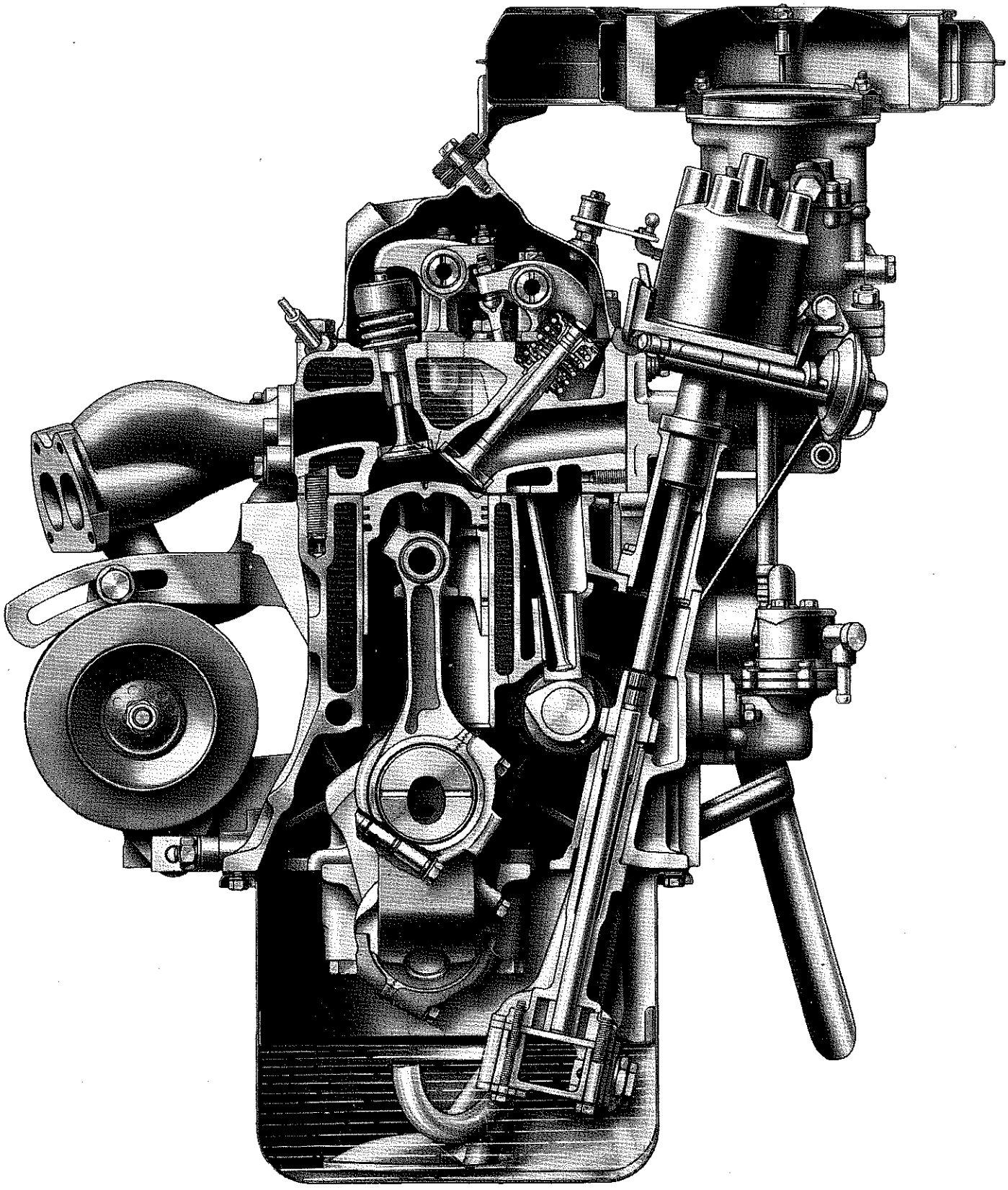


**Fig. 29 - Sezione trasversale del motore montato sulle vetture Fiat modd. 1300 e 1500.**

# Motore a due tempi

## GENERALITÀ E FUNZIONAMENTO

La maggior parte dei motori a due tempi che vengono costruiti sono del tipo a tre luci: la descrizione seguente è relativa a detto tipo.

La costruzione ed il funzionamento sono alquanto diversi dal motore a quattro tempi. Non esistono valvole di aspirazione e di scarico. In loro vece nel cilindro vi sono tre luci: una destinata all'immissione della miscela gassosa, proveniente dal carburatore, alla coppa del motore; una seconda per il travaso della miscela al cilindro, e la terza per lo scarico dei gas bruciati.

Lo stantuffo è munito di un deflettore per convogliare verso l'alto la miscela fresca e per indirizzare verso lo scarico i gas bruciati (vedere le figg. 30 e 31).

Nel motore a due tempi viene compiuto un ciclo completo di lavoro **ogni giro dell'albero** motore e quindi in un tempo che è esattamente metà di quello impiegato dal motore a 4 tempi.

Risultando eliminate due corse complete, è necessario, per poter effettuare il ciclo, che due delle quattro fasi avvengano durante una frazione delle altre due. Pertanto nel motore a due tempi troviamo la seguente successione delle fasi:

1) **Accensione ed espansione.** - Durante parte di questa fase inizia lo **scarico** dei gas combusti e la **immissione** della miscela carburante nel cilindro (fig. 30).

2) **Compressione.** - Durante parte di questa fase termina lo **scarico dei gas combusti** e la **immissione** della miscela carburante nel cilindro (fig. 31).

Nel motore a due tempi è necessario, a causa dell'immissione e dell'espulsione del fluido-attivo durante una frazione della corsa di lavoro e di quella di compressione, che il fluido sia preventivamente compresso per poterlo immettere nel cilindro e che i gas di scarico fuoriescano dal cilindro in virtù della propria pressione.

Nelle figg. 30 e 31 è riportato il funzionamento di un motore a due tempi: la pre-compressione della miscela carburante è ottenuta per mezzo dello stantuffo che, funzionando come una pompa, durante le sue corse alternative comprime la miscela nel basamento motore prima che venga immessa nel cilindro.

Il funzionamento avviene nel seguente modo:

1° **tempo.** - Il primo tempo corrisponde alla corsa dello stantuffo dal P.M.S. al P.M.I (fig. 30).

Alla miscela carburante compressa nella camera di combustione del cilindro motore, viene comunicata l'**accensione** per mezzo di una scintilla elettrica. Ha pertanto inizio la **combustione** della miscela compressa e la sua successiva **espansione.**

A causa della forte pressione esercitata sulla superficie superiore dello stantuffo dai gas combusti, lo stantuffo inizia la sua corsa discendente dal P.M.S. al P.M.I., compiendo la **corsa di lavoro.**

Durante la corsa discendente, lo stantuffo viene a scoprire, in un punto ben definito della corsa stessa, la **luce di scarico** ed inizia così, a causa della pressione dei gas combusti, la loro uscita dal cilindro e lo scarico all'esterno con conseguente creazione di una corrente nella massa dei gas, diretta verso l'uscita. Poco dopo, lo stantuffo, nella sua corsa di discesa, scopre anche la **luce di immissione** e la miscela carburante, precedentemente compressa nel basamento motore ed ulteriormente richiamata dalla corrente creata dai gas combusti allo scarico, penetra nell'interno del cilindro attraverso la luce di immissione, iniziando così quella fase che viene comunemente definita come **fase di lavaggio** o **di immissione.**

2° **tempo.** - Il secondo tempo corrisponde alla corsa di ritorno dello stantuffo dal P.M.I. al P.M.S.

Nel primo tratto della corsa di ritorno (fig. 31) lo stantuffo lascia ancora scoperte le luci di **immissione** e di **scarico,** permettendo così alla miscela precompressa proveniente dal basamento motore di riempire il cilindro, espellendo completamente i gas residui.

Successivamente lo stantuffo **chiude completamente** sia la **luce di immissione che quella di scarico** e proseguendo nella corsa di ritorno compie la **compressione** della miscela carburante nella camera di combustione del cilindro.

Poco prima che la corsa sia compiuta e lo stantuffo si trovi al P.M.S., il bordo inferiore dello stantuffo scopre la **luce di entrata** della miscela carburante nel basamento motore. La miscela penetra così nel basamento per effetto della depressione creatasi nel basamento stesso a causa dello spostamento dello stantuffo dal P.M.I. al P.M.S. La compressione della miscela nel basamento avverrà durante la successiva corsa discendente dello stantuffo, nel tratto in cui la luce di immissione al basamento motore e la luce di immissione al cilindro risulteranno chiuse.

# CICLO DI FUNZIONAMENTO DI UN MOTORE A CARBURAZIONE A DUE TEMPI

## a tre luci con accensione per scintilla

### PRIMO TEMPO

Scoppio, espansione dei gas bruciati e scarico; introduzione e compressione della miscela nel basamento.

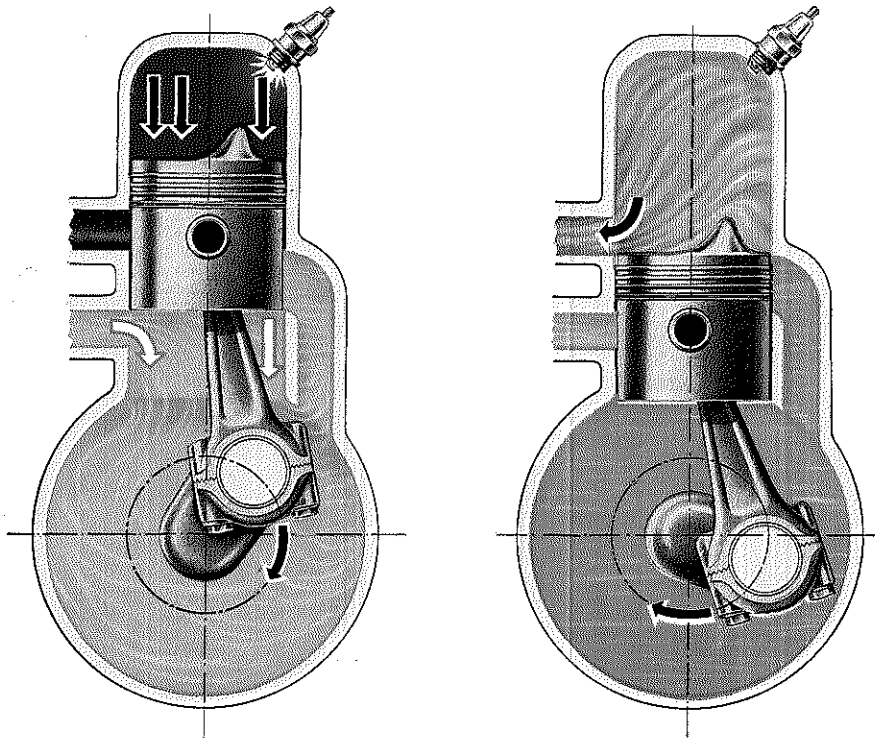


Fig. 30.

### SECONDO TEMPO

Travaso della miscela dal basamento al cilindro e compressione; aspirazione della miscela nel basamento.

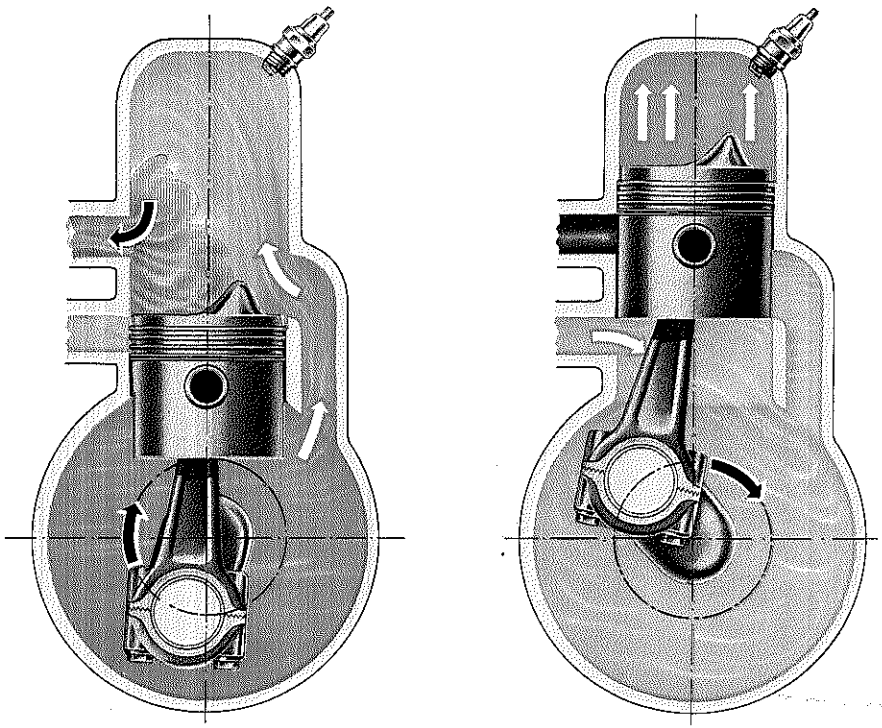


Fig. 31.

**Figg. 30 e 31 - Schema di funzionamento di un motore a due tempi, a tre luci, ad accensione per scintilla.**

A sinistra in alto la luce di scarico dei gas bruciati; a sinistra in basso la luce di entrata della miscela nel basamento motore; a destra la luce di travaso della miscela da basamento al cilindro.

## DISTRIBUZIONE

Il periodo della distribuzione in un motore a 2 tempi è uguale a quello dell'albero manovella (un giro), anzichè doppio come nel 4 tempi.

Nei motori a 2 tempi le luci di **scarico** vengono scoperte dallo stantuffo prima di raggiungere il punto morto inferiore.

L'**immissione** della miscela, durante il lavaggio, può essere controllata dallo **stantuffo,** come

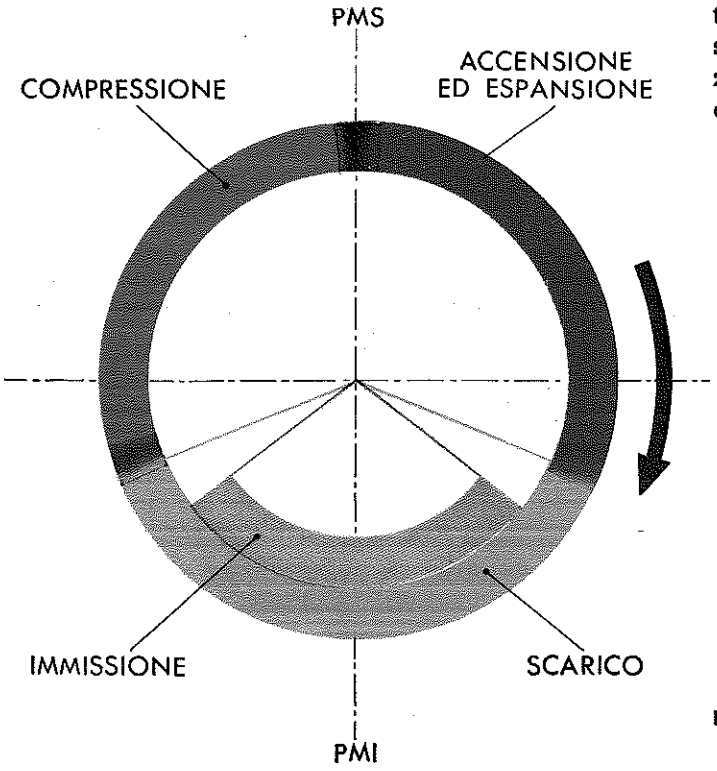



**Fig. 32 - Diagramma della distribuzione di un motore a due tempi.**

nel caso precedentemente illustrato, oppure mediante **valvole.**

Si può così stabilire una prima suddivisione dei motori a 2 tempi in due categorie, a seconda del sistema adottato per l'apertura e la chiusura delle luci di lavaggio.

I motori a 2 tempi con l'immissione della miscela controllata direttamente dal movimento dello stantuffo, sono i più diffusi, specie in tutti quei casi in cui sia necessario ottenere una grande semplicità costruttiva.

## LAVAGGIO

La sostituzione della miscela carburante ai gas combusti che residuano ancora nel cilindro dopo che è terminata la fase di scarico spontaneo, come precedentemente descritto, costituisce il problema nuovo e caratteristico del motore a carburazione a 2 tempi.

Le condizioni più favorevoli di lavaggio si avrebbero ovviamente quando la miscela, entrando nel cilindro, venisse a formare un fronte compatto che avanzasse in modo uniforme, spingendo verso lo scarico tutti i gas combusti così da ottenere lo svuotamento completo del cilindro dai gas predetti, senza incorrere in perdite allo scarico di miscela carburante. Si avrebbe così uno scarico simile a quello ottenuto dallo stantuffo nel motore a 4 tempi.

Le condizioni più sfavorevoli di lavaggio si otterrebbero al contrario quando la miscela, entrando nel cilindro, venisse ad aprirsi un passaggio limitato attraverso i gas combusti, lasciando zone morte non lavate e sfuggendo in notevole quantità attraverso le luci di scarico.

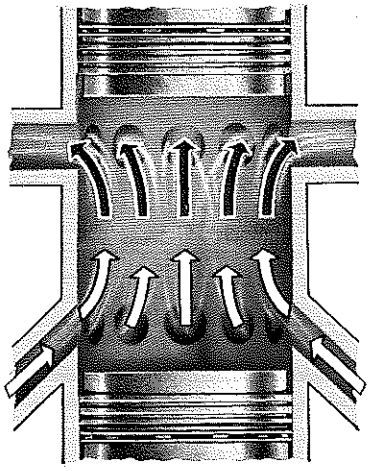


**Fig. 33 - Lavaggio a corrente unidirezionale ottenuta con due stantuffi opposti.**

Condizioni intermedie si hanno quando la miscela di lavaggio, distribuendosi uniformemente in tutta la massa dei gas combusti, li diluisce progressivamente.

Il conseguimento di un buon lavaggio dipende anzitutto dalla disposizione delle luci di immissione e di scarico, nonchè dalla rispettiva loro inclinazione.

Nei motori a due tempi si possono distinguere due principali sistemi di lavaggio:

1) **lavaggio a corrente unidirezionale o diretta;**

2) **lavaggio a corrente ripiegata.**

Il **lavaggio a corrente unidirezionale** si ha quando le luci di immissione della miscela carburante sono collocate sul fondo del cilindro direttamente opposto a quello dove si trovano le luci di scarico, come illustrato nella fig. 33. Le soluzioni possibili del lavaggio a corrente unidirezionale sono diverse e si possono così avere

**motori a due stantuffi opposti** (fig. 33), nei quali uno stantuffo controlla le luci di aspirazione e l'altro quelle di scarico.

I tipi di lavaggio con corrente unidirezionale sono comunque meno usati di quelli **a corrente ripiegata,** i quali utilizzano, per l'entrata della miscela di lavaggio, feritoie disposte vicino a quelle di scarico.

Il passaggio diretto, nel caso di lavaggio con corrente ripiegata, dell'aria dalle luci di immissione a quelle di scarico, viene impedito per mezzo di una opportuna inclinazione data ai condotti di immissione e con una adatta sagomatura della testa dello stantuffo.

di numero di combustioni nell'unità di tempo, il numero dei cilindri nel 2 tempi risulta la metà di quello del 4 tempi e questo perchè il ciclo di funzionamento viene completamente compiuto, nel 2 tempi, in 1 giro dell'albero manovella, mentre nel 4 tempi sono necessari 2 giri dell'albero stesso.

Mancando completamente degli organi della distribuzione, il motore a 2 tempi è inoltre di maggior semplicità e minor costo rispetto al motore a 4 tempi.

Al contrario il motore a 2 tempi è svantaggiato nei confronti col 4 tempi, se si prende in considerazione il rendimento termodinamico

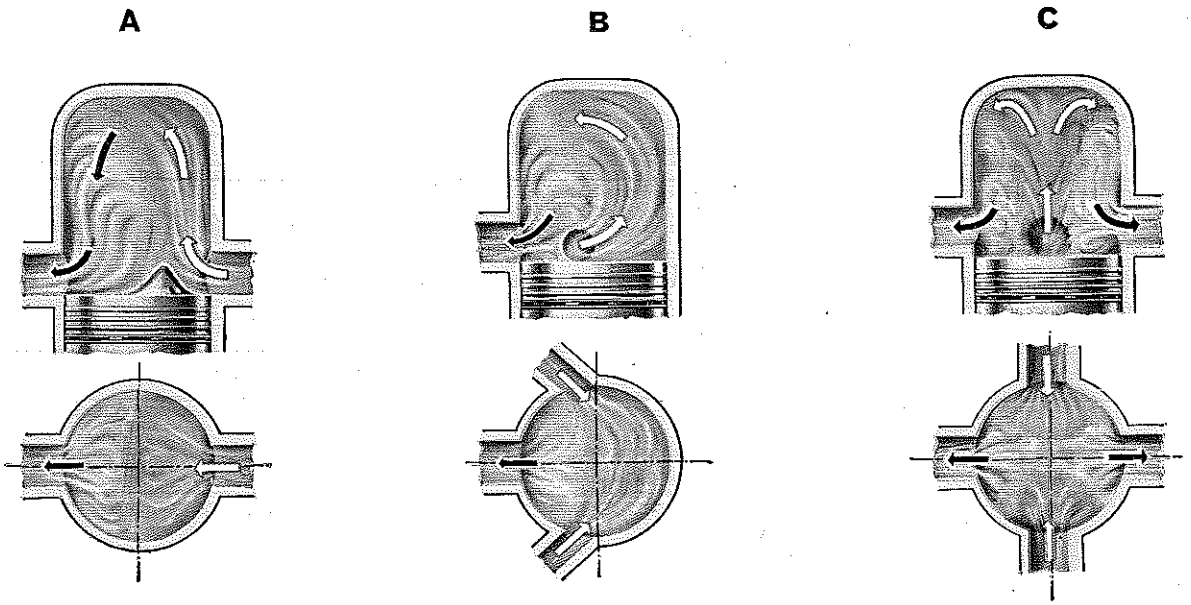



Fig. 34. Fig. 35. Fig. 36.

**A** = Lavaggio a corrente trasversale. **B** = Lavaggio a corrente di ritorno. **C** = Lavaggio a correnti incrociate.

**Figg. 34, 35 e 36 - Schemi diversi per la realizzazione del lavaggio a corrente ripiegata.**

Anche nel caso di **lavaggio con corrente ripiegata,** si possono distinguere vari tipi di motore, a seconda della disposizione delle luci di aspirazione e di scarico. Si hanno così, ad esempio:

1) **Lavaggio a corrente trasversale**, se le luci di immissione e di scarico sono una di fronte all'altra (fig. 34).

2) **Lavaggio a corrente di ritorno,** se le luci di scarico sono disposte di fianco a quelle di immissione (fig. 35).

3) **Lavaggio a correnti incrociate**, se le luci di immissione e di scarico sono disposte a 90° tra loro (fig. 36).

Volendo confrontare il motore a 2 tempi con quello a 4 tempi, si può riscontrare che a parità del motore stesso; si verificano infatti, durante il funzionamento, vari inconvenienti, quali un non completo riempimento del cilindro da parte della miscela carburante ed una perdita di miscela, non combusta, attraverso le luci di scarico.

Lo stantuffo del motore a 2 tempi è inoltre maggiormente sollecitato che non quello del motore a 4 tempi; da quanto precedentemente esposto consegue, infatti, che a parità di numero di giri, lo stantuffo del 2 tempi è soggetto alla temperatura ed alla pressione di combustione un numero doppio di volte di quello di un motore a 4 tempi.

A basso numero di giri il motore a 2 tempi presenta inoltre un funzionamento alquanto irregolare.

# MOTORI AD INIEZIONE A CICLO DIESEL

## DESCRIZIONE

Il motore ad iniezione a ciclo Diesel differisce profondamente nel funzionamento dal motore a carburazione.

Nel motore ad iniezione non viene infatti aspirata miscela carburante, come precedentemente descritto per il motore a carburazione, ma viene invece aspirata unicamente **aria pura.** L'aria è successivamente **compressa** dallo stantuffo nella sua corsa ascendente dal P.M.I. al P.M.S. e la compressione viene **spinta** sino a valori per i quali l'aria raggiunge una temperatura superiore a quella di **accensione spontanea** del combustibile, che viene introdotto nel cilindro verso la fine della compressione e quindi all'atto stesso della sua combustione.

Il motore ad iniezione manca pertanto del carburatore, il quale nel motore a carburazione è destinato a preparare, fuori dal cilindro, la miscela di aria e carburante. Nel motore Diesel l'aspirazione avviene direttamente dall'ambiente esterno attraverso un filtro, al solo scopo di trattenere eventuali impurità esistenti nell'aria e quindi impedire che le stesse penetrino nell'interno del cilindro motore.

Da quanto sopra esposto derivano per il motore Diesel alcuni pregi ed inconvenienti.

Tra i pregi possiamo elencare i seguenti:

— Possibilità di impiegare combustibili (come il gasolio) sempre meno costosi che non i carburanti ad essenza, come le benzine.

— Minori pericoli di incendio, data la scarsa volatilità del combustibile e quindi l'alto punto di infiammazione dello stesso.

— Il motore Diesel è più economico del motore a carburazione, in quanto realizza rapporti di compressione assai elevati.

Tra gli svantaggi del motore ad iniezione, possiamo ricordare:

— Maggior pesantezza del Diesel rispetto ai motori a carburazione, in quanto le più elevate pressioni raggiunte nella fase di combustione richiedono un irrobustimento delle diverse strutture e dei vari organi.

— Difficoltà di ripartire uniformemente la quantità di combustibile iniettata nella massa di aria presente nel cilindro e quindi, a parità di cilindrata, potenze minori di quelle conseguibili in un motore a carburazione.

I motori Diesel possono essere suddivisi in due categorie, a seconda del sistema di iniezione adottato, e precisamente:

a) **motori ad iniezione pneumatica;**

b) **motori ad iniezione meccanica.**

Nei motori ad iniezione **pneumatica** il combustibile viene inviato da una pompa, nella quantità necessaria per un ciclo, nella camera di un polverizzatore separata dal cilindro motore, ma in comunicazione permanente con una bombola di aria compressa. Nell'istante preciso stabilito dal ciclo di funzionamento, il polverizzatore viene messo in comunicazione con il cilindro motore e il combustibile può così entrare nello stesso a causa della pressione comunicatagli dall'aria compressa nella bombola.

Nei motori ad iniezione **meccanica** il gasolio viene invece iniettato nel cilindro motore senza essere mescolato con aria compressa, ma unicamente per mezzo di una apposita pompa, la quale invia il gasolio nel cilindro nella quantità e nell'istante voluto del ciclo.

I motori ad iniezione possono inoltre essere ancora suddivisi, secondo il regime e le caratteristiche di funzionamento, in:

a) **motori Diesel lenti;**

b) **motori Diesel medi;**

c) **motori Diesel veloci.**

Ai motori Diesel lenti appartengono quei motori nei quali il regime normale di funzionamento è inferiore ai 500 giri/minuto, mentre i Diesel medi hanno un regime compreso fra i 600 ed i 1000 giri/min; i Diesel veloci hanno un regime superiore a 1200 giri/min.

I Diesel lenti sono particolarmente impiegati nella costruzione di grandi motori per installazioni fisse o marine ed in generale in tutti quei casi in cui abbia scarsa importanza la limitazione del peso in rapporto alla potenza sviluppata, ma al contrario si richieda una lunga durata del motore ed il funzionamento dello stesso per periodi molto lunghi.

I Diesel medi sono impiegati nella locomozione ferroviaria e marina veloce; devono poter funzionare a piena potenza a regime pressochè costante per periodi di tempo relativamente lunghi e devono possedere buone caratteristiche di durata.

I Diesel veloci sono invece largamente usati nell'autotrazione, in quanto gli stessi sviluppano notevoli potenze pur con una limitazione di peso, consentita anche dal fatto che normalmente il loro impiego a piena potenza avviene per periodi relativamente brevi.

## CICLO DI FUNZIONAMENTO DEL MOTORE AD INIEZIONE A CICLO DIESEL A QUATTRO TEMPI

Il ciclo di funzionamento di un motore ad iniezione può essere, come per il motore a carburazione, a 4 od a 2 tempi. Per le differenze sostanziali tra i due cicli, rimandiamo a quanto già accennato nelle pagine precedenti per i motori a carburazione.

Poichè i motori Diesel normalmente usati nell'autotrazione sono ad iniezione a 4 tempi, verrà descritto unicamente il ciclo di funzionamento per il 4 tempi.

Vedere il ciclo schematico di funzionamento del motore ad iniezione a pag. 32.

*1ª Fase* - **Aspirazione** (fig. 38).

Lo stantuffo compie la corsa discendente dal P.M.S. al P.M.I.; durante tale corsa si apre la valvola di aspirazione ed entra nel cilindro motore una corrente di **aria pura**, preventivamente depurata della polvere e di eventuali altre impurità per mezzo di filtri collocati sul condotto di aspirazione.

*2ª Fase* - **Compressione** (fig. 39).

Lo stantuffo compie la corsa ascendente dal P.M.I. al P.M.S.; l'aria, introdotta nel cilindro durante la prima fase, viene compressa nella camera di combustione. Non essendovi pericolo di autoaccensione, dato che il fluido compresso non è miscela combustibile, ma solo aria, la compressione può essere spinta ad un valore superiore di quello ammissibile nei motori a carburazione.

Data l'alta pressione raggiunta (in prossimità del P.M.S. da 30 a 40 kg/cm²), l'aria si riscalda fortemente, portandosi ad una temperatura di circa 700° C.

*3ª Fase* - **Combustione ed espansione** (fig. 40).

Poco prima che lo stantuffo, durante la sua corsa ascendente, giunga al P.M.S., il polverizzatore od iniettore si apre, immettendo nel cilindro il combustibile finemente suddiviso e polverizzato.

L'accensione del combustibile iniettato nel cilindro avviene spontaneamente, in quanto l'aria, compressa dallo stantuffo, si trova ad una temperatura superiore a quella d'accensione del combustibile, che è di circa 300° C.

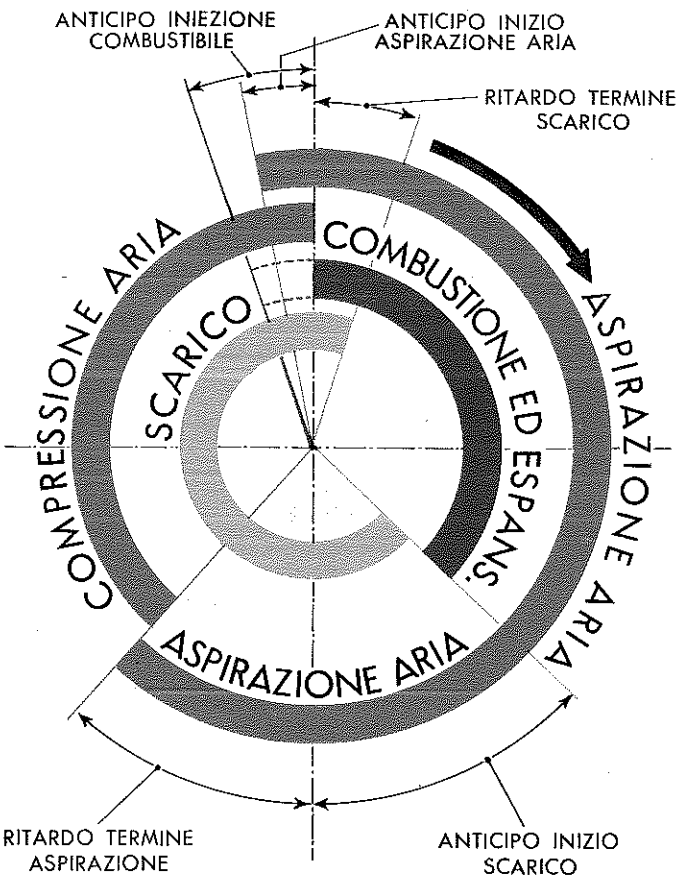



**Fig. 37 - Diagramma del ciclo pratico di funzionamento di un motore ad iniezione a ciclo Diesel a quattro tempi.**

Di conseguenza, allorquando l'iniettore inizia l'immissione nel cilindro del combustibile finemente polverizzato, ad una pressione superiore a quella esistente nel cilindro stesso, il combustibile si diffonde nella massa d'aria compressa dallo stantuffo nella camera di combustione e, per effetto della elevata temperatura dell'aria, inizia immediatamente l'accensione.

# FUNZIONAMENTO DEL MOTORE AD INIEZIONE A CICLO DIESEL A QUATTRO TEMPI

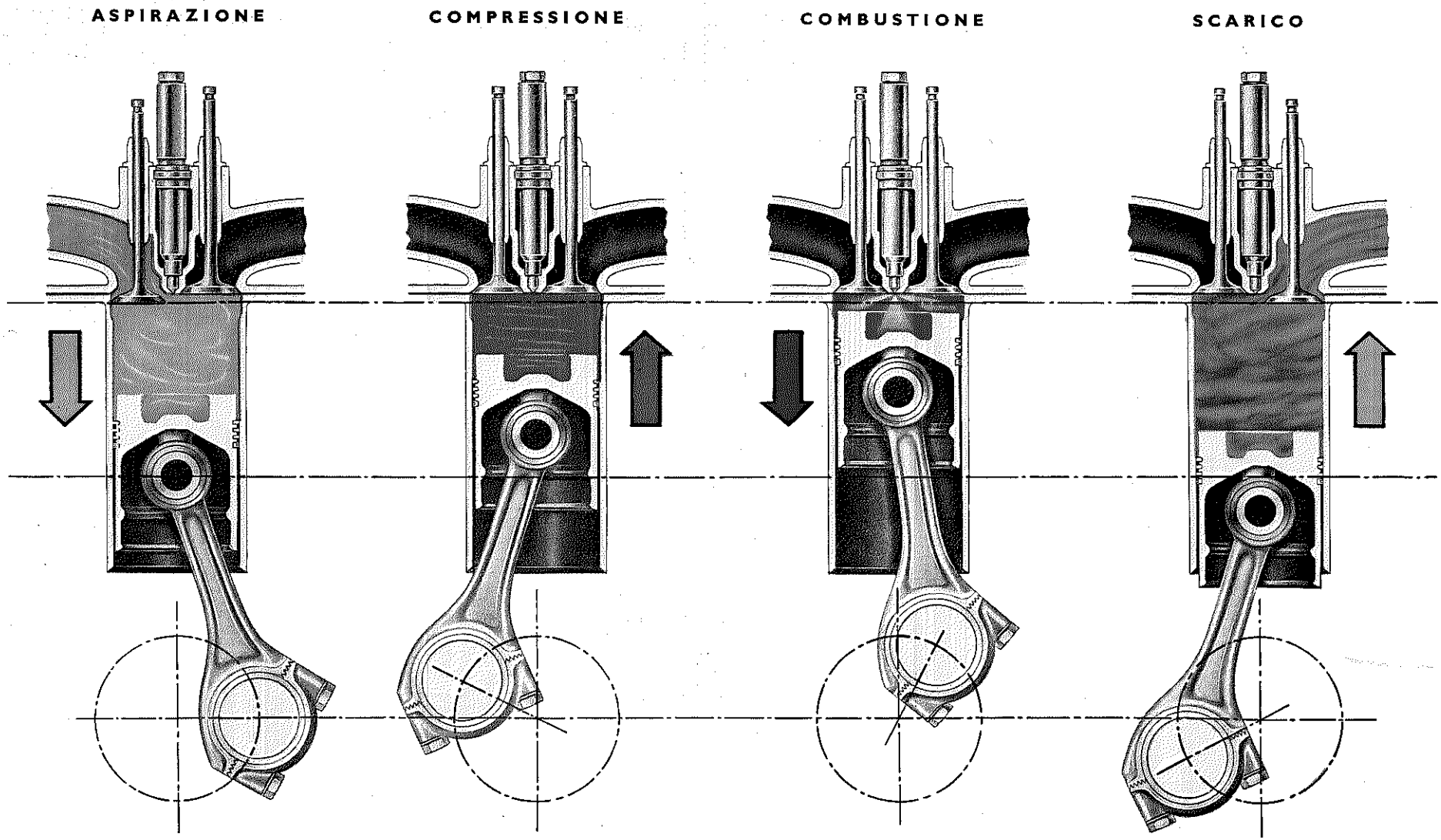



Fig. 38. Fig. 39. Fig. 40. Fig. 41.

Figg. 38, 39, 40 e 41 - Schema di funzionamento del motore ad iniezione a ciclo Diesel a quattro tempi.

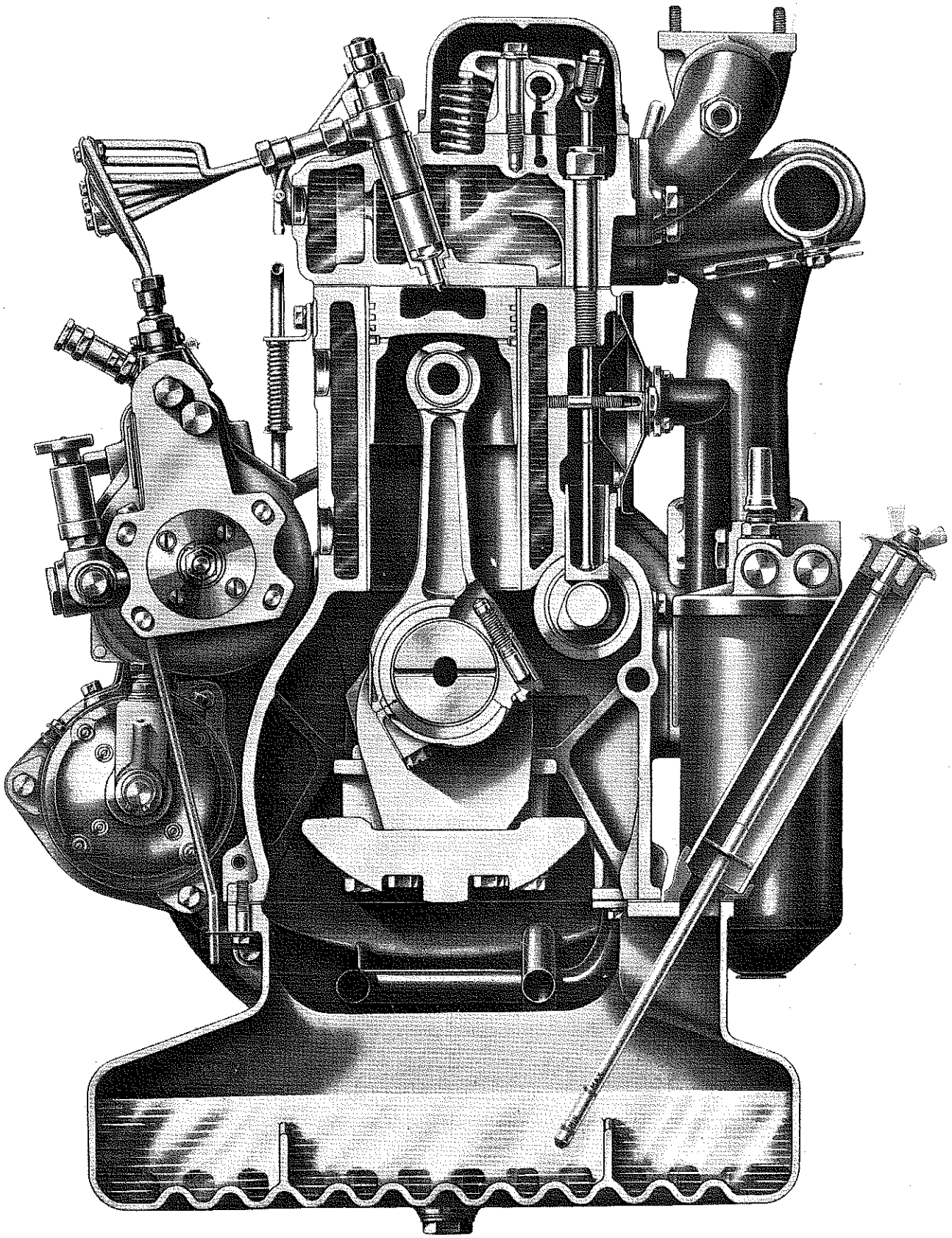


**Fig. 42 - Sezione trasversale del motore a ciclo Diesel ad iniezione diretta, montato sugli autocarri Fiat mod. 645N.**

L'accensione del combustibile all'inizio dell'iniezione ha luogo con tale rapidità, da potersi paragonare ad una vera esplosione parziale. La forte elevazione di temperatura che essa genera nella camera di combustione, unitamente al vivace rimescolamento della quantità di aria non ancora interessata alla combustione, facilita ulteriormente l'accensione della rimanente parte di combustibile, che si accende e brucia man mano affluisce dall'iniettore nel cilindro.

Nella combustione i gas si espandono, provocando pertanto la discesa dello stantuffo dal P.M.S. al P.M.I., con conseguente produzione di lavoro: è questa la fase attiva del ciclo di funzionamento.

*4ª Fase* - **Scarico** (fig. 41).

Nella corsa di discesa dal P.M.S. per effetto della combustione ed espansione poco prima che lo stantuffo giunga al P.M.I., si apre la valvola di scarico ed il cilindro si svuota rapidamente della maggior parte dei gas combusti.

Nella successiva corsa di salita lo stantuffo espelle completamente i gas combusti attraverso la valvola di scarico aperta.

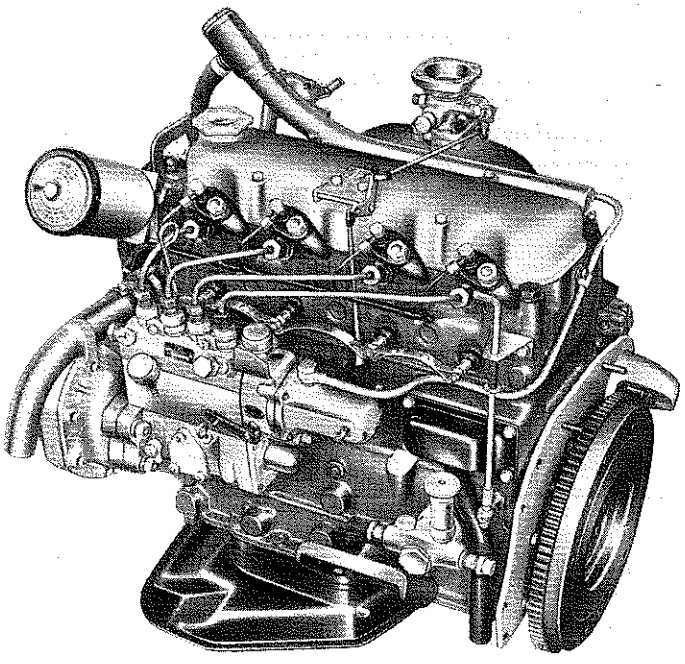


**Fig. 43 - Motore ad iniezione con precamere ad elevata turbolenza (Mod. 615N).**

Vista dal lato pompa iniezione ed iniettori.

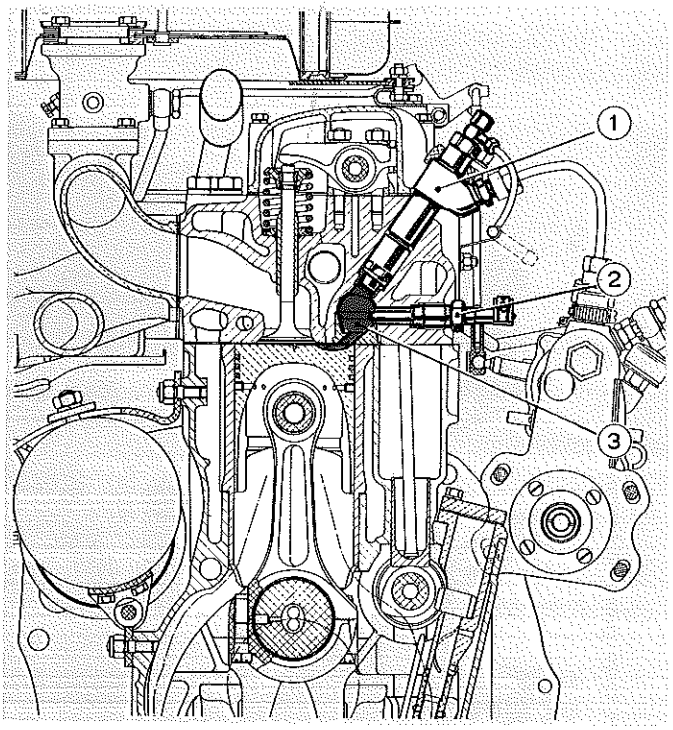



**Fig. 44 - Particolare della sezione trasversale di un motore ad iniezione con precamera ad elevata turbolenza (Modello 615N1).**

1. Iniettore. - 2. Candela ad incandescenza. - 3. Precamera ad elevata turbolenza.

## CONFRONTO TRA I MOTORI A CARBURAZIONE ED I MOTORI AD INIEZIONE A CICLO DIESEL

Nel motore a carburazione con accensione per scintilla occorre evitare che durante la compressione della miscela gassosa questa possa accendersi spontaneamente per effetto dell'aumento di temperatura dovuto alla compressione stessa. Un'accensione spontanea della miscela provocherebbe una detonazione nociva al funzionamento del motore.

Nel motore a ciclo Diesel il funzionamento si può dire che avvenga per detonazione. Infatti, come è già stato detto, durante la compressione la temperatura dell'aria diventa elevatissima, tale da provocare l'accensione spontanea del combustibile quando questo viene iniettato al P.M.S. dello stantuffo.

# PARTE SECONDA

Pagina

## MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA

**CARATTERISTICHE DEI MOTORI** . . . . 36

Alesaggio - Corsa dello stantuffo - Cilindrata - Potenza massima - Coppia motrice - Numero di giri - Rapporto di compressione - Velocità media dello stantuffo - Rapporto corsa/diametro.

**ORGANI PRINCIPALI** . . . . . 38

Gruppo cilindri - Testa cilindri - Coppa olio per il basamento del motore - Stantuffi ed anelli - Bielle - Albero manovella - Volano motore.

**ORGANI DELLA DISTRIBUZIONE** . . . . . 46

Albero ad eccentrici - Punterie e bilancieri - Valvole, relative guide e molle.

## ALIMENTAZIONE DEL MOTORE

**COMBUSTIBILI** . . . . . 51

Tipi di combustibili - Requisiti dei carburanti.

**ALIMENTAZIONE DEL MOTORE A BENZINA** 53

Carburatore e suo compito - Carburatore elementare - Dispositivi fondamentali - Particolarità del carburatore moderno - Alimentazione del carburatore - Filtro combustibile - Depuratore aria.

**ALIMENTAZIONE DEL MOTORE AD INIEZIONE A CICLO DIESEL** . . . . . 72

Esigenze e caratteristiche - Sistema d'alimentazione ed apparato d'iniezione - Pompa d'iniezione - Regolatore di velocità - Variatore di anticipo - Pompa di alimentazione - Iniettore - Dispositivi speciali - Filtro del combustibile - Depuratore d'aria - Camera di combustione.

# CARATTERISTICHE DEI MOTORI

Le caratteristiche principali che definiscono un motore a combustione interna sono:

— Tipo del ciclo di funzionamento (a carburazione o ad iniezione).
— Numero di cilindri, disposizione ed alesaggio delle canne.
— Diametro e corsa degli stantuffi.
— Cilindrata totale.
— Potenza massima.
— Numero di giri corrispondente alla potenza massima.
— Rapporto di compressione.

## CORSA DELLO STANTUFFO

La **corsa dello stantuffo** è lo spazio, espresso in millimetri, percorso dallo stantuffo nel suo spostamento dal P.M.S. al P.M.I. La corsa dicesi **discendente** o **ascendente** secondo che lo stantuffo si sposti dal P.M.S. al P.M.I. o viceversa.

## CILINDRATA

La cilindrata di un cilindro motore, o cilindrata unitaria, è il volume generato dallo stantuffo durante una corsa (fig. 45).

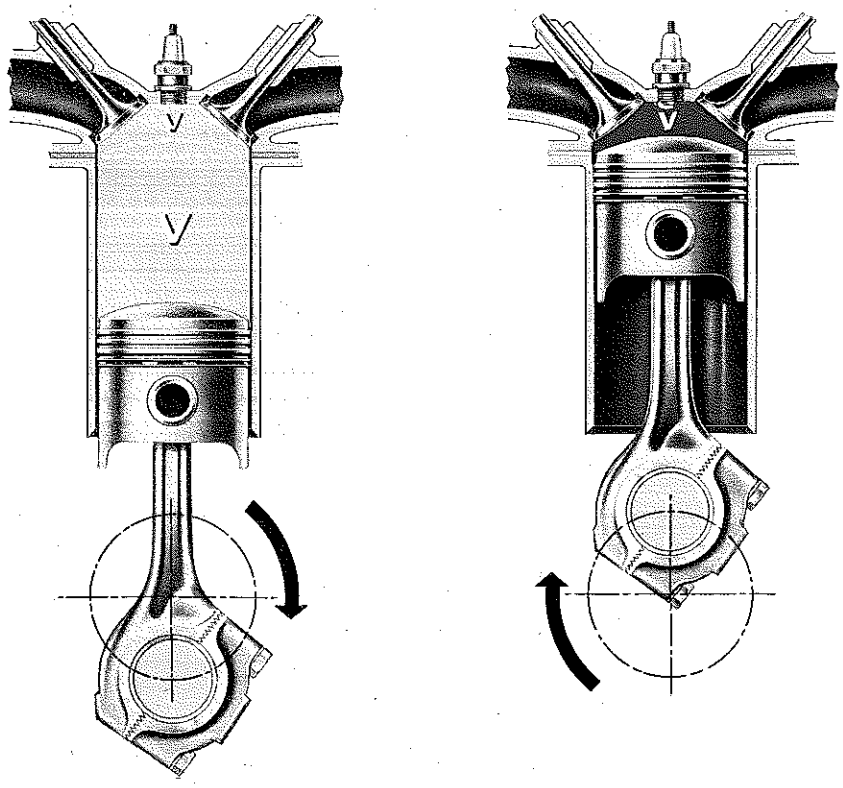



**Fig. 45.**

**Rapporto di compressione.**

V = Volume della cilindrata.
v = Volume della camera di combustione.

$\frac{V + v}{v}$ = Rapporto di compressione..

— Tipo della distribuzione e relativo diagramma.
— Sistema di alimentazione o di iniezione.
— Sistema di lubrificazione.
— Sistema di accensione.
— Ordine di accensione o di iniezione.
— Sistema di raffreddamento.
— Velocità media dello stantuffo.
— Rapporto corsa/diametro.

## ALESAGGIO

L'**alesaggio** del cilindro motore è il diametro interno, espresso in millimetri, della canna cilindri nella quale scorre lo stantuffo.

**Cilindrata totale** del motore è il prodotto della cilindrata unitaria per il numero di cilindri di cui il motore è costituito.

La cilindrata totale di un motore si può esprimere con la formula:

$$V = \frac{\pi\ D^2}{4} \times C \times N$$

dove:

V = cilindrata totale;
D = diametro dello stantuffo in mm;
C = corsa dello stantuffo in mm;
N = numero dei cilindri.
$\pi$ = 3,1416

La cilindrata totale viene normalmente espressa in $cm^3$ e talvolta anche in litri.

Quando il termine « **cilindrata** » non è seguito dalla dicitura « **per cilindro** », si intende sempre riferito alla cilindrata totale.

## POTENZA MASSIMA

La potenza di un motore aumenta con il crescere del numero di giri dell'albero, fino ad un limite massimo oltre il quale, pur aumentando ancora il numero di giri (fuori giri), la potenza diminuisce o non subisce incremento. Questo limite si definisce « **potenza massima del motore** ».

Il regime al quale il motore sviluppa la potenza massima dicesi perciò: « **regime corrispondente alla potenza massima** » e viene sempre indicato per ogni tipo di motore.

La potenza di un motore a combustione interna può esprimersi con la formula:

$$Cv = \frac{Pe \times V \times n}{225 \times h}$$

dove:

- Cv = potenza del motore in Cv;
- Pe = pressione media effettiva regnante nel cilindro motore, il cui valore varia tra 5 e 13 $kg/cm^2$, a seconda del rendimento del ciclo e del tipo di combustibile impiegato;
- V = cilindrata totale;
- n = numero di giri dell'albero motore;
- h = numero dei tempi.

A seconda che il motore sia a 4 tempi od a 2 tempi e pertanto risulti h = 4 od h = 2, la formula della potenza diviene:

$$Cv = \frac{Pe \times V \times n}{900} \text{ oppure } Cv = \frac{Pe \times V \times n}{450}$$

Dalla formula sopra riportata si può subito ricavare che la potenza di un motore è direttamente proporzionale alla cilindrata, al numero di giri ed alla pressione media effettiva regnante nel cilindro. Variando pertanto uno di questi tre coefficienti in aumento o in diminuzione, varierà di conseguenza nello stesso senso anche la potenza sviluppata dal motore.

## COPPIA MOTRICE

La **coppia motrice** o **momento torcente** (Mt) è proporzionale alla **pressione media effettiva** (Pe) e corrisponde allo sforzo istantaneo che il motore può compiere. Essa è data dal prodotto della forza applicata al braccio della manovella dell'albero motore per la lunghezza del braccio stesso. La coppia motrice viene misurata in metri chilogrammi (mkg).

Il valore massimo della coppia motrice corrisponde normalmente ad un numero di giri del motore compreso tra $^1/_3$ e $^2/_3$ del regime di potenza massima.

## NUMERO DI GIRI

Il dato caratteristico per definire e distinguere un motore è ovviamente quello della potenza fornita dal motore stesso, ma è necessario, affinchè la potenza acquisti un valore sufficientemente significativo, che la stessa venga fornita unitamente ad altri dati caratteristici.

Tra tali dati è appunto il « **numero di giri** ». È infatti evidente, in considerazione di quanto precedentemente esposto, che tra due motori di uguale cilindrata funzionanti a numero di giri diverso ed aventi a tali differenti regimi una uguale immissione di miscela nel cilindro, risulterà di maggior potenza quello in cui la rotazione dell'albero motore è più veloce, ovvero il numero di giri è più elevato.

Un numero di giri molto elevato viene adottato in tutti quei casi nei quali sia necessario ottenere dei motori notevolmente potenti con un peso relativamente basso. L'innalzamento del numero di giri in un motore migliora pertanto il rapporto potenza/peso, ma riduce la durata del motore stesso.

## RAPPORTO DI COMPRESSIONE

Quando lo stantuffo si trova al punto morto superiore, rimane tra la testa dello stantuffo e la testa del cilindro uno spazio più o meno grande, a seconda del tipo di motore, che costituisce la **camera di combustione** (fig. 45).

La miscela carburante, o l'aria, aspirata nel cilindro motore durante la corsa dello stantuffo dal P.M.S. al P.M.I. occupa, durante la successiva fase di compressione, un volume sempre più piccolo, che giunge al minimo quando lo stantuffo è giunto al P.M.S. ed è rappresentato dal volume della camera di combustione.

Si definisce come **rapporto di compressione** il rapporto tra l'intero volume del cilindro motore (V + v, fig. 45) ed il volume della camera di combustione (v), nella quale si riduce la miscela al termine della compressione.

Risulta pertanto, indicando con $\varrho$ il rapporto di compressione, che:

$$\varrho = \frac{V + v}{v}$$

Per quanto concerne la relazione esistente tra la potenza di un motore ed il rapporto di compressione, si può affermare che la potenza aumenta con il crescere del rapporto di compressione, fino ad un limite variabile a seconda del tipo di motore, del combustibile impiegato, della forma della camera di combustione e delle condizioni atmosferiche esterne.

### VELOCITÀ MEDIA DELLO STANTUFFO

Per ogni giro dell'albero manovella lo stantuffo percorre uno spazio corrispondente a due volte la corsa. La **velocità media dello stantuffo** può essere espressa con la seguente formula:

$$Vm = \frac{2 \times C \times n}{60} = \frac{Cn}{30}$$

dove:

Vm = velocità media dello stantuffo in m/sec.;
C = corsa in m;
n = numero di giri dell'albero manovella al minuto.

Esprimendo la velocità media Vm in m/sec. e la corsa C in mm, la formula diviene:

$$Vm = \frac{C \times n}{30 \times 1000}$$

### RAPPORTO CORSA/DIAMETRO

Nel campo automobilistico si ha la tendenza a ridurre il più possibile il rapporto corsa/diametro in quanto con tale soluzione si possono conseguire diversi vantaggi, quali una diminuzione della velocità media dello stantuffo, a parità di numero di giri, con conseguente minor usura dei vari organi in movimento, una minor sollecitazione dell'albero manovella e dei cuscinetti, una più ampia superficie della testa cilindri e quindi una più facile e razionale sistemazione delle valvole di aspirazione e scarico, ecc.

Il rapporto corsa/diametro degli stantuffi si aggira generalmente intorno al valore 1, od è di poco superiore; in alcuni casi esso è addirittura inferiore ad 1.

# ORGANI PRINCIPALI

## GRUPPO CILINDRI

La forma attuale tipica dei motori per autoveicoli è quella del «**monoblocco**», dove il gruppo cilindri porta, fuse in un solo getto, tutte le canne cilindri, i passaggi per la circolazione del liquido refrigerante e costituisce anche la incastellatura o basamento per i supporti dell'albero manovella.

Non mancano comunque gruppi cilindri diversamente costruiti, ove i cilindri motore hanno le **canne riportate**. Altri motori, raffreddati ad aria, hanno i **cilindri alettati ed indipendenti** fissati ad una incastellatura. Nei motori a canne riportate la canna può essere costituita da una sottile camicia di acciaio nitrurato, pressata a freddo dentro la canna ricavata di fusione nel gruppo cilindri, oppure da una canna cilindri vera e propria, la quale viene infilata in opportuni collari di guida del gruppo cilindri ed è mantenuta in sede dalla pressione esercitata dalla testa cilindri.

In questi due ultimi casi, vengono comunemente definite:

1) **Canne a secco:** le canne riportate nel gruppo cilindri e piantate a freddo mediante una pressa.

2) **Canne in umido:** le canne che sono semplicemente infilate nei collari di guida del gruppo cilindri.

Le denominazioni **canna a secco** e **canna in umido** derivano dal fatto che nel primo caso la superficie esterna della canna è a contatto con la ghisa del monoblocco, mentre nel secondo è direttamente lambita dall'acqua refrigerante.

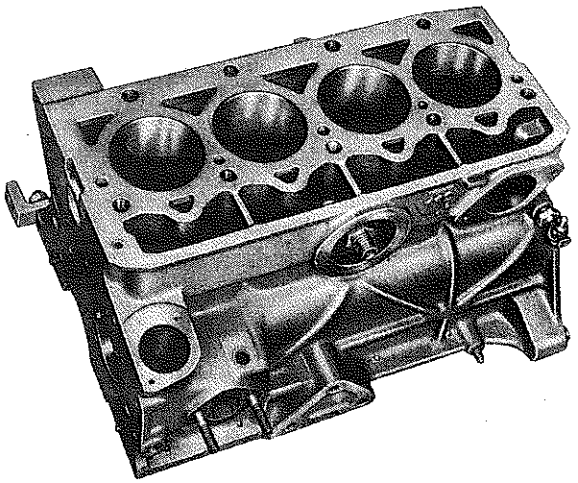


**Fig. 46 - Gruppo cilindri « monoblocco » del motore per la vettura mod. 1500.**

Nella produzione FIAT si hanno esempi di cilindri alettati ed indipendenti nel motore delle vetture 500-500 D, di monoblocco vero e proprio nei motori 600 - 1100 - 1300 - 1500 e 1800, di monoblocchi con canne riportate a secco, come nei motori per autoveicoli industriali 642 - 682 - 306 - 309 - 410 - 411 e loro derivati, e di monoblocchi con canne riportate in umido, come nel motore 1400 (benzina) e 1100 TN - 615 N (ciclo Diesel).

Nelle figure 46, 47, 48, 49 sono illustrati gruppi cilindri corrispondenti ai vari tipi accennati.

Il gruppo cilindri è normalmente ottenuto di fusione in ghisa speciale al fosforo manganese od al cromo-nichel, oppure in ghisa comune con camicie riportate fuse in ghisa speciale.

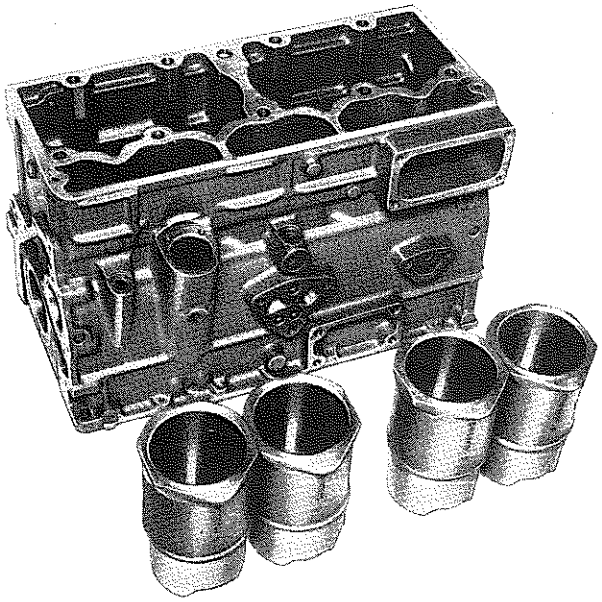


Fig. 47 - Gruppo cilindri con « canne in umido » del motore per la vettura mod. 1400 B.

L'impiego di ghise speciali per la costruzione del gruppo cilindri è richiesto dalla necessità di ottenere dei getti con materiale assolutamente non poroso e resistente sia all'azione del calore come all'usura.

Nei motori muniti di un sistema di raffreddamento con circolazione di acqua, le parti esposte a maggior riscaldamento sono provviste di una doppia parete, in modo che si possa stabilire una adeguata circolazione di acqua.

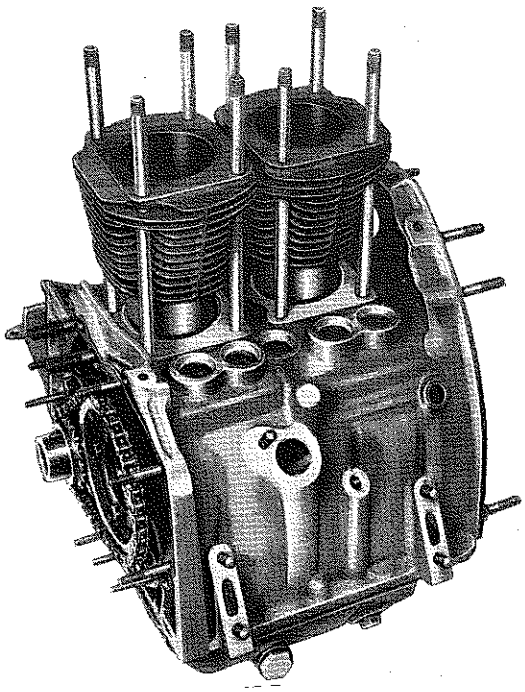


Fig. 48 - Basamento e canne cilindri del motore per le vetture modd. 500 e 500 D.

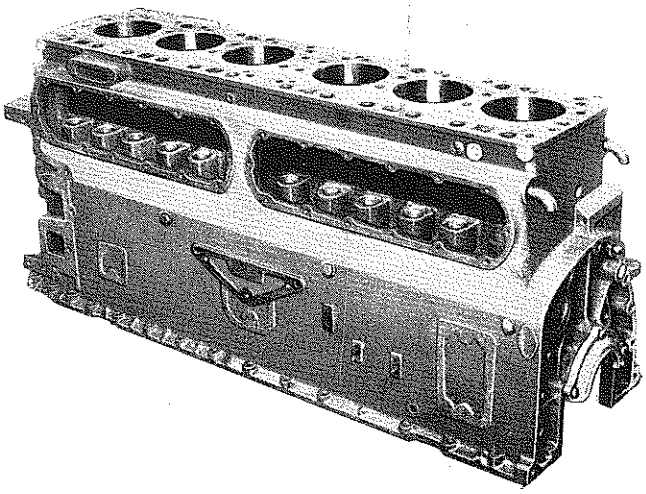


Fig. 49 - Gruppo cilindri con « canne a secco » del motore tipo 364 per l'autocarro mod. 642 N.

I motori con raffreddamento ad aria, invece, sono muniti, all'esterno dei cilindri e della testa, di apposita alettatura che, aumentando la superficie di irradiazione, facilita la dispersione del calore.

La parte inferiore del gruppo cilindri costituisce il **basamento motore** che ha la forma di una cassa, comunicante in alto con le canne cilindri ed irrigidita, in alcuni tipi di motori, da nervature trasversali ricavate di fusione, le quali sopportano i cuscinetti intermedi dell'albero manovella.

## TESTA CILINDRI

In linea generale si può affermare che attualmente la quasi totalità dei motori per autoveicoli è munita di una **testa cilindri riportata.** La testa è collegata al gruppo cilindri per mezzo di viti prigioniere e dadi, opportunamente disposti in modo da assicurare la tenuta tra testa e gruppo cilindri ed impedire deformazioni sotto l'azione del calore e della pressione.

Tra testa e gruppo cilindri è generalmente interposta una **guarnitura** di amianto, rinforzata ai bordi con lamierino di rame o di acciaio. Tale guarnitura ha lo scopo di garantire la tenuta

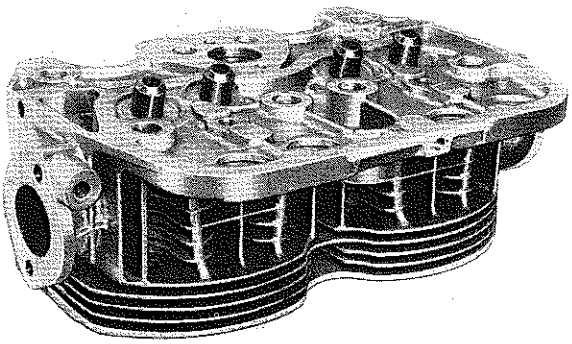


Fig. 50 - Testa cilindri del motore per le vetture modd. 500 e 500 D.

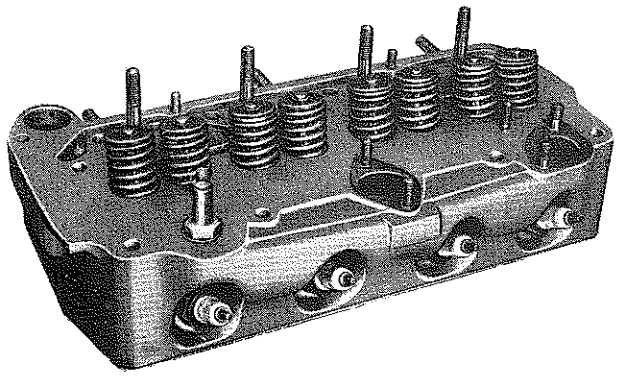


**Fig. 51 - Testa cilindri del motore per la vettura mod. 600.**

dei gas tra la testa ed il gruppo cilindri, e di impedire che l'acqua di raffreddamento che circola dal gruppo cilindri alla testa, sfugga nella zona di accoppiamento e possa così inquinare l'olio lubrificante.

Nei piccoli motori per autoveicoli si ha generalmente una sola testa cilindri, mentre nei motori di maggiori dimensioni, quali quelli per autoveicoli industriali, se ne impiegano due, allo scopo di diminuirne il peso e renderle più maneggevoli.

La testa cilindri è ottenuta di fusione in ghisa normale per cilindri, od in ghisa speciale, oppure in lega di alluminio.

Nella testa cilindri sono normalmente ricavati di fusione ed in seguito finiti con successive lavorazioni meccaniche, i seguenti particolari:

1) le **camere di combustione**, che variano di forma a seconda del tipo di motore;

2) le **sedi per le candele di accensione** (nei motori a carburazione) o le **sedi per gli iniettori** (nei motori ad iniezione);

3) i **vani per la circolazione dell'acqua di raffreddamento;**

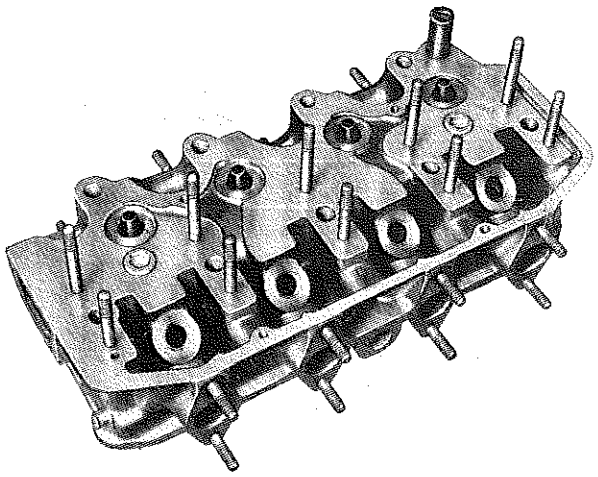


**Fig. 52 - Testa cilindri del motore per le vetture modd. 1300 e 1500.**

4) le **sedi per guide valvole** e le **sedi per valvole** (per motori con valvole in testa);

5) i **condotti di aspirazione e di scarico dei gas** (per motori con valvole in testa);

6) i **fori per prigionieri e bulloni di collegamento della testa** al gruppo cilindri.

Nei motori con valvole in testa, il vano dentro il quale hanno sede gli organi di comando delle valvole è chiuso in alto da un coperchio, in modo da rendere facilmente accessibili gli organi suddetti per verifiche, registrazioni e riparazioni.

## COPPA OLIO PER IL BASAMENTO DEL MOTORE

La coppa motore chiude inferiormente il basamento e funge da serbatoio di raccolta e raffreddamento dell'olio per la lubrificazione del motore.

Nei motori per autovetture la coppa per basamento è generalmente in lamiera di acciaio stampato.

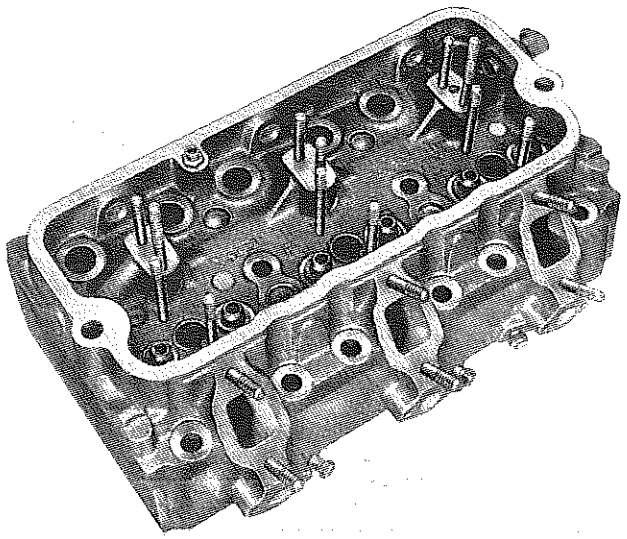


**Fig. 53 - Testa cilindri del motore per l'autocarro mod. 642 N.**

Il motore tipo 364 A dell'autocarro mod. 642 N ha due teste cilindri.

Nei motori a grande cilindrata per autocarri od autobus, la coppa è normalmente d'alluminio e viene frequentemente dotata di alette esterne per aumentare la superficie di raffreddamento.

Tutti i tipi di coppa sono muniti di un tappo per lo scarico dell'olio in essa contenuto.

La coppa è fissata al basamento mediante viti avvitate in fori filettati nella flangia inferiore del basamento; tra coppa e basamento è sempre interposta una guarnitura per evitare eventuali trafilamenti di olio.

## STANTUFFI ED ANELLI

Lo stantuffo può essere considerato come la parete mobile della camera di combustione formata dal cilindro e dalla testa. Esso riceve la pressione dei gas combusti e la trasmette agli organi del manovellismo.

Le condizioni di funzionamento alle quali uno stantuffo motore deve rispondere, possono riassumersi nei seguenti punti:

1) Trasmettere alla biella la forza motrice fornita dalla pressione dei gas combusti.

2) Fare da guida al piede della biella.

3) Impedire che la pressione esercitata dai gas combusti sulla testa dello stantuffo, possa trafilare lungo la superficie laterale di accoppiamento tra stantuffo e canna cilindri e passare così nel basamento motore senza agire sulla testa dello stantuffo.

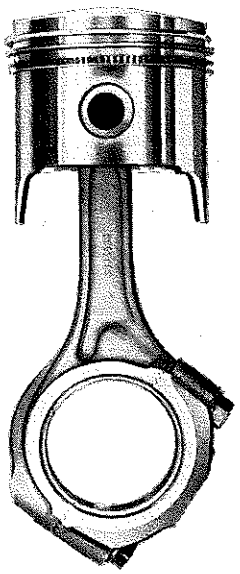


**Fig. 54 - Stantuffo con anelli elastici collegato alla biella (motore della vettura mod. 1300).**

Oltre alla funzione otturatrice, lo stantuffo compie perciò anche una funzione portante in quanto costituisce il pattino che guida il piede di biella lungo l'asse del cilindro motore, durante le corse di spostamento.

Lo stantuffo è perciò costituito: dalla **testa,** che deve resistere alla pressione dei gas ed assicurare la tenuta per mezzo degli anelli elastici; dal **mantello,** che deve essere sufficientemente esteso a seconda del tipo di motore, in modo da poter funzionare come pattino e ripartire sulla canna cilindri la spinta trasmessa dalla biella; da due **mozzi,** che servono al supporto dello **spinotto** o **perno** di articolazione del piede di biella.

Poichè nei motori per autoveicoli è di primaria importanza la leggerezza, gli stantuffi sono generalmente costruiti in speciali leghe di alluminio-silicio. Dato però che l'alluminio ha un coefficiente di dilatazione molto superiore a quello della ghisa, ne consegue che se allo stantuffo venisse dato un diametro corrispondente a quello del rispettivo cilindro, si verificherebbe, a caldo, un ingranamento dello stantuffo nel cilindro.

Prevedere eccessivi giuochi a freddo, capaci di compensare l'aumento di diametro dello stantuffo a caldo, comporterebbe una non tollerabile rumorosità di funzionamento, per battiti tra stantuffo e canna cilindri.

La soluzione del problema è stata ottenuta dando alla testa dello stantuffo un diametro inferiore a quello della canna, della quantità necessaria a compensare le dilatazioni termiche e garantire la tenuta mediante anelli elastici.

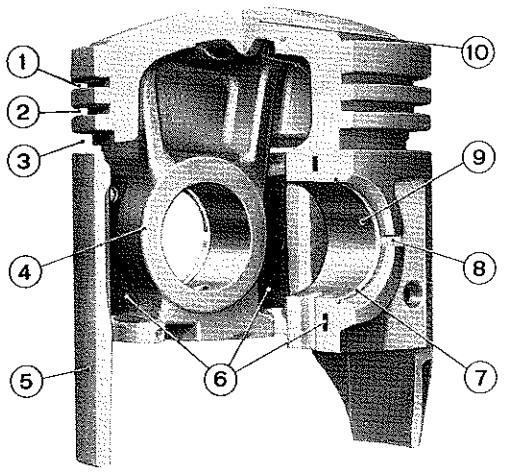



**Fig. 55 - Stantuffo « autotermico » per motori a carburazione.**
1 e 2. Cave per anelli elastici di tenuta. - 3. Cava per anello raschiaolio. - 4. Mozzo per perno. - 5. Mantello. - 6. Piastrine d'acciaio. - 7. Scanalatura per anello elastico di ritenuta. - 8. Intaglio per estrazione anello elastico. - 9. Sede per perno. - 10. Cielo o testa dello stantuffo.

Il mantello dello stantuffo ha invece un diametro sufficientemente preciso, così da eliminare qualsiasi rumorosità. L'aumento del diametro è compensato, in alcuni tipi di stantuffi, per mezzo di un apposito **taglio** longitudinale, il quale permette il restringimento del mantello sotto l'azione delle pressioni che si vengono a creare in conseguenza della dilatazione dello stantuffo. In altri tipi si ricorre a sagomature particolari che compensano le dilatazioni termiche.

Un tipo di stantuffo, chiamato « autotermico » (fig. 55), porta incorporate delle piastrine d'acciaio, che hanno un coefficiente di dilatazione inferiore a quello dell'alluminio. Si forma così una coppia bimetallica che consente il controllo delle dilatazioni termiche e permette un accoppiamento fra stantuffo e canna cilindro con un giuoco minimo.

La superficie del mantello, anzichè essere perfettamente liscia, può presentare delle leggere rigature che, facilitando la lubrificazione dello scorrimento e riducendo la superficie d'attrito, consentono un accoppiamento ancora più preciso.

Gli **anelli elastici,** dei quali lo stantuffo è munito, servono per assicurare la tenuta della pressione, come precedentemente accennato, ed anche per impedire che l'olio lubrificante proiettato abbondantemente dal manovellismo contro le pareti del cilindro, possa entrare nella camera di combustione, dando luogo a spreco di lubrificante e disturbi alle candele di accensione.

Gli anelli elastici servono inoltre per evitare il trafilamento del combustibile, non bruciato, nella coppa olio e la conseguente diluizione del lubrificante.

Gli anelli elastici sono costruiti in ghisa speciale, di materiale elastico ad elevata durezza. Gli anelli liberi (non montati) hanno un diametro esterno maggiore del diametro interno dei cilindri sui quali debbono essere montati e presentano una discontinuità, o taglio, generalmente verticale, di qualche mm di larghezza.

Tale taglio conferisce all'anello una notevole elasticità, che permette di aumentare o diminuire

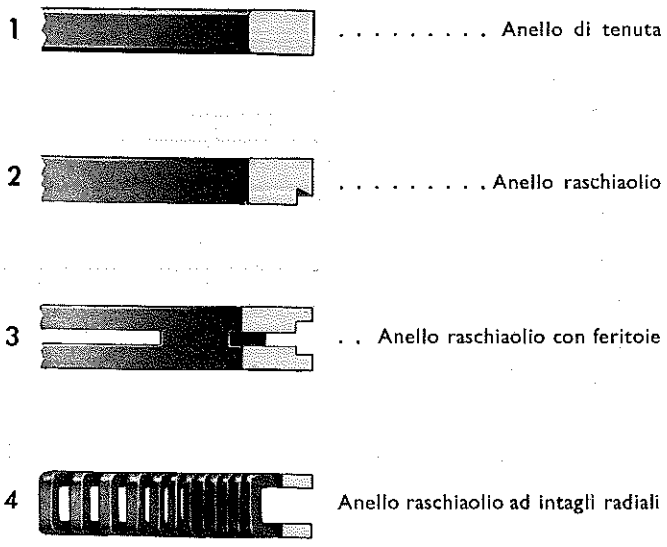



**Fig. 56 - Alcuni tipi di anelli elastici.**

il suo diametro esterno; quando gli anelli elastici sono introdotti nel cilindro, avente un diametro interno inferiore a quello esterno degli anelli liberi, gli stessi vengono ad esercitare contro la parete del cilindro una pressione sufficiente ad assicurare la perfetta tenuta dei gas.

Gli anelli elastici si possono distinguere in due categorie principali:

a) **anelli di tenuta** (fig. 56/1);

b) **anelli raschiaolio** (fig. 56/2-3-4).

Gli anelli di tenuta sono a sezione rettangolare e vengono montati nella parte superiore della testa dello stantuffo, vicino alla camera di combustione.

Gli anelli raschiaolio hanno al contrario una sezione smussata od a C e vengono montati sotto gli anelli di tenuta. Una serie di fori praticati sullo stantuffo, nella cava per sede anello raschiaolio, permette che l'olio lubrificante raccolto dall'anello stesso, passi nell'interno dello stantuffo e di qui cada nella coppa motore.

### PERNI PER STANTUFFI

I **perni per stantuffi**, chiamati anche **spinotti**, hanno la funzione di collegare gli stantuffi alle bielle, lasciando però ai due organi la necessaria, reciproca libertà di movimento.

Il perno per stantuffo è in genere un perno tubolare in acciaio, il quale può essere accoppiato con la biella e lo stantuffo in tre differenti modi:

a) perno stantuffo bloccato nei due mozzi dello stantuffo;

b) perno stantuffo bloccato nel piede di biella;

c) perno stantuffo libero di ruotare sia nello stantuffo che nel piede di biella.

Quest'ultimo accoppiamento è quello maggiormente adoperato.

## BIELLE

La biella è un organo meccanico al quale è affidato il collegamento dello stantuffo, mediante il relativo perno, con la corrispondente manovella dell'albero motore.

Questo collegamento ha lo scopo di trasformare il movimento alternativo dello stantuffo in un moto rotatorio dell'albero manovella.

Nella biella si possono distinguere le seguenti parti:

1) **Piede di biella**, che abbraccia il perno per stantuffo.

2) **Corpo o fusto di biella**, che collega il piede alla testa di biella ed è generalmente con sezione a doppio T.

3) **Testa di biella**, che abbraccia il perno della manovella albero motore.

Il piede di biella è generalmente munito di una boccola in bronzo piantata a forza nello stesso. La lubrificazione di tale boccola è ottenuta per mezzo di un taglio praticato sulla parte superiore del piede di biella; il taglio raccoglie e convoglia alla boccola l'olio lubrificante proiettato dal manovellismo durante la rotazione.

In qualche tipo di motore la lubrificazione della boccola in bronzo del piede di biella è invece ottenuta per mezzo di un foro o di un tubetto colleganti direttamente la testa di biella al piede. L'olio sotto pressione proveniente dall'albero manovella può così fluire al perno di biella.

La testa di biella è quasi sempre divisa in due parti, per evidenti ragioni di montaggio. La parte asportabile, il **cappello** di biella, è collegato al corpo per mezzo di bulloni.

Le due superfici cilindriche della testa di biella vengono rivestite con un **cuscinetto,** diviso in due metà o **gusci,** dei quali uno applicabile al corpo di biella ed uno al cappello. La rotazione del cuscinetto nel suo alloggiamento è impedita per mezzo di un grano od un intaglio che rende solidale il cuscinetto al corpo di biella.

I cuscinetti sono costituiti da un anello diviso in due metà secondo il diametro, rivestito con uno

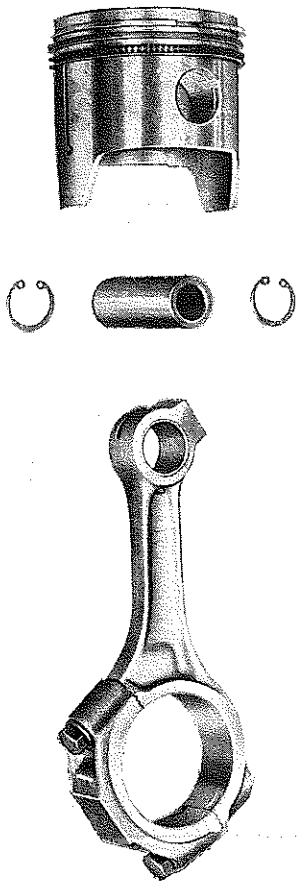


Fig. 57 - Stantuffo, perno con anelli di ritenuta e biella.

strato sottilissimo di **metallo antifrizione,** avente una speciale composizione a base di stagno, antimonio, rame, piombo, che presenta un basso coefficiente di attrito.

Sui motori per autoveicoli vengono generalmente montati cuscinetti **a guscio sottile.** La caratteristica principale di questi cuscinetti sta nel fatto che il guscio di supporto è costituito da un pezzo di nastro di acciaio, rivestito da uno strato sottilissimo di metallo antifrizione. Lo spessore complessivo del cuscinetto è normalmente inferiore a due millimetri.

Questa caratteristica conferisce una notevole elasticità al cuscinetto, che può così adattarsi perfettamente nella sua sede.

Le bielle di un motore vengono sempre numerate durante il montaggio, in modo che la biella n. 2, ad esempio, venga sempre montata, anche in successive riparazioni, sulla stessa manovella.

## ALBERO MANOVELLA

L'albero manovella è un organo vitale del motore; esso realizza, infatti, la trasformazione degli impulsi alternativi, che riceve dagli stantuffi tramite le bielle, in moto rotativo, il quale viene trasmesso alle ruote motrici attraverso un complesso di organi meccanici (frizione, cambio di velocità, differenziale, ponte) collegati all'albero stesso.

L'albero manovella, durante il funzionamento del motore, è soggetto a violenti sforzi, provocati dall'esplosione della miscela gassosa o dovuti alle

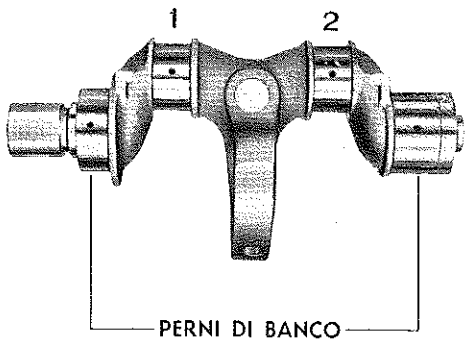



Fig. 58 - Albero manovella per motore a 2 cilindri con due supporti.

reazioni delle accelerazioni degli organi dotati di movimento alternativo; di conseguenza esso viene costruito in acciaio speciale di alta resistenza.

L'albero manovella presenta una caratteristica forma, per la quale viene denominato anche albero a gomiti, variabile a seconda del numero degli appoggi e del numero e della disposizione dei cilindri.

In un albero manovella è possibile distinguere tre parti:

1) **Perni di banco** o supporti, che costituiscono la superficie di appoggio dell'albero manovella.

2) **Perni di biella,** ai quali sono collegate le teste di biella.

3) **Bracci di manovella,** che formano il collegamento tra i perni di banco ed i perni di biella.

Un perno di biella, unitamente ai due bracci di manovella ad esso collegati, costituisce una **manovella.**

Nei motori per autoveicoli l'albero è generalmente fucinato in un solo pezzo, ma esistono

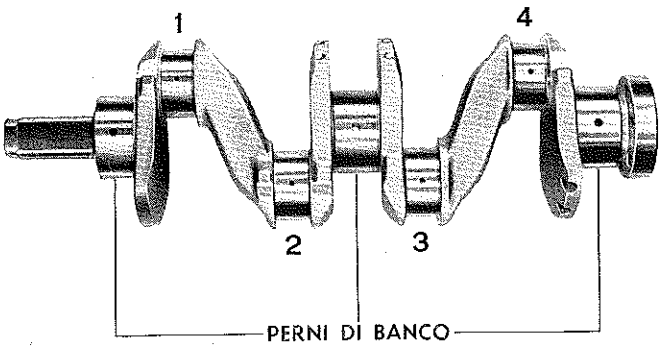



**Fig. 59 - Albero manovella per motore a 4 cilindri con tre supporti.**

motori nei quali esso è composto di diverse parti, che vengono poi collegate tra loro.

Come già abbiamo avuto occasione di osservare, la forma di un albero manovella dipende dal numero dei supporti di banco, nonchè dal numero e dalla disposizione dei cilindri. In un motore a 4 tempi, nel quale il ciclo di funzionamento è compiuto ogni 2 giri dell'albero manovella, ossia in 720°, si è già visto che lo sfasamento dei cicli è dato dalla divisione

$$720° : 4 = 180°.$$

Si ha quindi che per un **motore a 4 cilindri** le manovelle debbono essere tra loro sfalsate di 180°.

Circa il numero dei supporti o perni di banco, sono state adottate nei motori per autoveicoli a 4 cilindri, a 4 tempi, tutte le soluzioni possibili e precisamente:

1) **due supporti**, disposti alle estremità dell'albero manovella. È questo il caso dell'albero manovella montato sul motore della vettura FIAT mod. 500 (fig. 58);

2) **tre supporti**, di cui due disposti alle estremità dell'albero manovella ed uno centrale, secondo lo schema illustrato in fig. 59. Tale soluzione è stata adottata, ad esempio, nei motori delle vetture FIAT modd. 1100, 1300, 1500 e 1400;

3) **quattro supporti**, di cui due alle estremità della manovella n. 1 e due alle estremità della manovella n. 4;

4) **cinque supporti**, disposti alle estremità di ogni manovella dell'albero motore. Questa soluzione è stata adottata per gli alberi dei motori montati sui Cabriolet 1600 S.

Nel motore a **sei cilindri**, le manovelle debbono essere tra loro sfalsate di $\frac{720°}{6}$, cioè di 120°.

Nel motore a 6 cilindri, a 4 tempi, le disposizioni più comuni dei supporti di banco si possono riassumere in:

1) **tre supporti**, di cui due disposti alle estremità dell'albero manovella ed uno centrale;

2) **quattro supporti**, disposti in modo da separare a due a due le manovelle. Nella fig. 60 è illustrato un albero manovella con 4 perni di banco, corrispondente alla soluzione adottata nel motore della vettura FIAT mod. 1800 a 6 cilindri;

3) **sette supporti**, disposti alle estremità di ogni manovella dell'albero motore.

## VOLANO MOTORE

Si è già accennato come nel ciclo di funzionamento di un motore a combustione interna, a 4 tempi, una sola fase (espansione) sia attiva e produca lavoro; le altre tre fasi al contrario richiedono, per il loro svolgimento, il consumo di una certa quantità di energia motrice.

Affinchè, nonostante l'irregolarità e disuniformità del ciclo, l'albero motore possa ruotare, per quanto possibile, in modo uniforme e regolare, è necessario che una parte dell'energia prodotta durante la fase attiva venga accumulata in uno speciale organo meccanico.

Tale organo è appunto il **volano motore** che funge da serbatoio di energia. L'energia si ac-

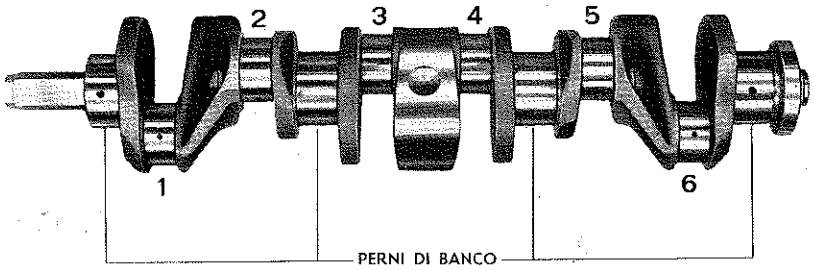



**Fig. 60.**

**Albero manovella per motore a 6 cilindri con quattro supporti.**

cumula nel volano durante la fase attiva del ciclo e viene restituita nelle rimanenti tre fasi passive.

**Lo scopo del volano è pertanto quello di correggere il valore della coppia motrice, per renderla più costante possibile durante il ciclo di funzionamento del motore.**

L'azione del volano è tanto più utile quanto minore è il numero dei cilindri del motore.

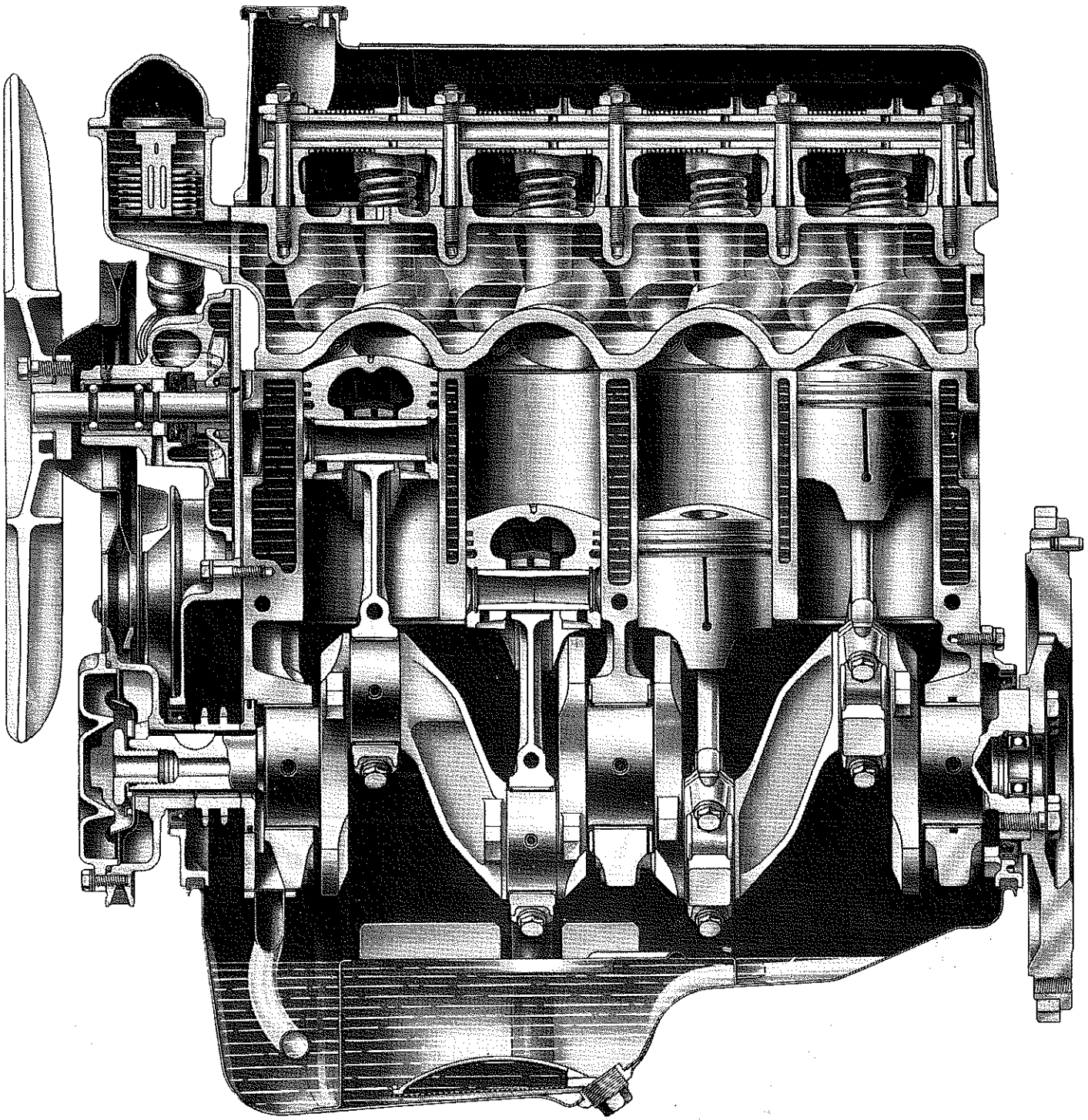


**Fig. 61 - Sezione longitudinale sugli organi del manovellismo, del complessivo motore montato sulla vettura mod. 1300.**

# ORGANI DELLA DISTRIBUZIONE

## LA DISTRIBUZIONE

### GENERALITÀ

Si definisce come « **distribuzione** » il complesso degli organi meccanici che provvedono alla apertura ed alla chiusura delle valvole di aspirazione e di scarico, negli istanti stabiliti dal diagramma della distribuzione.

A seconda della sistemazione delle valvole i motori si possono suddividere in due categorie:

a) **motori a valvole in testa;**

b) **motori a valvole laterali.**

Nei motori a **valvole in testa** (fig. 62) le sedi delle valvole sono disposte sul fondo della testa cilindri opposto alla faccia dello stantuffo, mentre nei motori a **valvole laterali** sono collocate a fianco della canna sullo stesso gruppo cilindri (fig. 63).

Nei motori con valvole in testa l'**albero della distribuzione** o **degli eccentrici** può essere, a seconda del tipo di motore, situato nel **basamento** oppure in **testa** (sulla testa cilindri). Qualora l'albero della distribuzione sia situato nel basamento, come illustrato nelle figg. 62 e 63, il movimento è trasmesso dall'albero stesso alla valvola, per mezzo di una punteria, oppure mediante un'asta, una vite di registro bilanciere e un bilanciere.

Quando al contrario l'albero della distribuzione è collocato in testa, il comando della valvola può

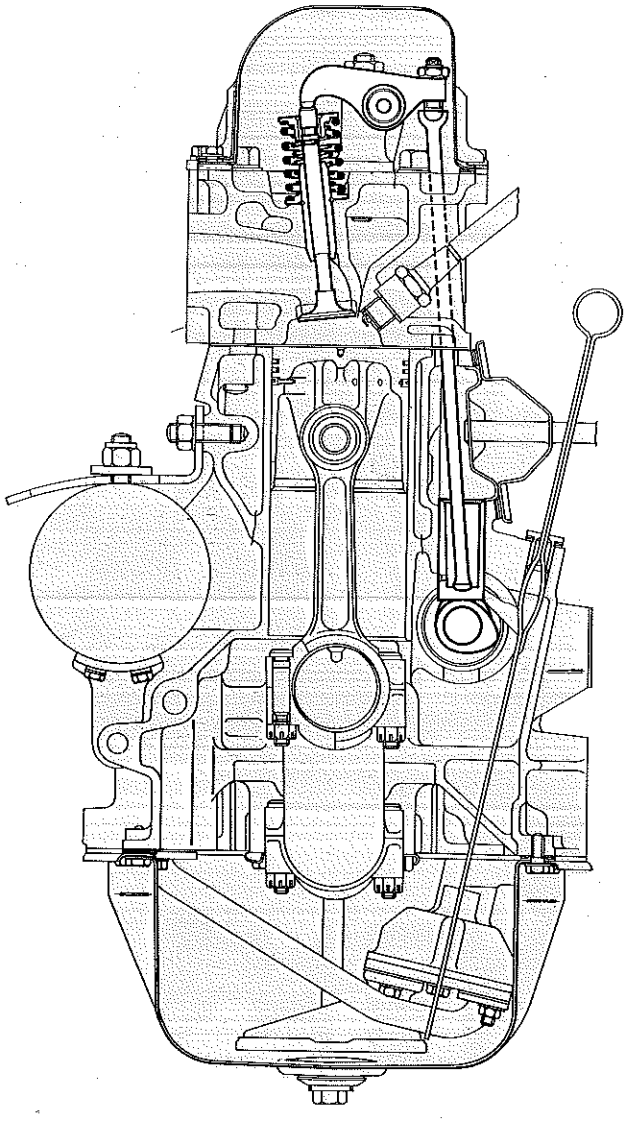


**Fig. 62 - Distribuzione di un motore a valvole in testa.**

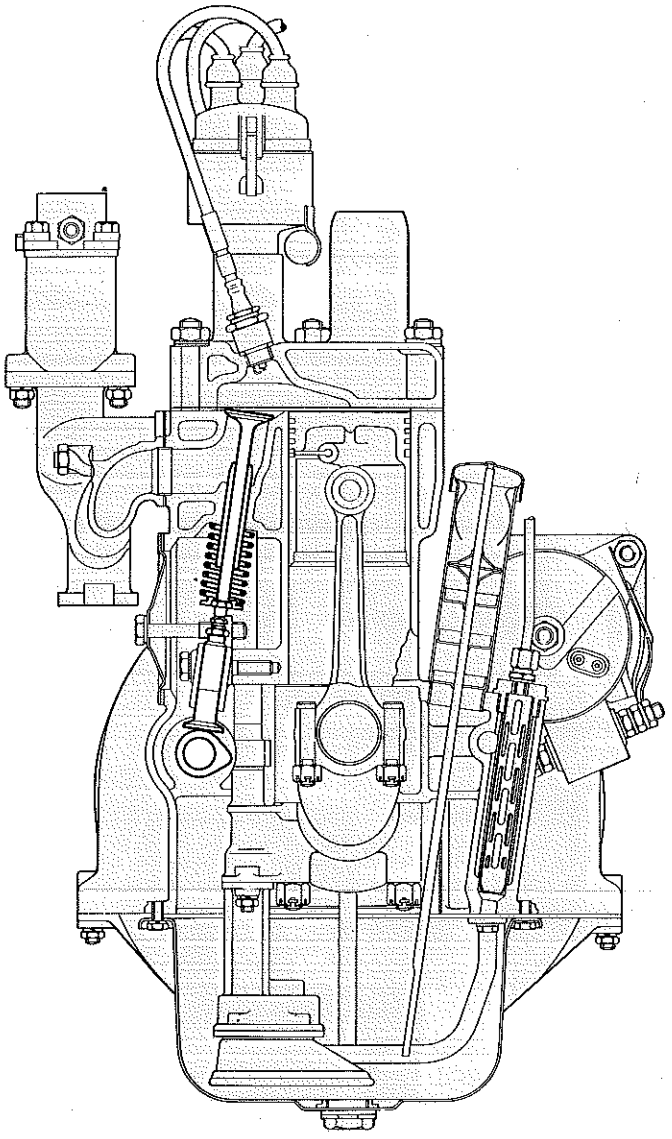


**Fig. 63 - Distribuzione di un motore a valvole laterali.**

essere **diretto** (motore della vettura 1600 S, fig. 64), oppure **indiretto** se il comando della valvola avviene con l'intermediario di un bilanciere.

La chiusura della valvola è ottenuta per mezzo di una molla di richiamo, la quale si appoggia da una parte sulla testa cilindri e dall'altra su di uno speciale scodellino (fig. 62) fissato alla estremità dello stelo della valvola. Non appena la corsa di apertura della valvola è terminata, la molla, che risulta compressa, ritorna nella posizione di riposo provocando contemporaneamente la chiusura della valvola.

Nei motori con **valvole laterali**, l'albero della distribuzione è sempre situato nel basamento; ne consegue una notevole semplificazione dei comandi delle valvole in quanto le stesse possono essere direttamente azionate dall'albero della distribuzione per mezzo di punterie (fig. 63).

per mezzo di una **catena** oppure per mezzo di **ingranaggi**, la cui dentatura è generalmente del tipo elicoidale in quanto garantisce una maggiore silenziosità di funzionamento.

Quando l'albero della distribuzione è collocato sulla testa cilindri, la trasmissione del moto dall'albero motore all'albero distribuzione risulta un po' più complicata, specie se si vuole ottenere una notevole silenziosità di funzionamento (fig. 64).

Nei motori a 4 tempi l'albero della distribuzione compie un numero di giri che è esattamente la metà di quello compiuto dall'albero motore. La valvola deve infatti aprirsi e chiudersi una volta per ogni ciclo compiuto dal motore e quindi l'albero della distribuzione deve fare un giro ogni due effettuati dall'albero motore, dato che quest'ultimo compie due giri per ogni ciclo, come precedentemente descritto.

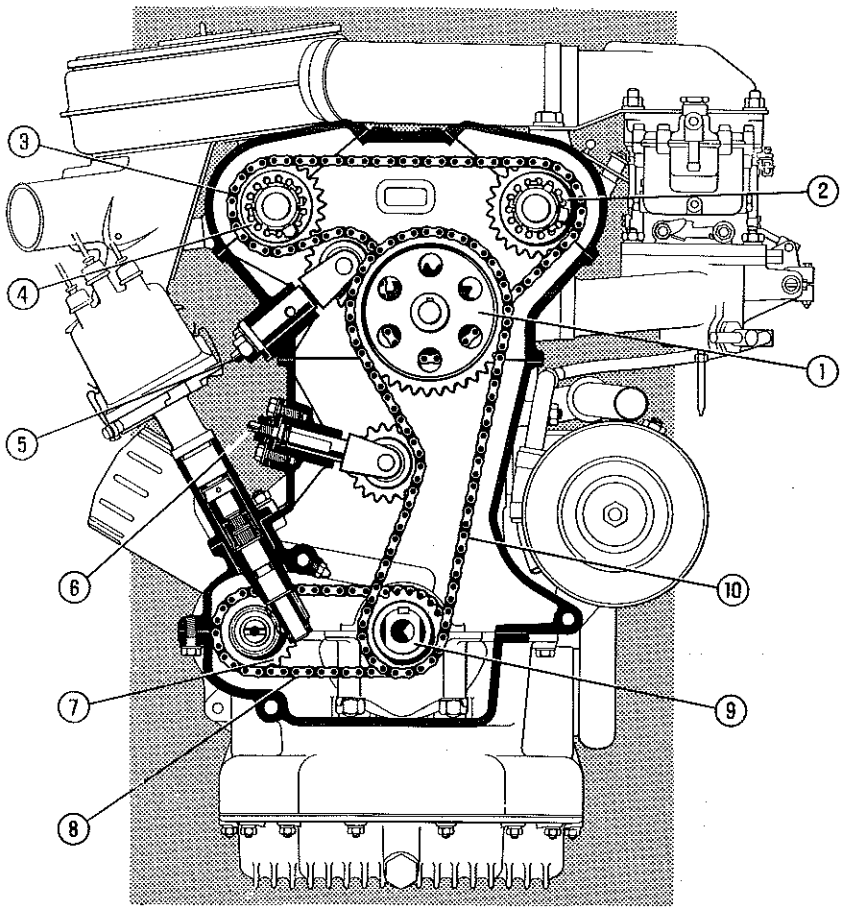



**Fig. 64.**
**Schema comando distribuzione del motore montato sul cabriolet 1600 S.**

1. Ingranaggio doppio di rinvio. - 2. Ingranaggio albero distribuzione comando valvole di aspirazione. - 3. Catena, a doppio rango, per comando alberi distribuzione. - 4. Ingranaggio albero distribuzione comando valvole di scarico. - 5. Tenditore catena (3). - 6. Tenditore catena (10). - 7. Ingranaggio comando distributore d'accensione e pompa olio. - 8. Catena semplice per comando ingranaggio (7). - 9. Albero motore. - 10. Catena, a doppio rango, per comando ingranaggio doppio di rinvio.

Sono di conseguenza eliminate le aste per comando bilancieri ed i bilancieri stessi.

L'albero della distribuzione, sia nei motori con valvole in testa, come in quelli con valvole laterali, riceve il moto dall'albero motore. La trasmissione del moto rotatorio dall'albero motore all'albero della distribuzione può essere ottenuta

In taluni motori, come ad esempio nei tipi 1300-1500, l'albero distribuzione situato nel basamento comanda, a mezzo delle aste, i bilancieri montati su due assi sulla testa cilindri. Su un asse si trovano i bilancieri per le valvole di aspirazione, mentre sull'altro quelli per le valvole di scarico.

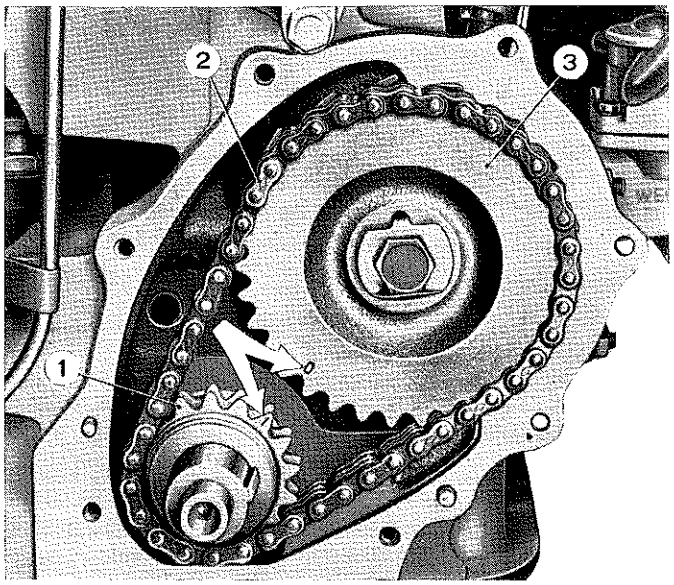



**Fig. 65 - Ingranaggi e catena della distribuzione del motore montato sulle vetture mod. 1100.**

1. Ingranaggio sull'albero motore. - 2. Catena comando distribuzione. - 3. Ingranaggio sull'albero ad eccentrici.

Le frecce indicano i riferimenti per la messa in fase della distribuzione.

## ALBERO DELLA DISTRIBUZIONE O AD ECCENTRICI

L'albero della distribuzione è l'organo meccanico che riceve il moto rotatorio dall'albero motore e lo trasmette, per mezzo di eccentrici, alle valvole, trasformandolo in moto rettilineo alterno.

Il numero degli eccentrici è uguale al numero di valvole esistenti nel motore.

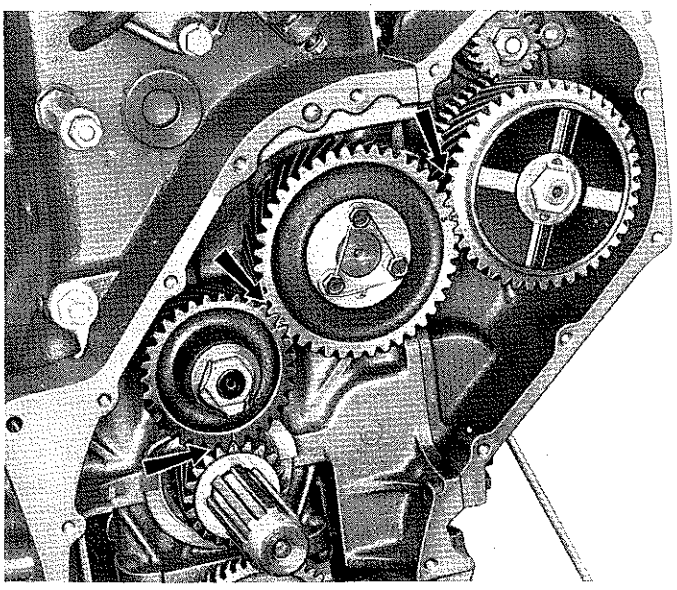


**Fig. 66 - Ingranaggi comando distribuzione e pompa d'iniezione del motore tipo 203 (Modd. 682N - 690N).**

Il profilo degli eccentrici determina il movimento di apertura delle valvole e ne stabilisce l'**alzata**. Detto profilo è diverso per le valvole di aspirazione e di scarico, in quanto diversi sono gli angoli di apertura e di chiusura fissati dal diagramma della distribuzione.

La posizione dell'eccentrico sull'albero ed il suo profilo sono quindi determinati dalla condizione di ottenere l'apertura della valvola nel preciso istante stabilito, ed inoltre di sollevarla e mantenerla aperta nella misura necessaria ad un ottimo riempimento di miscela gassosa del cilindro o al maggior scarico possibile dei gas combusti. La chiusura della valvola deve avvenire rapidamente e nell'istante fissato dal diagramma della distribuzione.

Il profilo dell'eccentrico comprende in generale:

1) un tratto di cerchio, che viene definito **cerchio base**, al quale corrisponde il periodo di chiusura della valvola;

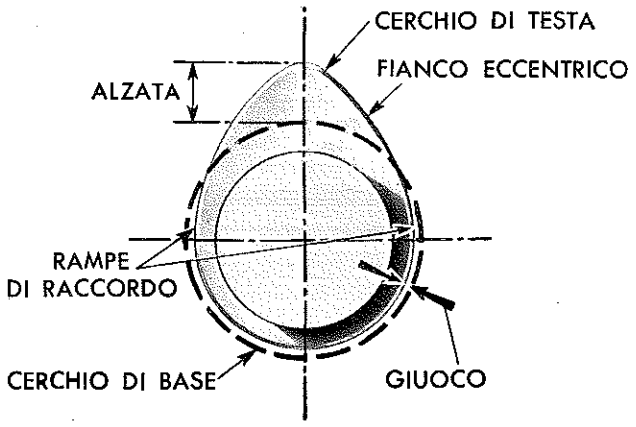



**Fig. 67 - Eccentrico per comando valvola.**

2) un tratto di cerchio, che viene definito **cerchio di testa**, che corrisponde alla fase di massima apertura;

3) due tratti **rettilinei** o **curvi**, tangenti al cerchio base ed al cerchio di testa, che corrispondono ai periodi di apertura e chiusura della valvola.

In pratica, nella costruzione di un eccentrico, al fine di creare un certo **giuoco** di funzionamento tra valvola e punteria e consentire la dilatazione dello stelo valvola in seguito al riscaldamento, il **cerchio base** (fig. 67) viene diminuito di un certo valore (**giuoco**) e vengono create tra il nuovo cerchio base dell'eccentrico ed il primitivo, delle **rampe di raccordo** con i **fianchi** dell'eccentrico. La rampa di raccordo è a bassa pendenza, in modo da ridurre al minimo l'urto tra eccentrico e punteria e quindi garantire la silenziosità di funzionamento.

Nei motori per autoveicoli il giuoco normalmente esistente tra valvola e punteria è variabile, all'incirca, da 0,10 mm a 0,40 mm.

Alcuni tipi di motore, come ad esempio quello della vettura Cabriolet 1600 S, hanno due alberi distribuzione, uno per le valvole di aspirazione e l'altro per quelle di scarico. Gli eccentrici dei due alberi agiscono direttamente sulle valvole.

Altri tipi di motore, come ad esempio quelli delle vetture 1300 e 1500, hanno un solo albero distribuzione nel basamento, con gli eccentrici che comandano i bilancieri disposti su due assi sulla testa cilindri (vedere la fig. 68).

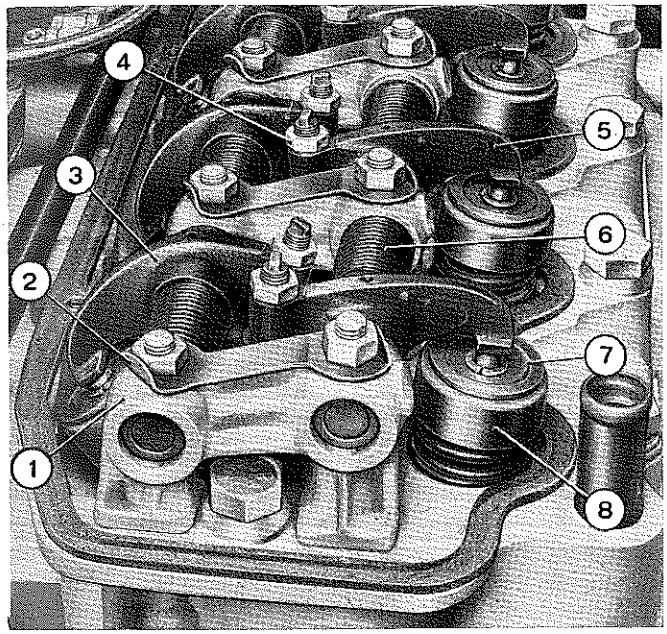



**Fig. 68 - Particolare testa cilindri, con due assi per bilancieri, dei motori 1300 e 1500.**

1. Supporto per alberi porta bilancieri. - 2. Piastrina di sicurezza. - 3. Bilanciere per valvola di aspirazione. - 4. Dado per regolazione giuoco fra valvole e bilancieri. - 5. Bilanciere per valvola di scarico - 6. Molla per bilancieri. - 7. Scodellino superiore per molle valvole. - 8. Cappuccio riparo olio per valvole.

## PUNTERIE E BILANCIERI

L'organo a diretto contatto con l'eccentrico è la **punteria**, quando questa sia dotata di un moto rettilineo; nel caso in cui abbia un movimento oscillatorio, l'organo a contatto dell'eccentrico è il **bilanciere.**

Tanto la punteria come le aste ed il bilanciere servono a trasmettere allo stelo della valvola il moto impresso dall'eccentrico.

La regolazione del giuoco di funzionamento delle valvole viene effettuata agendo sulla apposita vite di registro di cui è munita ogni punteria o bilanciere.

È necessario non confondere l'operazione di regolazione del giuoco delle punterie o dei

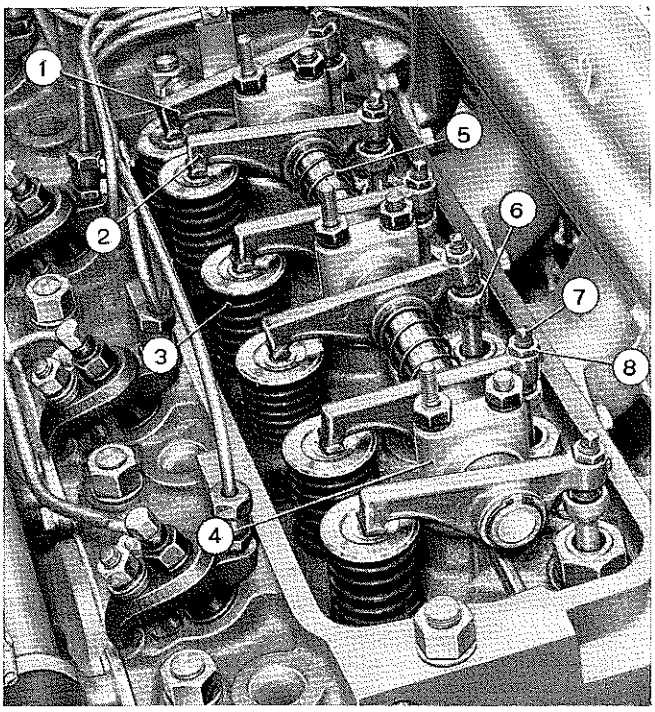



**Fig. 69 - Particolare testa cilindri montata sul motore tipo 203 (modd. 682 N - 690 N).**

1. Bilanciere per valvola aspirazione. - 2. Bilanciere per valvola scarico. - 3. Molla esterna per valvola. - 4. Supporto per alberi bilancieri. - 5. Molla per bilancieri. - 6. Puntalino. - 7. Vite registro. - 8. Dado.

bilancieri con la regolazione della distribuzione. Quest'ultima consiste infatti nel far coincidere l'istante preciso di apertura e chiusura delle valvole, stabilito dal diagramma della distribuzione, con la posizione assunta negli stessi istanti dall'albero motore e quindi dagli stantuffi.

La regolazione delle punterie o dei bilancieri permette invece di ottenere l'esatto giuoco di questi con lo stelo delle valvole, allo scopo di conseguire la massima silenziosità di funzionamento e nello stesso tempo essere sicuri che le punterie od i bilancieri non puntino sulle valvole impedendone la completa chiusura.

## VALVOLE

Le valvole sono sottoposte a sollecitazioni meccaniche, dovute agli urti del piatto della valvola sulla rispettiva sede durante le fasi di chiusura, nonchè agli urti trasmessi dal bilanciere di comando o dalla punteria sull'estremità dello stelo della valvola. Contemporaneamente le valvole, ed in particolare quelle di scarico, sono soggette ad elevate temperature, che tendono a produrre deformazioni delle valvole stesse.

Il raffreddamento delle valvole avviene mediante la trasmissione del calore all'aria oppure all'acqua di raffreddamento. La trasmissione del calore avviene normalmente attraverso la testa

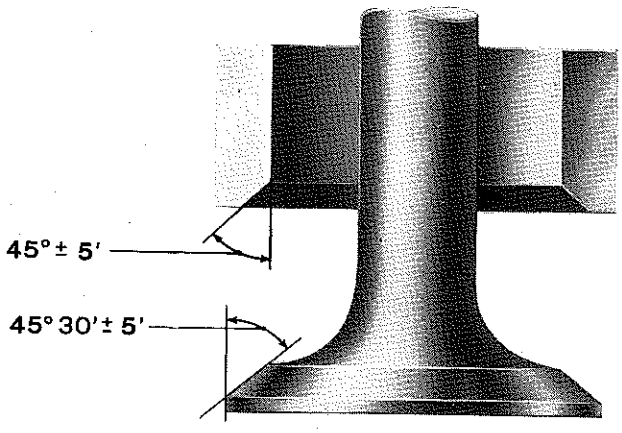



**Fig. 70 - Esempio di doppia conicità nella lavorazione delle sedi valvole.**

della valvola e la rispettiva sede e tra lo stelo della valvola e la sua guida.

La **testa,** con forma generalmente a fungo e sede conica, è la parte della valvola che consente la chiusura della luce di immissione della miscela gassosa nel cilindro motore (valvola di aspirazione) oppure della luce di scarico dei gas combusti (valvola di scarico).

La tenuta è fatta su di una superficie conica ricavata sulla periferia della testa valvola, il cui angolo al vertice viene stabilito a seconda dei casi; questa superficie combacia, quando la valvola è chiusa, con una sede avente la superficie pure conica ma leggermente inferiore di diametro a quella della valvola, allo scopo di garantire una buona tenuta anche con il verificarsi dell'usura della valvola in seguito a prolungato funzionamento.

Lo **stelo** ha lo scopo di guidare la valvola e trasmettere alla testa il movimento di apertura o chiusura.

Occorre notare che la superficie conica della valvola e la superficie conica della sede non sono perfettamente coincidenti, ma differiscono l'una dall'altra di un piccolo angolo negativo con un valore variabile di circa 30′ (fig. 70).

Questa doppia conicità ha lo scopo di facilitare l'assestamento delle sedi dopo un breve periodo di funzionamento.

Lo stelo della valvola si muove con moto alterno, guidato da un apposito **guida valvola,** normalmente costruito in ghisa e riportato sulla testa cilindri (per motori con valvole in testa), oppure sul gruppo cilindri (per motori con valvole laterali), allo scopo di renderne possibile e facile la sostituzione nel caso di usura od ovalizzazione.

# MOLLE VALVOLE

La molla della valvola ha la funzione di assicurare un continuo contatto tra l'estremità dello stelo della valvola ed il bilanciere (o la punteria) e tra il bilanciere, l'asta di comando, il piattello e la superficie dell'eccentrico dell'albero di distribuzione.

La molla deve garantire la tenuta della valvola nella sua sede quando la stessa è chiusa, e possedere una tensione sufficiente per vincere, durante il moto alterno della valvola, le forze di inerzia del complessivo valvola.

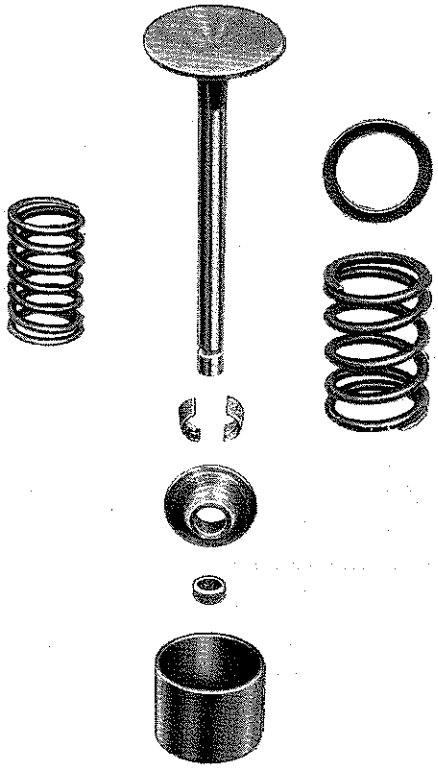


**Fig. 71 - Valvola motore con molle e particolari.**

Le molle sono generalmente elicoidali, cilindriche, e sono costruite in acciaio speciale al silicio-manganese, date le rilevanti sollecitazioni alle quali esse sono soggette durante il funzionamento del motore.

Nella maggior parte dei motori vengono montate due molle per valvola.

Con la doppia molla si ottiene un funzionamento più sicuro e vengono eliminate le vibrazioni e lo sfarfallamento.

# I COMBUSTIBILI PER MOTORI A CARBURAZIONE E AD INIEZIONE

## TIPI DI COMBUSTIBILI

I combustibili per motori a combustione interna possono essere suddivisi in:

1) **Liquidi.**
2) **Gassosi.**
3) **Solidi.**

I **combustibili liquidi** sono attualmente i più diffusi nel campo automobilistico e possono essere raggruppati in due grandi categorie:

a) **carburanti;**
b) **gasoli o nafte.**

Tutti i **combustibili liquidi** naturali sono degli **idrocarburi,** cioè dei composti a base di carbonio ed idrogeno, che si differenziano l'uno dall'altro a seconda della grandezza della molecola e della disposizione degli elementi nella molecola stessa.

Tra i carburanti sono classificati: la **benzina** (ottenuta dalla distillazione o raffinazione degli oli minerali greggi o con processi sintetici), il **benzolo,** gli **alcoli,** gli **eteri** ecc.

Appartengono al contrario alle **nafte** tutti gli oli medi e pesanti ottenuti dalla distillazione degli oli minerali greggi e denominati comunemente **nafte leggere** o **gasoli** e **nafte pesanti** o **nafte nere.**

I **combustibili gassosi** possono essere naturali, quali il **metano,** il **butano,** il **propano,** oppure ricavati mediante la gassificazione di **combustibili solidi,** effettuata entro appositi generatori denominati **gassogeni.**

I **combustibili gassosi e solidi** non hanno pratico impiego, nel campo automobilistico, date le difficoltà di rifornimento, di trasporto e la scarsa autonomia di funzionamento del motore.

## REQUISITI DEI CARBURANTI

I principali requisiti che un combustibile deve possedere per essere usato come carburante sono la **volatilità** e la **resistenza alla detonazione.**

La **volatilità** di un carburante è importante in quanto consente allo stesso di diffondersi nell'aria e formare così una miscela omogenea. Quando un combustibile possiede molte parti facilmente volatili, risultano facilitati l'avviamento a freddo del motore, una buona distribuzione della miscela ed una pronta ripresa. In genere l'indice di volatilità di un combustibile viene dedotto dalla osservazione della curva di distillazione frazionata del carburante, che può anche dare un orientamento sul comportamento del carburante nei riguardi dei fenomeni che vi si connettono (avviamento, ripresa, ecc.).

La **resistenza alla detonazione** di un carburante è l'attitudine dello stesso a resistere a compressioni elevate senza incendiarsi. Qualora infatti un carburante abbia una bassa resistenza alla detonazione e venga impiegato in motori con forti rapporti di compressione, si riscontra, durante il funzionamento, la **detonazione,** avvertita da colpi metallici nella testa (battito in testa o battito di detonazione), che provoca una diminuzione di potenza nel motore e genera anormali sollecitazioni sugli organi del manovellismo.

Si è convenuto di esprimere la **resistenza alla detonazione** di un carburante mediante il cosidetto «**numero di ottano**» (indicato con le sigle N.O.).

Tale numero viene determinato in modo sperimentale e nel metodo attualmente più in uso (metodo motoristico C.F.R. « Cooperative Fuel Research »), il motore adoperato per la prova è a compressione variabile, con valvole in testa, e vengono opportunamente fissati il numero di giri dell'albero manovella, la temperatura di funzionamento del motore e della miscela carburata, l'anticipo all'accensione, ecc.

La determinazione del **numero di ottano** di un carburante viene fatta per confronto con i due idrocarburi **eptano** (che ha una bassa resistenza alla detonazione) ed **isottano** (che ha una elevata resistenza alla detonazione).

Per l'eptano si stabilisce che il numero di ottano è uguale a zero, mentre per l'isottano si fissa il numero di ottano uguale a 100. La maggioranza dei carburanti può così essere classificata con numeri di ottano compresi tra 0 e 100.

**Il numero di ottano di un carburante rappresenta la percentuale di isottano contenuta in una miscela eptano-isottano che, nel motore C.F.R. campione, detona per lo stesso valore del rapporto di compressione al quale detona il carburante in esame.**

La resistenza alla detonazione di un carburante può essere migliorata con l'aggiunta, in piccole dosi, di certe sostanze che vengono, per tale loro proprietà, denominate **antidetonanti.** Fra tali sostanze ricordiamo il **piombo tetraetile,** il **ferro pentacarbonile,** il **nichel tetracarbonile,** l'**anilina.**

Il piombo tetraetile, liquido volatile e molto solubile nella benzina, è il più efficace e quello attualmente più in uso. Il suo impiego è però limitato dal fatto che forma dei depositi di piombo nel cilindro e che è molto velenoso e tossico per l'organismo umano.

Altri requisiti che un carburante deve possedere, oltre alla volatilità ed alla resistenza alla detonazione, sono: un alto punto di infiammazione, uno scarso potere corrosivo e quindi una bassa acidità, uno scarso contenuto di zolfo e di gomme. Queste ultime sono dei prodotti resinosi, collanti, che possono trovarsi disciolte nel combustibile (gomme attuali), o formarsi successivamente in seguito ad ossidazioni (gomme potenziali), e che risultano dannose al buon funzionamento del motore in quanto, depositandosi sugli steli delle valvole o sugli anelli elastici, ne causano l'incollamento con conseguente inceppamento e mancanza di tenuta.

## BENZINA

La benzina è il prodotto più volatile derivato per distillazione dagli oli minerali greggi ed è perciò grandemente adatta per l'alimentazione dei motori a carburazione, date le sue caratteristiche di volatilità, infiammabilità e potere calorifico.

La sua composizione e le sue caratteristiche dipendono essenzialmente dal luogo di origine del petrolio greggio che è servito per la sua produzione.

Molto spesso la benzina del commercio non è il prodotto diretto della distillazione del petrolio, ma una miscela di liquidi ottenuti per distillazione frazionata dal petrolio.

In conseguenza della mescolanza di liquidi diversi si possono ottenere benzine presentanti speciali caratteristiche in riguardo alla densità, volatilità, punto di infiammazione, resistenza alla detonazione.

Si hanno così miscele di benzina, benzolo, alcool in proporzioni diverse e variamente impiegate nei motori ad esplosione con carburatore.

## MISCELE ALCOOL-BENZINA

Le miscele alcool-benzina contengono normalmente alcool nella percentuale massima del 20 per cento.

Queste miscele contengono spesso, oltre all'alcool ed alla benzina, delle sostanze leganti (benzolo o simili) aggiunte allo scopo di aumentare la scarsa solubilità dell'alcool nella benzina.

L'impiego dell'alcool puro incontra difficoltà per la sua evaporazione lenta, necessitando di speciali apparecchi per l'avviamento del motore. Inoltre l'alcool, che ha una densità di circa 0,800 kg/dm$^3$, ha un potere calorifico di sole 7000 calorie circa. Per ovviare al minor rendimento del motore occorre aumentare il rapporto di compressione.

## GASOLIO O NAFTA

Il gasolio o nafta usato nei motori a ciclo Diesel veloci, si ricava dalla distillazione degli oli minerali greggi.

È da tenere presente però che comunemente con il termine di « nafta » si suole denominare una vasta gamma di combustibili liquidi, aventi diverse caratteristiche e diversi impieghi a seconda della loro densità.

I migliori risultati in riguardo alla regolarità di funzionamento, alla potenza sviluppata, all'assenza di fumo allo scarico ed alla durata degli organi stessi di alimentazione, si ottengono impiegando, quale combustibile nei motori Diesel per autotrazione, della nafta avente un peso specifico da 0,835 a 0,880 kg/dm$^3$ ed un potere calorifico da 9.900 a 10.600 cal/kg.

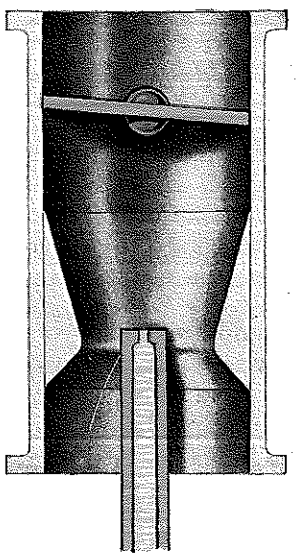
# ALIMENTAZIONE DEL MOTORE A BENZINA

## CARBURATORE

Il carburatore è l'organo che fornisce al motore una miscela gassosa di aria e carburante, opportunamente dosata ed in condizioni di completa mescolanza.

Prima di considerare la teoria di funzionamento del carburatore, è opportuno esaminare i tipi costruttivi più comunemente usati nella tecnica della alimentazione del motore a benzina.

**Carburatore diritto o verticale** (fig. 72): il condotto del carburatore, in cui sono posti gli organi di regolazione, è verticale ed il flusso della miscela avviene dal basso verso l'alto; attualmente poco usato, ad eccezione di applicazioni su veicoli industriali.

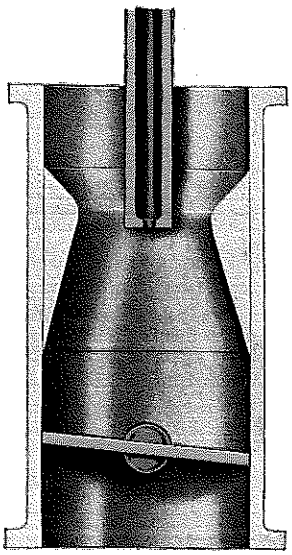


CARBURATORE DIRITTO

**Fig. 72 - Schema di un carburatore diritto o verticale.**

**Carburatore invertito** (fig. 73): il condotto del carburatore è verticale ed il flusso di miscela avviene dall'alto verso il basso; è il tipo più comunemente adottato per le moderne vetture di serie.

**Carburatore orizzontale** (fig. 74): il condotto del carburatore è orizzontale, come pure in senso orizzontale avviene il flusso della miscela; usato prevalentemente su vetture sportive e su motori agricoli e industriali.



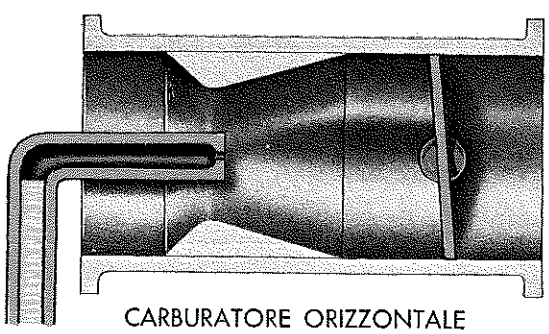
CARBURATORE INVERTITO

**Fig. 73 - Schema di un carburatore invertito.**

### COMPITO DEL CARBURATORE E CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO DEL MOTORE

La condizione di funzionamento del motore, che viene regolata dal conducente agendo sul pedale dell'acceleratore, può essere:

— **a piena potenza:** cioè a tutta ammissione della miscela combustibile (farfalla tutta aperta);



CARBURATORE ORIZZONTALE

**Fig. 74 - Schema di un carburatore orizzontale.**

— **a carico parziale:** cioè a parziale ammissione della miscela combustibile (farfalla in posizione di media apertura);

— **al « regime minimo »:** cioe con vettura ferma e motore in moto (farfalla quasi totalmente chiusa);

— **in ripresa od accelerazione:** cioè nella fase di aumento del regime del motore, che può essere più o meno rapida.

o **grassa,** se invece la benzina è contenuta in una proporzione inferiore la miscela dicesi **povera o magra.**

L'**omogeneità** della miscela, cioè l'intima mescolanza dell'aria e del carburante, facilita la gassificazione del carburante stesso e riduce il pericolo di condensazioni sulle pareti del condotto del carburatore e del collettore di aspirazione.

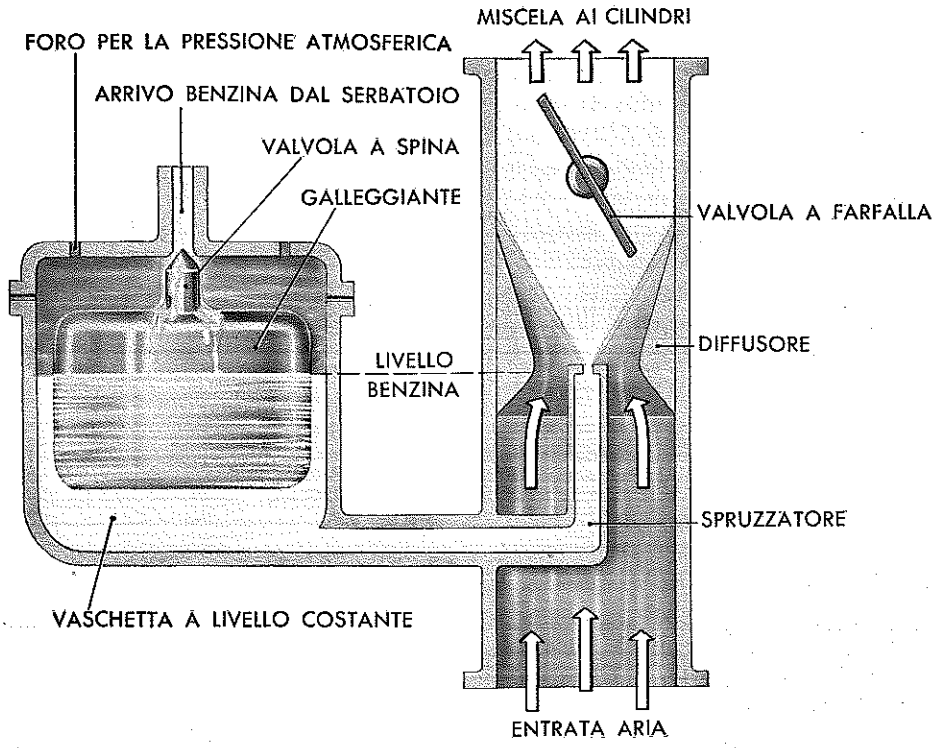



**Fig. 75 - Schema di un carburatore elementare.**

La ripresa, che costituisce una fase transitoria del funzionamento del motore, richiede particolari accorgimenti che verranno esaminati in seguito.

Compito del carburatore è quello di preparare la miscela aria-carburante e di erogarla in quantità corrispondente alle diverse condizioni di funzionamento del motore.

È necessario inoltre che la miscela combustibile erogata dal carburatore soddisfi a esigenze di **dosatura** e **omogeneità,** non essendo soddisfatte le quali non è possibile ottenere un regolare e corretto funzionamento del motore in ogni condizione di impiego.

La **dosatura o titolo di miscela** è il rapporto tra il peso dell'aria ed il peso del carburante contemporaneamente aspirati dal motore.

La miscela combustibile deve considerarsi ben dosata quando il suddetto rapporto è di circa 15 parti di aria per ogni parte di benzina; se la quantità di aria è minore la miscela dicesi **ricca**

Vari accorgimenti sono stati introdotti per favorire l'evaporazione del carburante: in particolare viene riscaldato il collettore di aspirazione, sia mediante una circolazione di acqua calda proveniente dal circuito di raffreddamento del motore, sia ponendolo a contatto con il collettore di scarico.

## CARBURATORE ELEMENTARE

Il carburatore elementare (fig. 75) è composto delle seguenti parti:

— **Una vaschetta,** nella quale il carburante proveniente dal serbatoio viene mantenuto ad un livello costante e prestabilito mediante **un galleggiante** ed una **valvola.** Quando a causa del consumo di miscela durante il funzionamento del motore si abbassa il livello della benzina nella vaschetta, si abbassa anche il galleggiante,

aprendo così la valvola a spina o ad ago e lasciando affluire nuovo carburante; se il livello tende invece a portarsi al valore normale, il galleggiante si solleva e chiude la valvola, impedendo l'ulteriore afflusso di carburante.

Il livello del carburante nella vaschetta è sempre più basso di alcuni millimetri rispetto all'orifizio dello **spruzzatore**, per impedire che a motore fermo vi sia fuoriuscita di combustibile.

— **Un diffusore,** a forma di tubo di Venturi, come si vede nella fig. 75.

Quando un flusso d'aria attraversa il diffusore, la velocità che essa assume varia a seconda della sezione attraversata ed in particolare è obbligata ad assumere velocità maggiore in corrispondenza della sezione più ristretta.

Dato che in una vena fluida in movimento in un condotto, nel tratto in cui si verifica un aumento di velocità per riduzione di sezione, si stabilisce una pressione inferiore a quella esistente in sezioni di maggiori dimensioni, nel diffusore in questione si viene a stabilire una depressione in corrispondenza della strozzatura.

— **Uno spruzzatore** o **getto,** mediante il quale durante il funzionamento viene richiamato carburante dalla vaschetta attraverso l'orifizio calibrato (fig. 75).

Aumentando o riducendo il diametro di detto orifizio, si provoca un arricchimento od impoverimento del titolo della miscela erogata dal carburatore. La fuoriuscita del carburante dallo spruzzatore è provocata dalla differenza di pressione che si crea tra la vaschetta a livello costante e la zona di carburazione nella sezione più ristretta del diffusore, al centro della quale sfocia lo spruzzatore.

— **Una valvola a farfalla,** per la regolazione della quantità di miscela aspirata dal motore, sistemata nel condotto a valle dello spruzzatore; essa è costituita da un disco girevole sul proprio asse (fig. 75), comandato da un opportuno sistema di leve e di tiranti dal pedale dell'acceleratore.

Quando il motore è in moto, nel condotto del carburatore si stabilisce un flusso di aria dovuto alle successive fasi di aspirazione nei cilindri del motore, e nella sezione ristretta del diffusore verrà quindi a formarsi una depressione.

La depressione creata dall'aria aspirata agisce sul carburante esistente nella vaschetta; per effetto di questo risucchio il carburante esce velocemente dall'orifizio dello spruzzatore, mescolandosi all'aria aspirata, in parte evaporando, e per il rimanente polverizzandosi in minutissime goccioline, che si diffondono nell'aria allo stato di finissima nebbia.

### CONSIDERAZIONI SUL FUNZIONAMENTO DEL CARBURATORE ELEMENTARE

Il carburatore elementare presenta il fondamentale inconveniente di erogare una miscela il cui titolo non è costante. Essa subisce, infatti, un sensibile arricchimento coll'aumentare del regime del motore, per cui, se è corretta a regime massimo, risulta povera a basso numero di giri.

Detto carburatore presenta inoltre l'inconveniente di non avere:

— **un dispositivo di marcia al minimo,** che permetta il funzionamento del motore quando gira a vuoto;

— **un dispositivo di avviamento,** che faciliti l'avviamento del motore a freddo;

— **un sistema di progressione e di dispositivi di accelerazione,** che rendano possibile la variazione istantanea di regime del motore.

## CORREZIONE AUTOMATICA DEL TITOLO DI MISCELA

La correzione del titolo di miscela deve essere **automatico,** cioè deve ottenersi senza l'intervento di organi meccanici comandati dall'esterno.

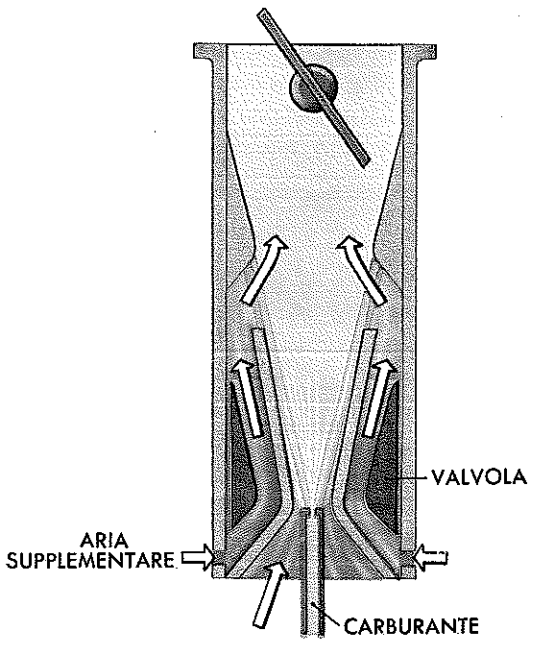



**Fig. 76 - Schema di un carburatore ad aria supplementare.**

A tale scopo sono stati costruiti: **carburatori ad aria supplementare, ad aria antagonista** e a **getto compensatore.**

Nel **carburatore ad aria supplementare** (fig. 76) la miscela, dosata per i bassi regimi,

viene impoverita a quelli alti mediante aria aspirata da una luce collocata a valle del diffusore e comandata automaticamente, per mezzo di una valvola, dalla stessa depressione prodotta dall'aspirazione.

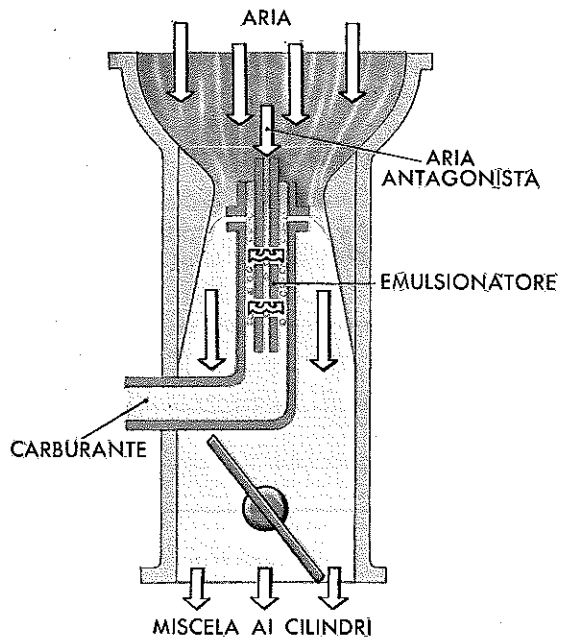



**Fig. 77 - Schema di un carburatore ad aria antagonista.**

Nel **carburatore ad aria antagonista** (fig. 77) la miscela anche qui dosata per i bassi regimi, è impoverita agli alti mediante aria che, richiamata dalla stessa depressione, frena l'efflusso di combustibile attraverso il getto. Questo sistema favorisce inoltre la polverizzazione del carburante nell'aria aspirata dal motore, in quanto dal tubetto spruzzatore esce già una miscela formata dall'aria antagonista e dal carburante proveniente dalla vaschetta.

Il **carburatore con getto compensatore** (figura 78), è munito di due spruzzatori, dei quali uno principale e l'altro secondario chiamato compensatore.

Lo spruzzatore principale è regolato per un'ottima dosatura della miscela al massimo numero di giri del motore.

Lo spruzzatore compensatore è alimentato da un pozzetto apposito, aperto superiormente, il quale riceve il carburante dalla vaschetta attraverso un ugello calibrato ed in quantità costante nel tempo, indipendentemente dalla depressione esistente nel diffusore.

Alle basse velocità di rotazione del motore il carburante, raccoltosi nel pozzetto, viene aspirato nel diffusore andando ad integrare e compensare quello uscente dallo spruzzatore principale.

Se il regime del motore aumenta, il quantitativo costante di carburante fornito dal compensatore va ripartito per un maggior numero di fasi di aspirazione nell'unità di tempo e quindi la miscela da esso creata diventa tanto più povera quanto più è elevato il regime del motore.

Riunendo quindi la miscela fornita dallo spruzzatore principale (che diviene più ricca all'aumentare del regime del motore), con quella fornita dallo spruzzatore compensatore (che diviene più povera all'aumentare del regime del motore), si ottiene una miscela a titolo costante per qualsiasi velocità del motore.

In pratica, pur non essendo possibile sottrarre completamente il getto compensatore alla depressione regnante nel diffusore, questo sistema dà ugualmente risultati soddisfacenti.

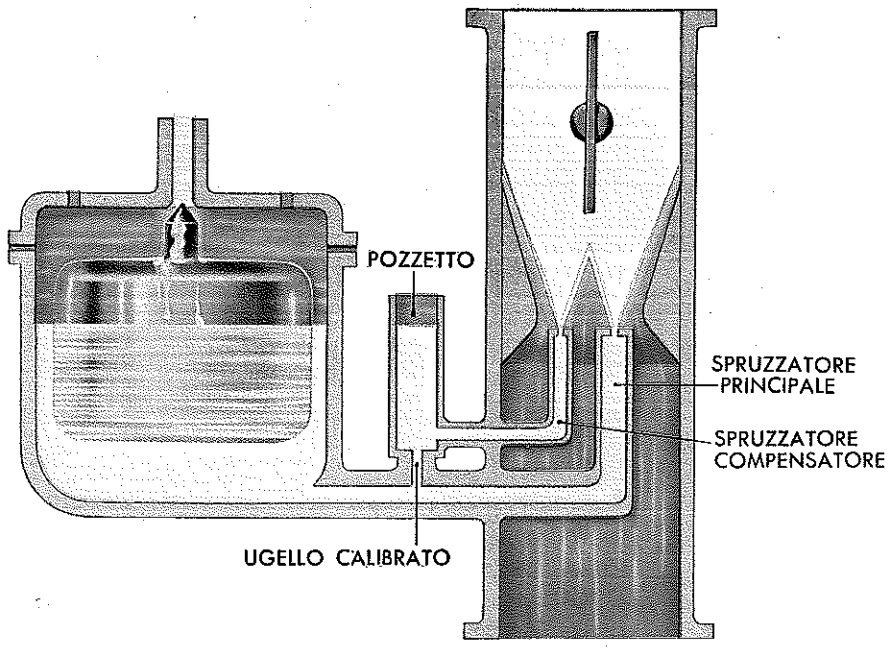



**Fig. 78 - Schema di un carburatore con getto compensatore.**

## DISPOSITIVO PER LA MARCIA AL MINIMO

Nelle condizioni di funzionamento al minimo, cioè motore a basso regime con potenza appena necessaria a vincere le resistenze passive, la farfalla è quasi completamente chiusa e pertanto nel diffusore si stabilizza una depressione insufficiente a richiamare carburante dallo spruzzatore.

È pertanto necessario ricorrere ad un dispositivo per la marcia al minimo, costituito in pratica da un piccolo carburatore incorporato nel carburatore principale, che immette il carburante a valle del getto principale (fig. 79).

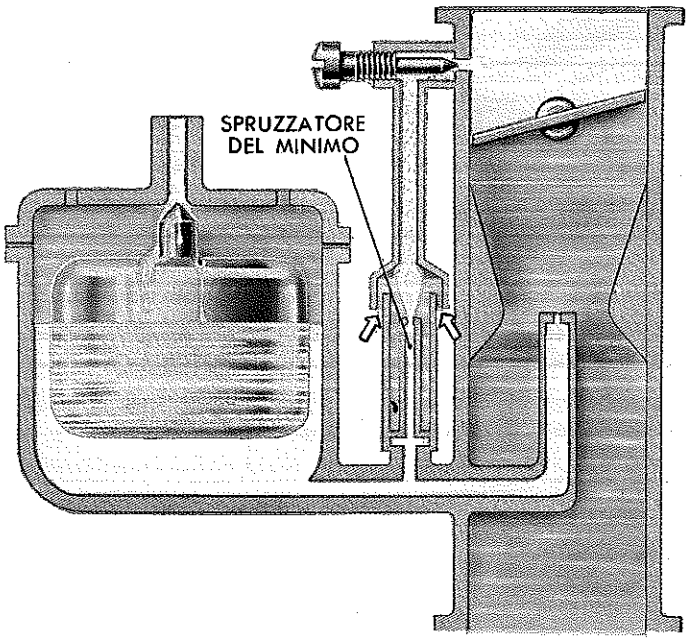



**Fig. 79 - Schema del dispositivo per la marcia al minimo.**

La notevole depressione generata dal funzionamento del motore, richiama un flusso d'aria e contemporaneamente carburante attraverso allo spruzzatore del minimo; la miscela così formata passa nel condotto del carburatore a valle della farfalla mediante l'apposito condotto.

Agendo con una vite di registro sull'apertura della farfalla, si può variare il regime del motore durante la marcia al minimo, mentre agendo su una vite a punta conica di strozzatura del condotto miscela a valle della farfalla, si può stabilire in corrispondenza del foro del minimo il titolo di miscela più opportuno per un regolare funzionamento del motore.

## PASSAGGIO DAL MINIMO AL FUNZIONAMENTO DI POTENZA

Durante il funzionamento al minimo, quando si apre la farfalla, diminuisce la depressione a valle della stessa e quindi diminuisce anche la quantità di carburante erogata dal sistema del minimo,

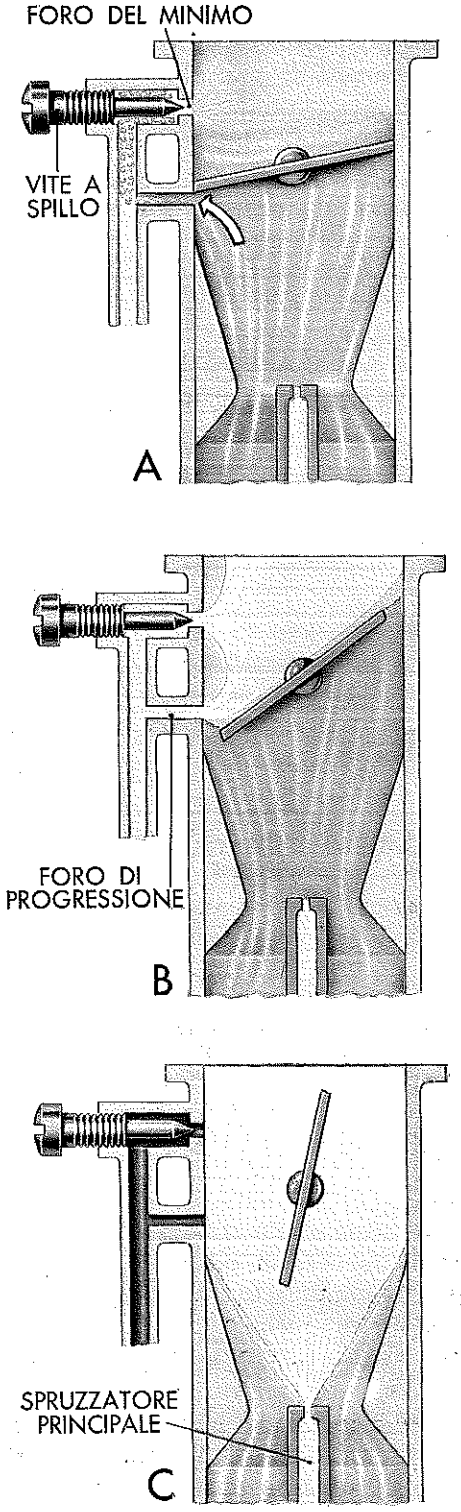



**Fig. 80 - Schema del passaggio dal minimo al funzionamento di potenza.**

mentre contemporaneamente aumenta la quantità di aria aspirata attraverso la farfalla. Poichè la depressione agente sullo spruzzatore non è ancora sufficiente a richiamare carburante dal getto principale, la miscela diventa troppo povera ed il motore, trovandosi senza un'adeguata carburazione, si ferma.

Per ovviare all'inconveniente di mancata **progressione di accelerazione** viene praticato un foro in corrispondenza del bordo inferiore della farfalla nella posizione di minimo ed in comunicazione col canale di miscela.

Durante il funzionamento al minimo (schema A, fig. 80), dal condotto del carburatore a monte della farfalla, che si trova a pressione atmosferica, attraverso al foro di progressione viene aspirata aria, che si mescola con la miscela aspirata dal motore attraverso il canale del minimo.

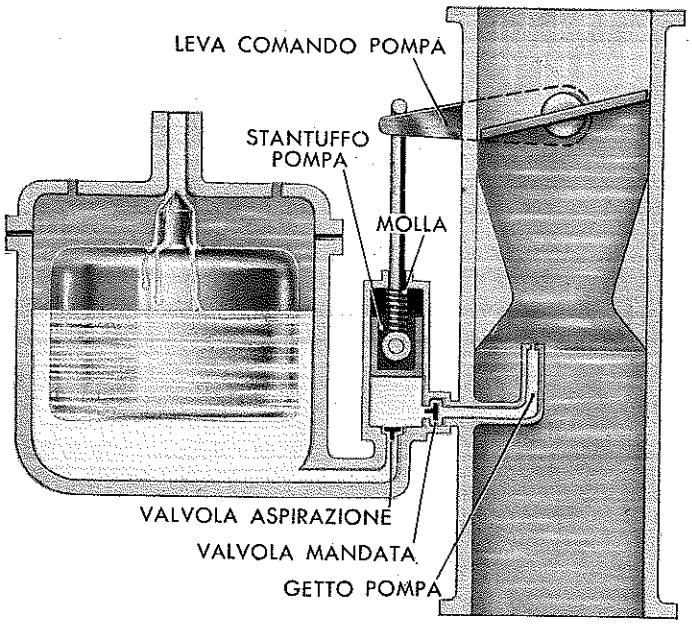



**Fig. 81 - Schema del funzionamento della pompa di accelerazione o di ripresa.**

Quando si aumenta l'apertura della farfalla (schema B), il foro di progressione viene a sfociare parzialmente o totalmente nella zona a valle della farfalla, dove esiste una forte depressione, e quindi eroga miscela in parallelo al foro di alimentazione del minimo. In questo modo si ottiene un giusto titolo di miscela per il funzionamento del motore, finchè non interviene lo spruzzatore principale.

Aprendo ulteriormente la farfalla (schema C), la miscela erogata dai fori del minimo e di progressione diventerebbe insufficiente, ma interviene lo spruzzatore principale, sul quale si è venuta a stabilire una depressione sufficiente per richiamare il carburante.

### POMPA DI ACCELERAZIONE O RIPRESA

Nei casi in cui vengano usati diffusori di grande diametro, può accadere che nella apertura rapida della farfalla il motore presenti dei vuoti di carburazione. In questi casi si ricorre all'adozione di una pompa di ripresa, che inietta carburante nel condotto all'atto dell'apertura della farfalla.

Di solito la pompa è costituita da uno stantuffo scorrevole comandato da una leva fissata all'albero della farfalla. Aprendo la farfalla l'asta rimane abbandonata e lo stantuffo viene spinto verso il basso dalla molla (fig. 81).

Quando l'acceleratore è premuto gradatamente il supplemento di carburante è minimo; quando invece l'acceleratore è premuto in modo brusco il carburante viene iniettato nel carburatore in quantità atta a sopperire al repentino impoverimento della miscela di cui sopra.

## DISPOSITIVO D'AVVIAMENTO

Durante l'avviamento del motore, quando lo stesso è ancora freddo, il carburatore deve poter fornire una miscela molto ricca, data la facilità con cui i vapori di carburante tendono a condensarsi e a depositarsi sulle pareti ancora fredde delle tubazioni di alimentazione e dei cilindri.

Con miscela ricca si ottiene che, nonostante le eventuali condensazioni, la miscela contenga ancora sufficiente percentuale di carburante, in modo da poter essere infiammata dalla scintilla della candela.

I sistemi usati per arricchire la miscela all'avviamento sono:

— il dispositivo a farfalla di strozzamento;

— il dispositivo a carburatore ausiliario.

### DISPOSITIVO DI AVVIAMENTO A FARFALLA DI STROZZAMENTO

Questo dispositivo è costituito da una farfalla ausiliaria di strozzamento, posta nel condotto del carburatore a monte del diffusore (fig. 82). All'atto dell'avviamento la farfalla di strozzamento viene portata in posizione di totale chiusura, mentre la farfalla principale viene aperta. In queste condizioni l'aspirazione del motore trascinato dal motorino di avviamento crea, a causa della strozzatura operata dalla farfalla supplementare, una depressione sullo spruzzatore principale sufficiente per provocare la erogazione del carbu-

rante necessario per l'avviamento del motore. Il movimento di apertura della farfalla supplementare, ad avviamento avvenuto, può essere ottenuto direttamente dal conducente o con un sistema automatico.

### DISPOSITIVO DI AVVIAMENTO A CARBURATORE AUSILIARIO

Attualmente il sistema più in uso per facilitare l'avviamento consiste nell'incorporare nel carburatore principale un carburatore ausiliario (fig. 83), costituito da uno spruzzatore di avviamento comunicante da un lato con la vaschetta a livello costante e dall'altro con la zona a valle della farfalla, attraverso un canale ed una valvola comandata dal conducente.

Effettuando l'avviamento, la depressione creata dal motore trascinato dal motorino di avviamento, a valle della farfalla che deve essere mantenuta chiusa, richiama la miscela dall'apposito canale.

A motore avviato il dispositivo di avviamento deve venire escluso, in quanto la miscela erogata risulterebbe troppo ricca con i normali dispositivi di carburazione funzionanti.

### AUTOMATIZZAZIONE DEL DISPOSITIVO DI AVVIAMENTO

Nei carburatori attuali si è provveduto ad automatizzare il sistema di avviamento, rendendolo indipendente dalla volontà del conducente.

Il comando automatico è ottenuto generalmente mediante un organo termosensibile (spirale a lamina bimetallica o capsule termostatiche) che, a motore freddo, provvede alla inserzione del dispositivo di avviamento aprendo la valvola del carburatore ausiliario o chiudendo la farfalla di strozzamento.

Il riscaldamento dell'organo termosensibile è ottenuto generalmente mediante aria che viene riscaldata dal collettore di scarico oppure attraverso l'acqua di circolazione del motore; man mano che il motore aumenta di temperatura dopo l'avviamento, l'elemento termosensibile si deforma sempre più, fino ad escludere il dispositivo di avviamento stesso.

Quando il motore è fermo l'elemento termosensibile si raffredda e, riassumendo la posizione normale, reinserisce il dispositivo di avviamento.

## PARTICOLARITÀ DEI MODERNI CARBURATORI

Nei paragrafi precedenti sono stati esaminati i dispositivi fondamentali del carburatore; nei carburatori moderni, in dipendenza delle esigenze della tecnica motoristica, sono state adottate particolari disposizioni dei vari organi.

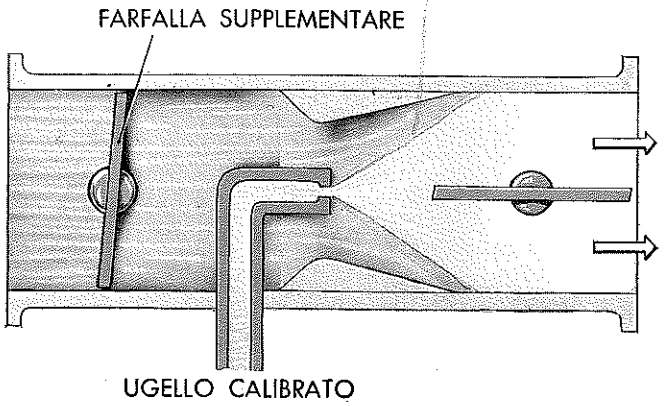



**Fig. 82 - Schema del dispositivo di avviamento a farfalla di strozzamento.**

### CENTRATORE DI MISCELA

Per migliorare le caratteristiche funzionali alcuni tipi di carburatori sono stati corredati di un secondo diffusore, detto **centratore** (fig. 84), di dimensioni ridotte rispetto a quello principale; esso è collocato sullo stesso asse del diffusore e la sua sezione terminale coincide con la sezione ristretta di quest'ultimo.

Il centratore permette di ottenere una più omogenea miscelazione del carburante nell'aria aspirata dal motore e di portare la miscela così ottenuta al centro della strozzatura operata dal diffusore, con il vantaggio di una più equilibrata alimentazione dei cilindri del motore.

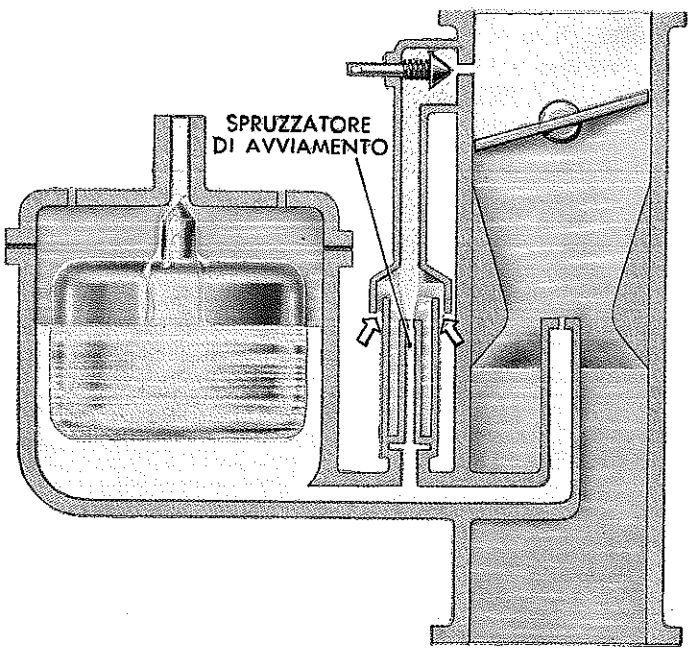



**Fig. 83 - Schema del dispositivo di avviamento a carburatore ausiliare.**

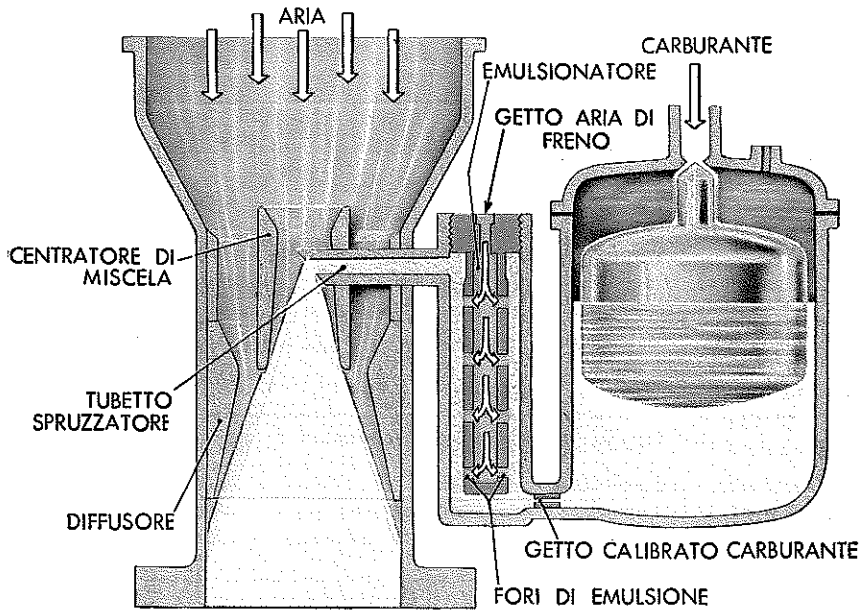



**Fig. 84 - Schema di funzionamento di un moderno carburatore.**

## DISPOSITIVO DI PIENA POTENZA

In casi particolari di esigenze funzionali, il carburatore può essere corredato del dispositivo di piena potenza, costituito da un getto apposito, posto in parallelo al getto principale, comunicante con la vaschetta attraverso una valvola azionata dalla farfalla a fondo corsa.

A farfalla tutta aperta la valvola si apre e il carburante raggiunge il diffusore anche attraverso il getto supplementare.

A farfalla chiusa o in posizione di parziale apertura la valvola si chiude ed il motore viene alimentato solo attraverso il getto principale.

In altre soluzioni l'inserzione e l'esclusione del getto di piena potenza vengono ottenute attraverso una valvola, comandata automaticamente da una membrana sottoposta alla depressione esistente a valle della farfalla.

## CARBURATORI A DUE O PIÙ CORPI

Per migliorare le prestazioni in potenza dei motori si adottano anche più carburatori sullo stesso motore o carburatori a doppio corpo. Questi sono composti da due monocorpi completi, aventi in comune la vaschetta a livello costante e riuniti in un unico complesso.

Questi carburatori sono caratterizzati dal sistema di comando dell'apertura delle farfalle, che può essere del tipo **sincronizzato** o del tipo **differenziato** e possono avere i diffusori di diametro anche non uguale.

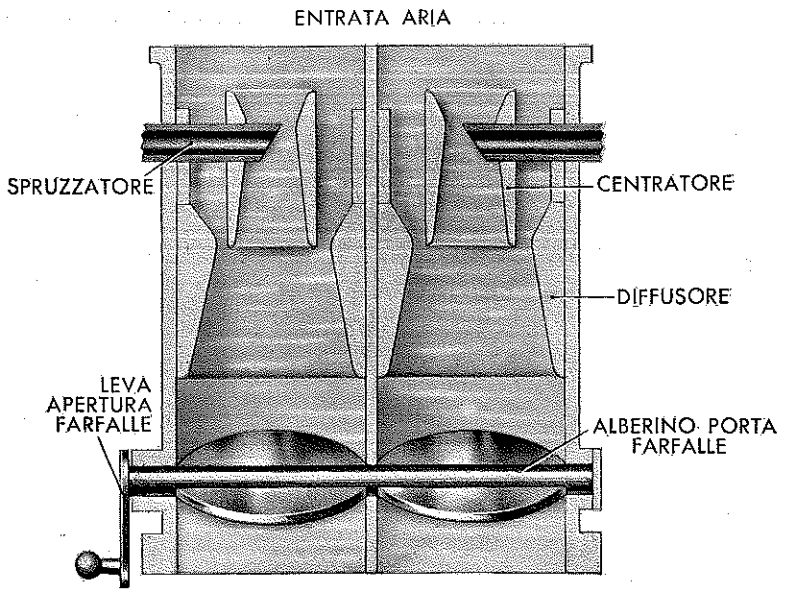



**Fig. 85 - Schema di un carburatore a doppio corpo con comando sincronizzato delle farfalle.**

Il **sistema di comando sincronizzato** (fig. 85) viene generalmente adottato quando ciascun corpo del carburatore alimenta un cilindro o un gruppo di essi, indipendentemente dagli altri; è evidente che per avere uno stesso grado di alimentazione dei cilindri è necessario che le farfalle del carburatore si aprano contemporaneamente con lo stesso comando.

L'apertura sincronizzata delle farfalle si può ottenere montando le farfalle su un unico alberino, oppure accoppiando i due alberini porta farfalla mediante due settori dentati aventi lo stesso raggio.

L'**apertura differenziata delle farfalle** (fig. 86) viene adottata quando si voglia ottenere dal motore una elevata prestazione in potenza ad alto numero di giri, con una regolare progressione di accelerazione a basso regime.

In questo caso gli alberini portafarfalla vengono collegati mediante un opportuno sistema di settori dentati di diverso raggio.

Premendo sul pedale dell'acceleratore si apre dapprima la farfalla del condotto primario, mentre la farfalla del condotto secondario rimane chiusa.

Dopo un prestabilito angolo di rotazione l'alberino primario trascina l'alberino della farfalla del secondo corpo, che entra in funzione aumentando l'alimentazione.

Con l'adozione di più carburatori o carburatori a più corpi si migliora il rendimento volumetrico e si ottiene che l'alimentazione di ogni cilindro o gruppo di cilindri non venga ad essere influenzata dagli altri nelle sue fasi di aspirazione, con il vantaggio di una migliore ripartizione della miscela.

Nei carburatori a doppio corpo con comando differenziato delle farfalle, a causa della differenza di raggio dei settori dentati, con acceleratore a fondo corsa entrambe le farfalle vengono a trovarsi contemporaneamente completamente aperte.

Il condotto primario permette una regolare progressione di accelerazione ed una marcia economica quando non si richieda la massima potenza, mentre l'apertura del condotto secondario permette di ottenere dal motore le massime prestazioni.

Sia il condotto primario che quello secondario sfociano in un'unica camera, dalla quale si dipartono le tubazioni di alimentazione dei vari cilindri.

Alla descrizione ed illustrazione del carburatore elementare e dei diversi carburatori tipici apparsi in queste pagine, segue quella di un carburatore effettivamente montato sui motori delle vetture mod. 1300-1500.

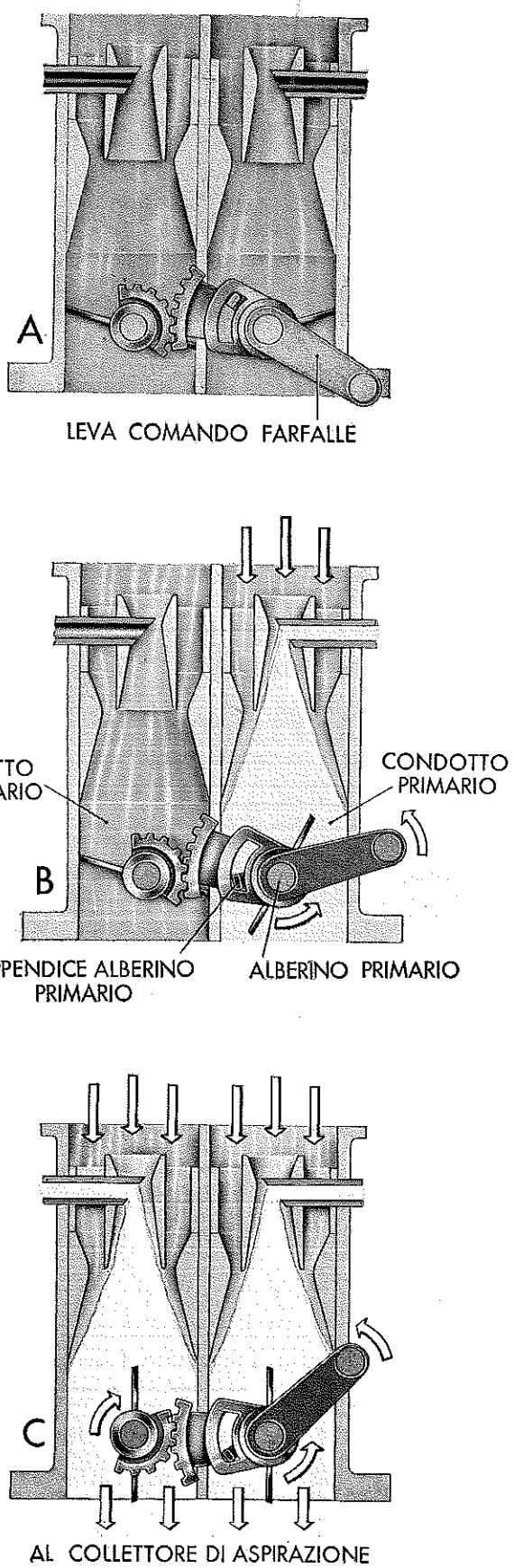



**Fig. 86 - Schema di un carburatore a doppio corpo con comando differenziato delle farfalle.**

A = Posizione di riposo. - B = Apertura della farfalla del condotto primario. - C = Apertura completa delle farfalle dei due condotti primario e secondario.

# CARBURATORE DELLE VETTURE 1300 - 1500

Come costruzione e funzionamento i carburatori montati sulle vetture 1300 (**Weber** tipo **28-36 DCD**) e 1500 (tipo **28-36 DCD 1**) sono uguali, variando soltanto leggermente i diametri dei diffusori e dei getti principali, del minimo e d'avviamento, ossia la taratura.

Questi carburatori sono a doppio corpo invertito. Il diametro del condotto primario è di mm 28; quello del condotto secondario è di mm 36.

Essi sono provvisti di dispositivo di avviamento a funzionamento progressivo, di pompa di accelerazione a funzionamento prolungato e di dispositivo per l'apertura differenziata delle valvole a farfalla.

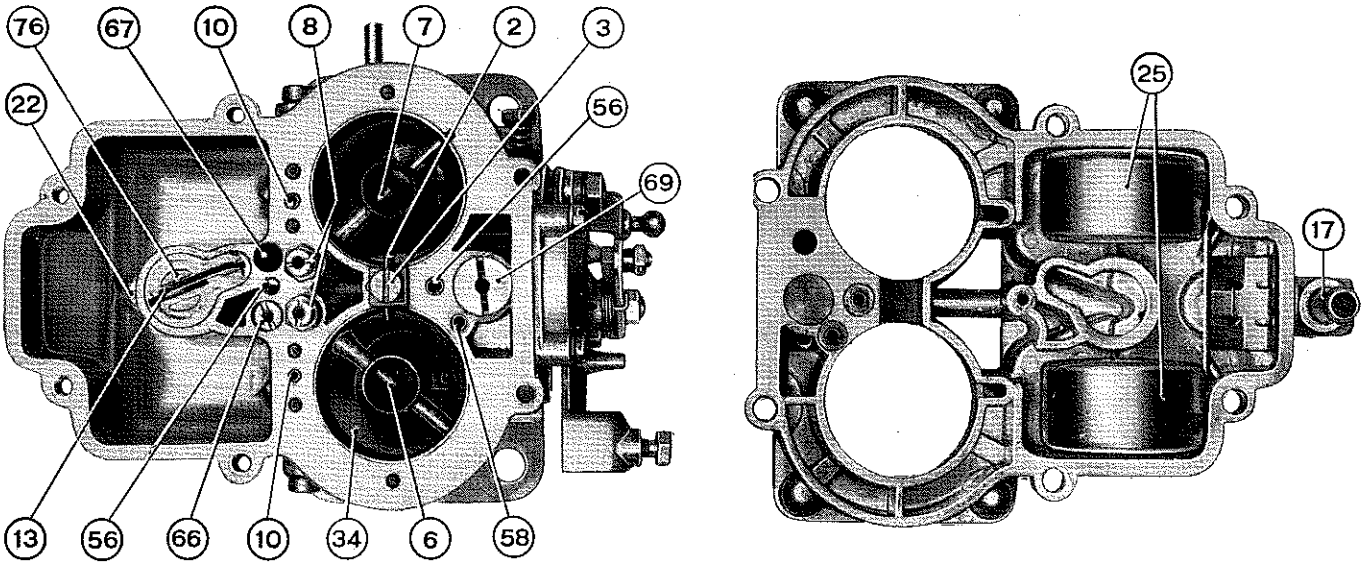



**Fig. 87 - Corpo carburatore e relativo coperchio con galleggiante, visti dall'interno.**

2. Getto pompa. - 3. Valvola mandata pompa. - 6. Centratori di miscela. - 7. Tubetti spruzzatori. - 8. Tubetti emulsionatori completi di getti di aria di freno. - 10. Boccole calibrate aria minimo. - 13. Asta comando pompa. - 17. Raccordo ingresso carburante. - 22. Valvola aspirazione pompa con foro di scarico. - 25. Galleggiante. - 34. Diffusori. - 56. Canali miscela avviamento. - 58. Canale di depressione. - 66. Getto avviamento. - 67. Pozzetto riserva avviamento. - 69. Arresto molla valvola avviamento. - 76. Piastrina ritegno molla pompa.

## DESCRIZIONE E FUNZIONAMENTO

Il dispositivo per l'apertura differenziata delle farfalle è costituito dal settore (46, fig. 89) montato folle sull'alberino primario (27) ed avente la feritoia (50, fig. 89), nella quale scorre l'appendice (47) del settore (48) fissato sullo stesso alberino.

Sull'alberino secondario (38) è fissata la leva (44) avente la feritoia (45), nella quale scorre il perno con rullino del settore (46).

Agendo sulla leva (32), l'appendice (47) percorre dapprima la feritoia (50) del settore (46) e la farfalla (30) fissata sull'alberino (27) si apre del corrispondente angolo, mentre la farfalla secondaria (37) rimane chiusa; successivamente l'appendice (47), trascinando il settore (46) e la leva (44), fa ruotare l'alberino secondario (38) fino alla contemporanea e completa apertura di entrambe le farfalle.

Dallo schema (fig. 90) si rileva che l'aria, attraversando i centratori (6), si miscela con il carburante uscente dai tubetti spruzzatori (7) e quindi, attraverso i diffusori (34) e la regolazione di apertura delle farfalle, primaria (30, fig. 88) e secondaria (37), viene convogliata ai cilindri del motore.

Il carburante giunge attraverso la valvola a spillo (16, fig. 90) nella vaschetta (21), dove il galleggiante (25), articolato nel perno (19), regola l'apertura dello spillo (18) per mantenere costante il livello del liquido; lo spillo (18) è collegato alla linguetta del galleggiante (25) mediante un gancio di richiamo.

Attraverso i getti principali (23, fig. 90), mediante i condotti (26), il carburante giunge ai

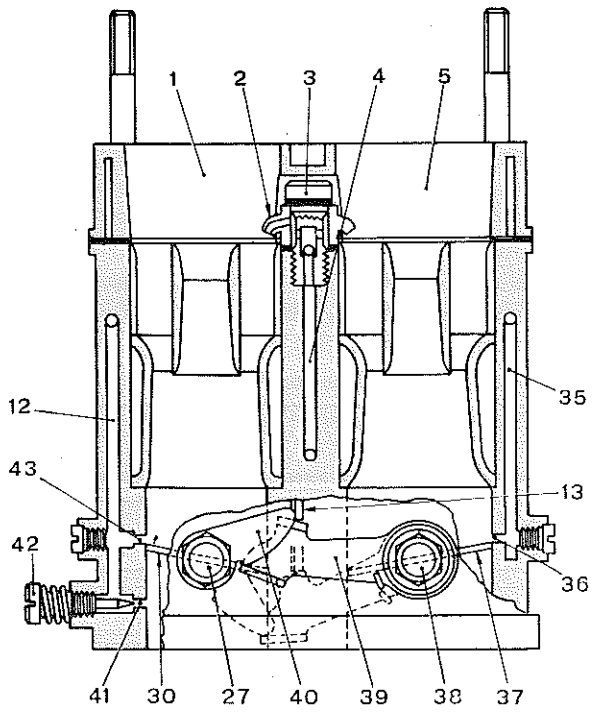



Fig. 88.

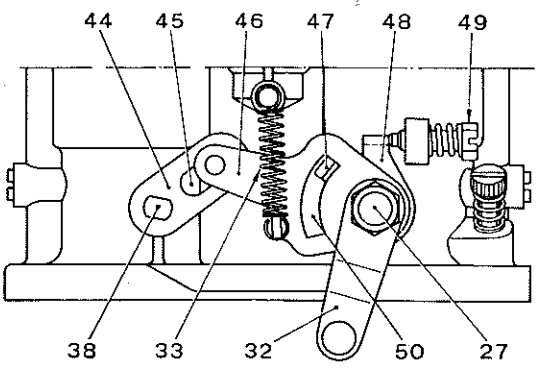



Fig. 89.

**Figg. 88, 89, 90 - Sezioni dimostrative e schema di funzionamento dei carburatori Weber tipo 28-36 DCD e 28-36 DCD 1.**

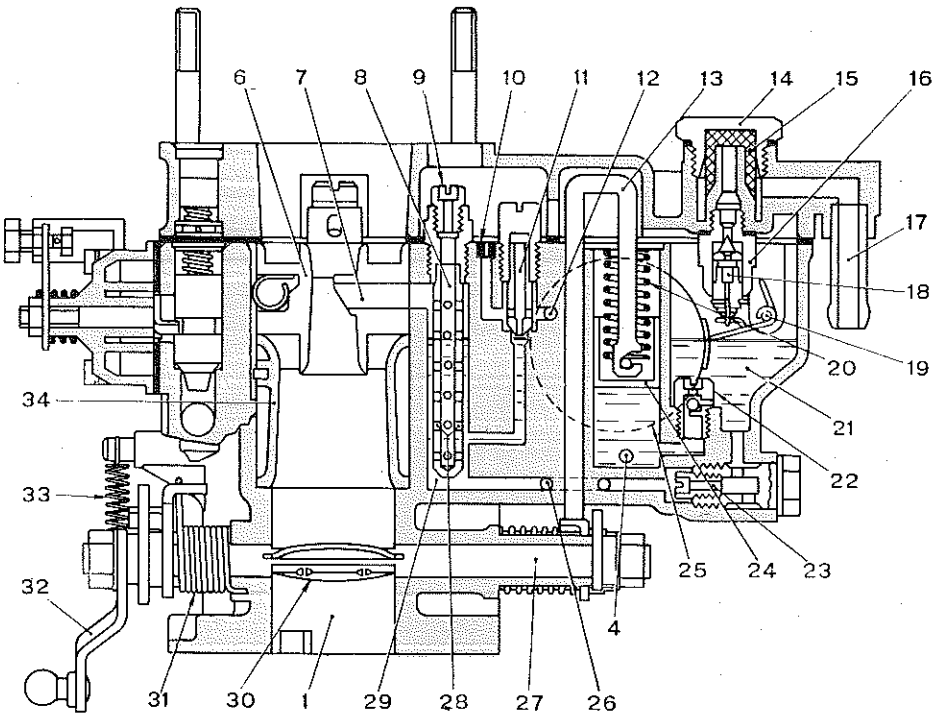



Fig. 90.

1. Condotto primario. - 2. Getto pompa. - 3. Valvola mandata pompa. - 4. Condotto mandata pompa. - 5. Condotto secondario. - 6. Centratori di miscela. - 7. Tubetti spruzzatori. - 8. Tubetti emulsionatori. - 9. Getti aria di freno. - 10. Boccole calibrate aria minimo. - 11. Getti del minimo. - 12. Canale miscela minimo. - 13. Asta comando pompa. - 14. Tappo ispezione filtro. - 15. Reticella filtrante. - 16. Valvola spillo. - 17. Raccordo ingresso carburante. - 18. Spillo per valvola. - 19. Perno fulcro galleggiante. - 20. Molla prolungamento pompata. - 21. Vaschetta carburatore. - 22. Valvola aspirazione pompa con foro di scarico. - 23. Getti principali. - 24. Stantuffo pompa. - 25. Galleggiante. - 26. Condotti getti - tubetti emulsionatori. - 27. Alberino primario. - 28. Fori di emulsione. - 29. Pozzetti alloggiamento tubetti emulsionatori. 30. Farfalla primaria. - 31. Molla richiamo farfalla primaria. - 32. Leva principale comando farfalle. - 33. Molla richiamo settore primario. - 34. Diffusori. - 35. Canale per foro di progressione condotto secondario. - 36. Foro di progressione condotto secondario. - 37. Farfalla secondaria. - 38. Alberino secondario. - 39. Leva folle comando pompa. - 40. Leva comando pompa. - 41. Foro minimo al condotto. - 42. Vite registro miscela minimo. - 43. Foro di progressione condotto primario. - 44. Leva per alberino secondario. - 45. Feritoia. - 46. Settore folle primario. - 47 e 48. Appendice con settore di arresto. - 49. Vite registro funzionamento al minimo. - 50. Feritoia settore primario.

pozzetti (29) dei tubetti emulsionatori (8); mescolato con l'aria proveniente dai getti di freno (9) e dai fori di emulsione (28), attraverso i tubetti spruzzatori (7), giunge alla zona di carburazione costituita dai centratori (6) e dai diffusori (34).

Per il funzionamento del motore al minimo, il carburante, dal pozzetto (29) del tubetto emulsionatore primario (8) passa al getto minimo (11). Emulsionato con l'aria proveniente dalla boccola calibrata (10), attraverso il canale (12) ed il foro di alimentazione minimo (41, fig. 88), registrabile mediante la vite (42), giunge al condotto primario (1) a valle della farfalla (30 fig. 90), ove si miscela con l'aria aspirata attraverso le luci esistenti

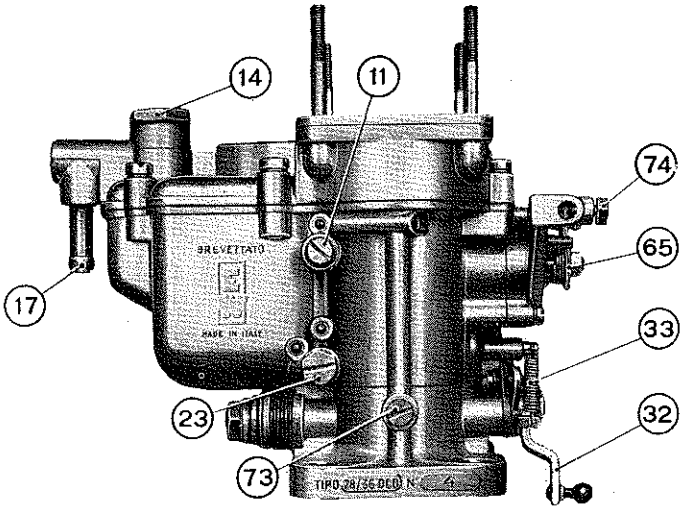



**Fig. 91 - Carburatore Weber, visto dal lato del corpo secondario.**

11. Getto del minimo secondo condotto. - 14. Tappo ispezione filtro. - 17. Raccordo ingresso carburante. - 23. Getto principale secondo condotto. - 32. Leva principale comando farfalle. - 33. Molla richiamo settore primario. - 65. Leva comando dispositivo avviamento. - 73. Vite ispezione foro di progressione secondo condotto. - 74. Vite fissaggio guaina cavo comando dispositivo avviamento.

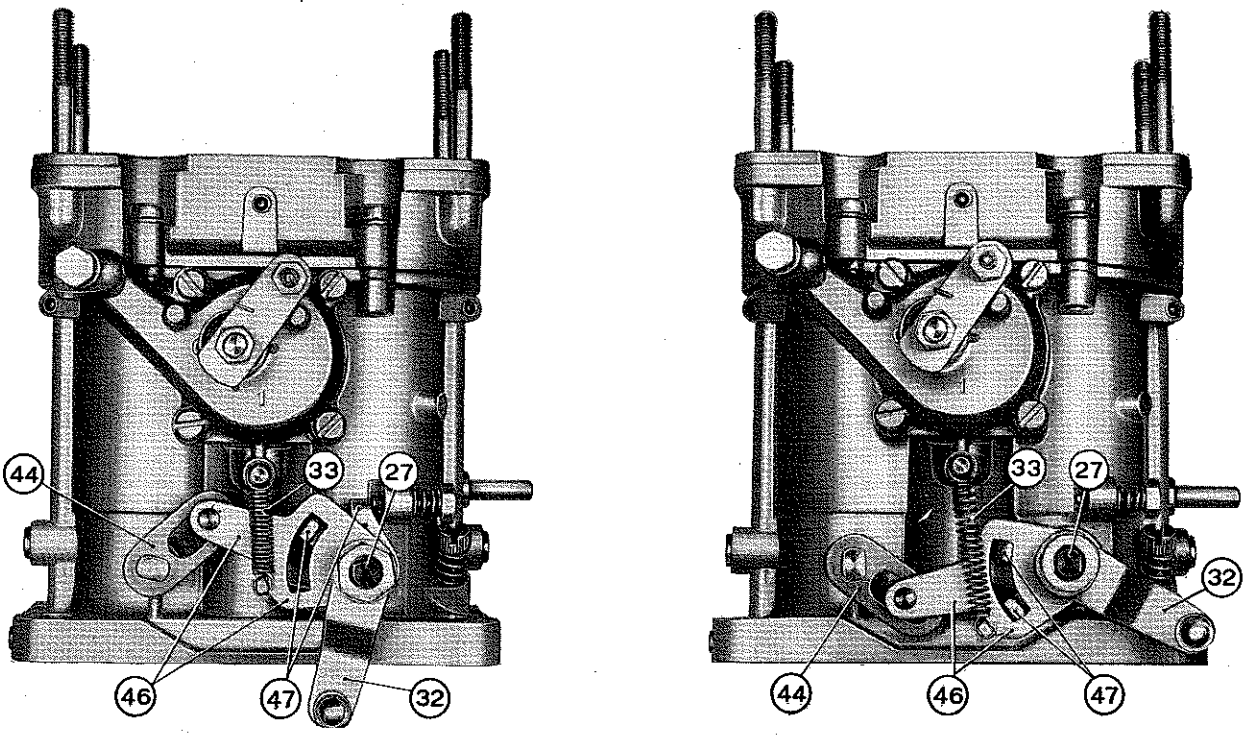
tra la parete del condotto e la farfalla nella posizione di minimo. La miscela giunge al condotto primario anche dal foro di progressione (43 fig. 88), posto in corrispondenza della farfalla, che permette un regolare aumento della velocità angolare del motore a partire dal regime di minimo. Attraverso il canale (35) la miscela giunge anche al condotto secondario (5) mediante il foro di progressione (36), quando viene aperta la farfalla secondaria.

**La pompa di accelerazione** a funzionamento prolungato permette un regolare aumento della velocità angolare del motore al momento dell'apertura di ciascun condotto: è costituita da uno stantuffo metallico (24, fig. 90) azionato dall'asta (13) mediante la leva (39, fig. 88), montata folle sull'alberino secondario (38), e la leva (40) fissata sull'alberino primario (27).

Chiudendo le farfalle, la leva (39) solleva l'asta (13, fig. 90) e lo stantuffo (24): il carburante viene aspirato dalla vaschetta (21) nel cilindro della pompa attraverso la valvola a sfera (22).

Aprendo le farfalle, ruota per primo l'alberino primario (27, fig. 88) abbassando, mediante la leva (40) la leva folle (39), montata sull'alberino (38) rimasto nella posizione di chiusura. L'asta (13, fig. 90) e lo stantuffo (24) compiono sotto l'azione della molla (20) una determinata corsa: mediante la conduttura (4, fig. 88) una corrispondente quantità di carburante viene iniettata attraverso la valvola (3) ed il getto pompa (2) nel condotto primario (1).

Successivamente ruota anche l'alberino secondario (38, fig. 88): lo stantuffo compie un ulteriore spostamento e la pompa eroga quindi una certa quantità di carburante anche durante l'apertura della farfalla secondaria. Per ridurre la quantità




**Figg. 92 e 93 - Funzionamento del dispositivo per l'apertura differenziata delle valvole a farfalla: a sinistra, nella posizione di riposo; a destra, nella posizione di massima apertura di entrambe le farfalle.**

27. Alberino farfalla condotto primario. - 32. Leva principale comando farfalle. - 33. Molla richiamo settore primario. - 44. Leva per alberino farfalla condotto secondario. - 46. Settore folle primario. - 47. Appendice con settore arresto.

di carburante erogata dalla pompa di accelerazione, la valvola di aspirazione (22, fig. 90) può essere provvista di un foro laterale calibrato che scarica in vaschetta l'eccesso di carburante.

# DISPOSITIVO DI AVVIAMENTO

## DESCRIZIONE E FUNZIONAMENTO

Il dispositivo di avviamento a funzionamento progressivo ha il compito di permettere una pronta partenza del motore a freddo. Questo dispositivo viene comandato dalla leva (65, figura 94) azionata dal conducente dalla normale posizione di guida, attraverso un comando flessibile collegato all'apposito pomello situato sul cruscotto, e deve essere progressivamente disinserito man mano che il motore si riscalda, fino alla sua completa esclusione non appena il motore stesso abbia raggiunto una temperatura sufficiente per un regolare funzionamento. Durante l'inserimento del dispositivo rimane accesa una apposita spia luminosa posta sul cruscotto.

Il dispositivo di avviamento è costituito dallo stantuffo (61) il cui alloggiamento comunica attraverso il vano (59), ricavato nel corpo carburatore, con il canale (60) sfociante a valle delle farfalle; nel vano (59) sfociano il canale di miscela (56) proveniente dal getto avviamento (66), ed il canale di aria (57) comunicante con la presa d'aria del carburatore.

Il canale di miscela (56) comunica con la presa d'aria del carburatore attraverso il foro della boccola (55), che può essere chiuso dalla valvola (70) quando si trova nella posizione superiore e aperto quando la valvola è nella posizione inferiore (schemi « A » e « B », fig. 94); l'alloggiamento della valvola (70) comunica con i condotti del carburatore a valle delle farfalle, attraverso il foro dell'arresto (72) ed il canale (58) sfociante nel canale miscela avviamento (60); attraverso i fori (52) e (53) la parte superiore dell'alloggiamento dello stantuffo (61) comunica con la presa d'aria del carburatore mediante il canale (71) ed il foro della boccola (55).

Tirando a fondo corsa il comando del dispositivo, attraverso la leva (65) e l'appendice del bilanciere (62), a detta leva collegato mediante opportuno alberino, lo stantuffo (61) viene sollevato dalla sua sede di tenuta e portato nella posizione di completa apertura.

In queste condizioni lo stantuffo (61) chiude i fori (52) e (53), mentre la valvola (70) interrompe la comunicazione dei canali (56) e (71) con la presa d'aria del carburatore (schema « A », fig. 94).

Con le farfalle in posizione di funzionamento al minimo, la depressione, dovuta alla aspirazione del motore trascinato dal motorino di avviamento, non è sufficiente per aprire la valvola (70) ma

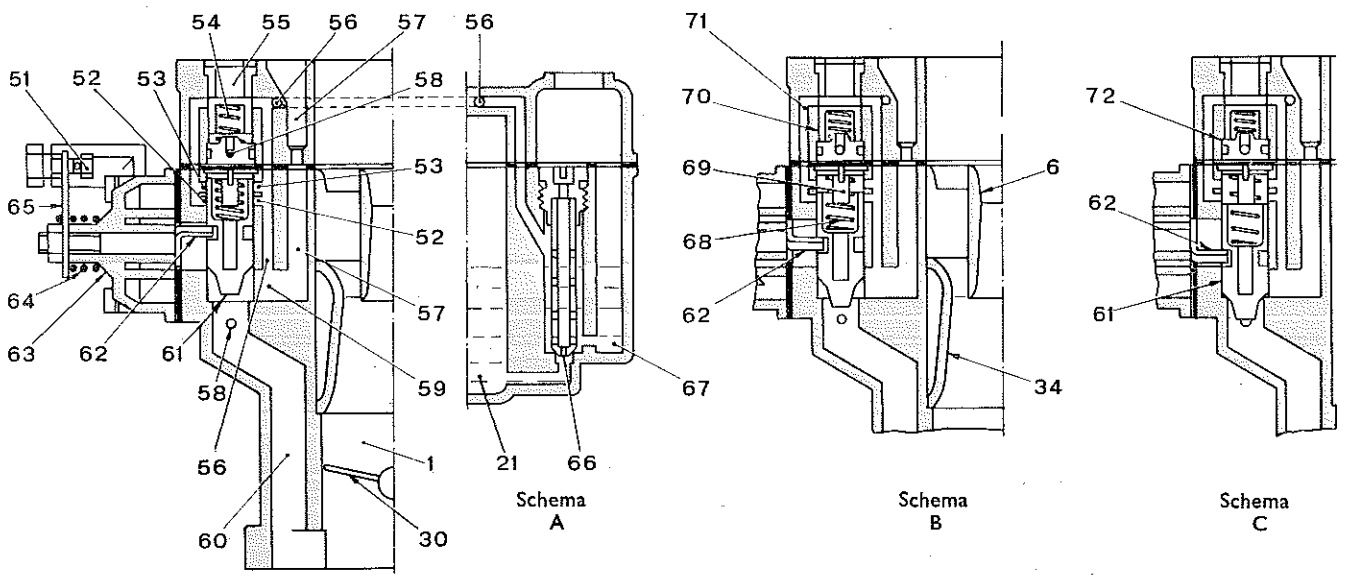



**Fig. 94 - Schemi di funzionamento del dispositivo di avviamento a funzionamento progressivo.**

1. Condotto primario. - 6. Centratori di miscela. - 21. Vaschetta carburatore. - 30. Farfalla primaria. - 34. Diffusori. - 51. Vite fissaggio cavetto comando dispositivo avviamento. - 52. Foro aria di smagrimento. - 53. Foro aria di smagrimento. - 54. Molla per valvola avviamento. - 55. Boccola di arresto. - 56. Canale miscela avviamento. - 57. Canale aria. - 58. Canale di depressione. - 59. Canale di miscela. - 60. Canale miscela avviamento. - 61. Stantuffo avviamento. - 62. Bilanciere. - 63. Coperchio con supporto guaina comando avviamento. - 64. Molla ritorno leva. - 65. Leva comando dispositivo avviamento. - 66. Getto avviamento. - 67. Pozzetto riserva avviamento. - 68. Molla per stantuffo avviamento. - 69. Arresto molla. - 70. Valvola avviamento. - 71. Canale aria di smagrimento. - 72. Arresto molla.

**Schema A.** Dispositivo completamente inserito. - **Schema B.** Dispositivo parzialmente inserito. - **Schema C.** Dispositivo completamente disinserito.

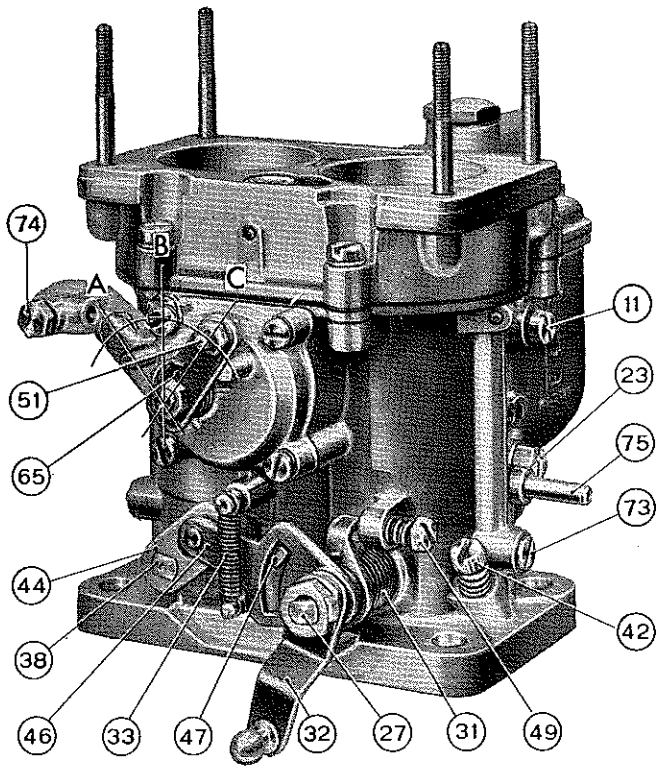



**Fig. 95 - Carburatore Weber, visto dal lato comando dispositivo di avviamento.**

11. Getto del minimo condotto primario. - 23. Getto principale condotto primario. - 27. Alberino primario. - 31. Molla richiamo farfalla primaria. - 32. Leva principale comando farfalle. - 33. Molla richiamo settore primario. - 38. Alberino secondario. - 42. Vite registro miscela minimo. - 44. Leva per alberino secondario. - 46. Settore folle primario. - 47. Appendice. - 49. Vite registro funzionamento al minimo. - 51. Vite fissaggio cavetto comando dispositivo avviamento. - 65. Leva comando dispositivo. - 73. Vite ispezione foro progressione condotto primario. - 74. Vite fissaggio guaina. - 75. Raccordo anticipo a depressione.

A. Posizione della leva 65 corrispondente a dispositivo completamente inserito. - B. Posizione a dispositivo parzialmente inserito. - C. Posizione a dispositivo completamente disinserito.

fa si che il carburante che si trova nell'alloggiamento del getto (66), nel getto stesso e nel pozzetto di riserva (67), giunga attraverso il canale (56) al vano (59), ove si mescola con l'aria proveniente dal canale (57): la miscela così formata viene aspirata attraverso il canale (60) e permette un pronto avviamento del motore.

Non appena il motore comincia a funzionare, aumenta repentinamente il suo regime e conseguentemente aumenta la depressione a valle delle farfalle, che, attraverso il canale (58) provoca l'apertura della valvola (70): dal foro della boccola (55) viene quindi aspirata aria che smagrisce la miscela del canale (56) proveniente dal getto (66). Ad avviamento ottenuto, il dispositivo eroga una miscela a titolo ed in quantità tali da permettere un regolare funzionamento del motore a freddo.

Riscaldandosi però il motore, detta miscela risulta a titolo troppo ricco ed in quantità eccessiva: pertanto è necessario escludere progressivamente il dispositivo di avviamento con l'aumentare della temperatura del motore.

Durante questa manovra, lo stantuffo (61) scopre gradualmente i fori (52) e (53) che permettono un ulteriore afflusso di aria dal foro centrale della boccola (55), in modo da smagrire la miscela erogata dal dispositivo, mentre riducendo progressivamente con la parte terminale conica la sezione di passaggio sul canale (60), ne riduce man mano la quantità; in questo modo il dispositivo eroga una miscela a titolo tanto più povero ed in quantità tanto minore quanto più ridotto è il grado di inserzione del dispositivo stesso (schema « B », fig. 94).

Con il dispositivo di avviamento disinserito, lo stantuffo (61) chiude il canale (60) impedendo il richiamo di miscela (schema « C », fig. 94).

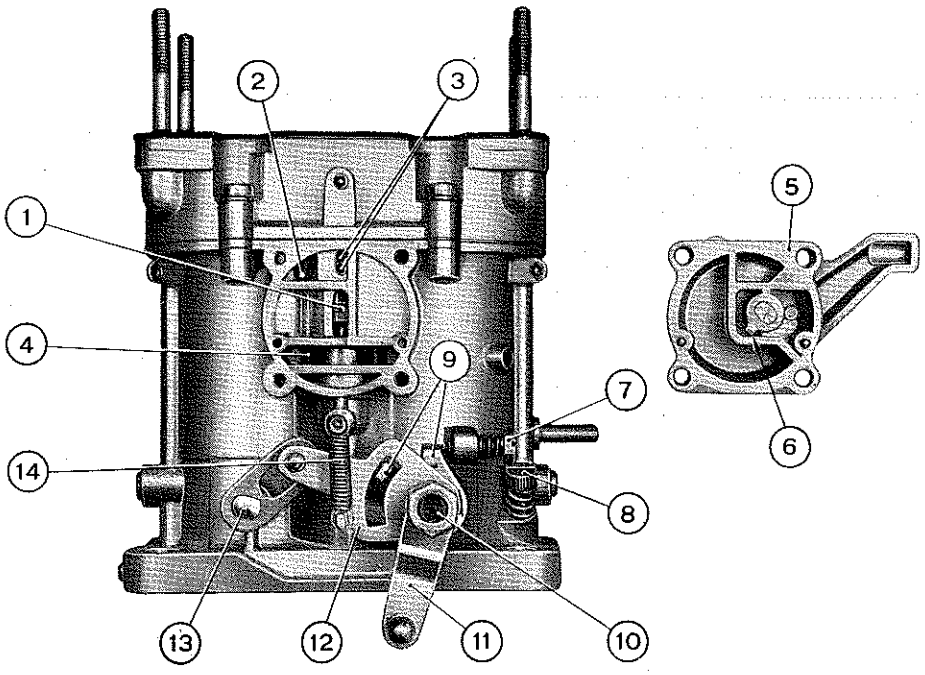
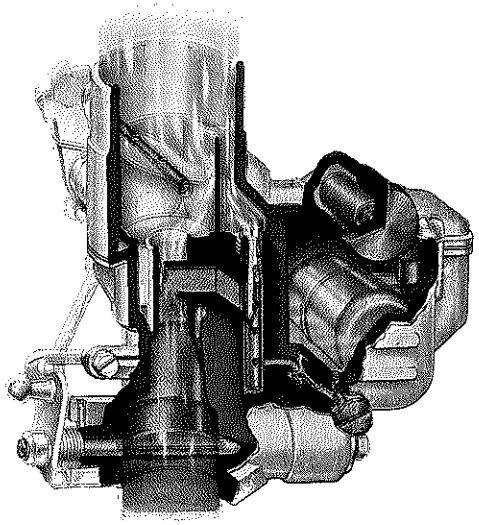



**Fig. 96.**
**Carburatore Weber parzialmente smontato.**

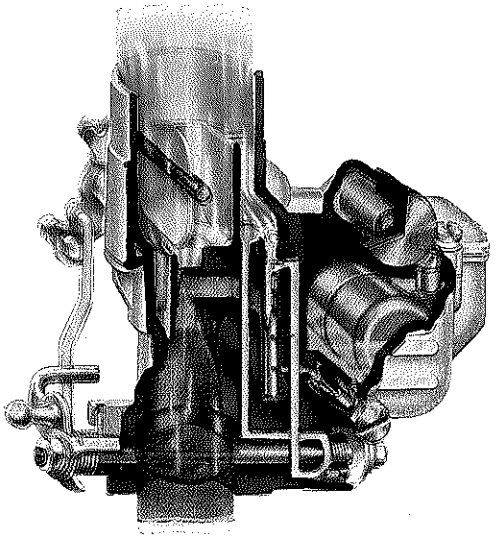
1. Stantuffo dispositivo avviamento. - 2. Vano miscela avviamento. - 3. Fori aria di smagrimento. - 4. Vano di miscela. - 5. Coperchio dispositivo avviamento con supporto per guaina cavo di comando. - 6. Bilanciere comando stantuffo. - 7. Vite registro andatura minimo. - 8. Vite registro miscela minimo. - 9. Settore con appendice comando farfalla secondaria. - 10. Alberino primario. - 11. Leva principale comando farfalle. - 12. Settore folle primario. - 13. Alberino secondario. - 14. Molla richiamo settore primario.

## CARBURATORE WEBER TIPO 28 I C P

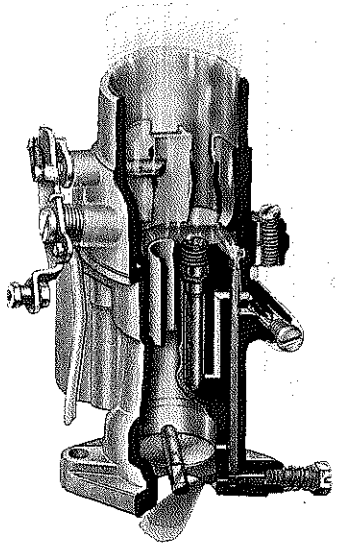
montato sulle vetture mod. 1100



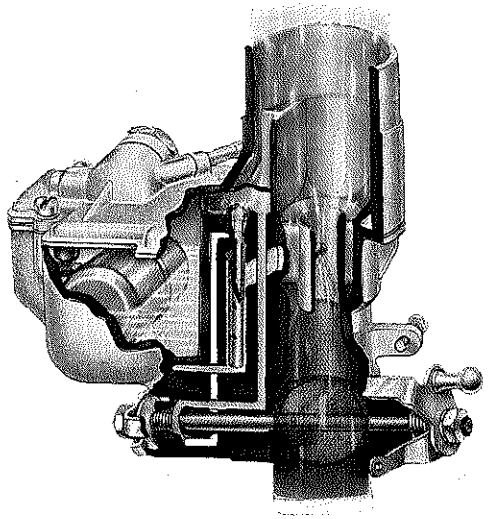
FUNZIONAMENTO IN AVVIAMENTO



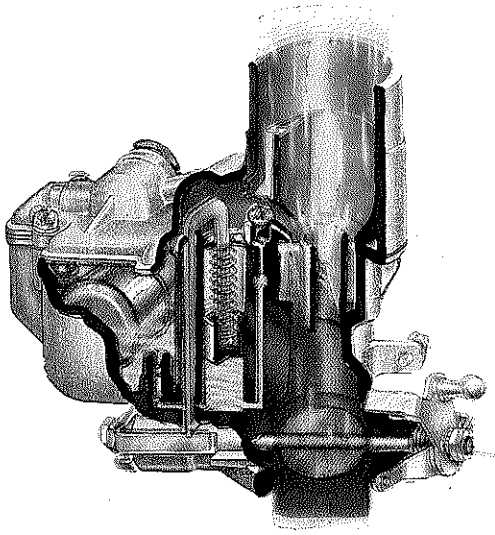
FUNZIONAMENTO A FARFALLA PARZIALIZZATA



FUNZIONAMENTO AL MINIMO



FUNZIONAMENTO A PIENO REGIME



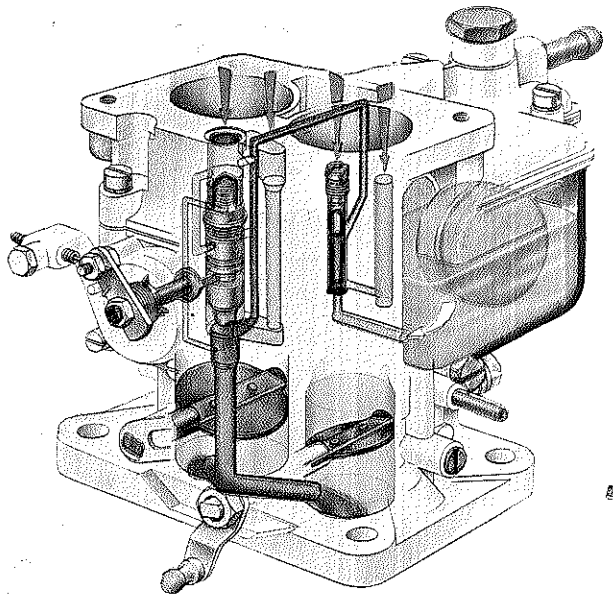
FUNZIONAMENTO IN ACCELERAZIONE

**Fig. 97.**

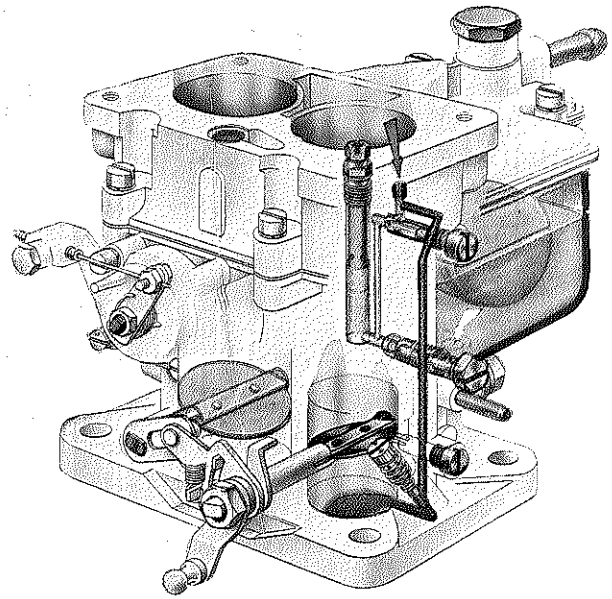
**Schema di funzionamento del carburatore.**

## CARBURATORE WEBER TIPO 28/36 DCD

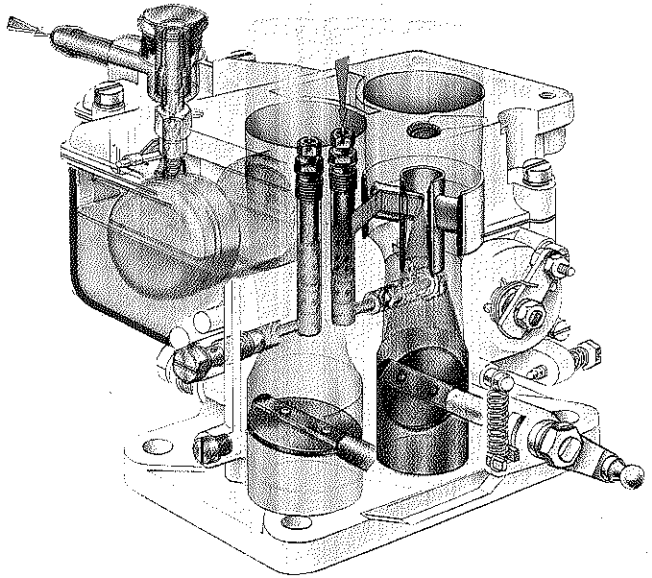
montato sulle vetture mod. 1300 - 1500



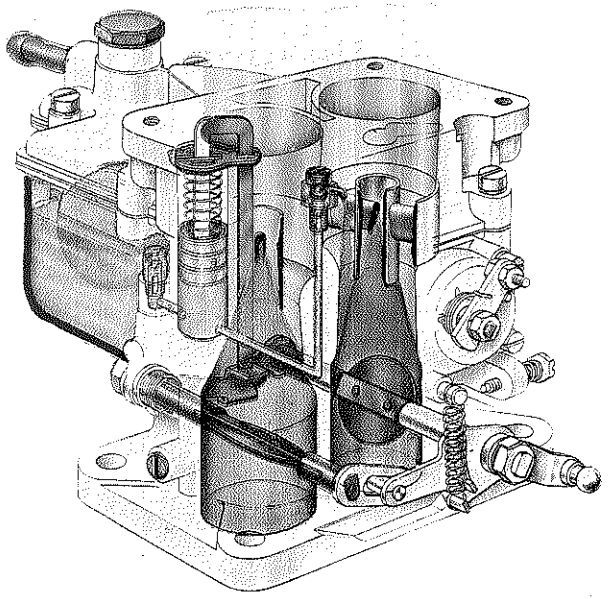
FUNZIONAMENTO IN AVVIAMENTO



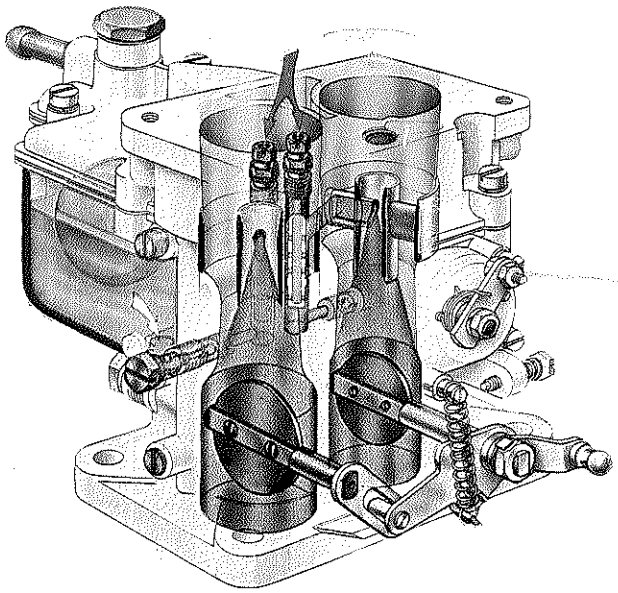
FUNZIONAMENTO AL MINIMO



FUNZIONAMENTO CONDOTTO PRIMARIO



FUNZIONAMENTO IN ACCELERAZIONE



FUNZIONAMENTO A PIENO REGIME

**Fig. 98.**

**Schema di funzionamento del carburatore.**

# ALIMENTAZIONE DEL CARBURATORE

L'alimentazione del carburatore, ottenuta in genere mediante tubazioni di rame o di acciaio stagnato, può essere effettuata con i seguenti sistemi principali:

1) **Alimentazione per caduta** (a gravità).

2) **Alimentazione a pressione** (mediante pompa).

Il sistema più semplice, sia dal punto di vista costruttivo che da quello della manutenzione, è quello a gravità, in quanto non necessita di alcun organo meccanico intermediario. Il serbatoio del carburante viene collocato il più vicino possibile al motore ed in posizione elevata rispetto al carburatore, in modo da permettere al carburante di scendere per gravità dal serbatoio al carburatore.

Con l'alimentazione a pressione mediante pompa meccanica è possibile collocare il serbatoio carburante lontano dal motore, ed aumentarne notevolmente la capacità.

In questo caso il serbatoio carburante è collegato alla pompa di aspirazione mediante apposita tubazione; dalla pompa il carburante è mandato direttamente al carburatore, mediante altra tubazione, normalmente di sezione maggiore e flessibile.

## POMPA DI ALIMENTAZIONE

Le pompe di alimentazione montate sugli autoveicoli possono essere di diverso tipo, meccaniche od elettriche; ma le più in uso sono quelle meccaniche a **membrana** od a **diaframma.**

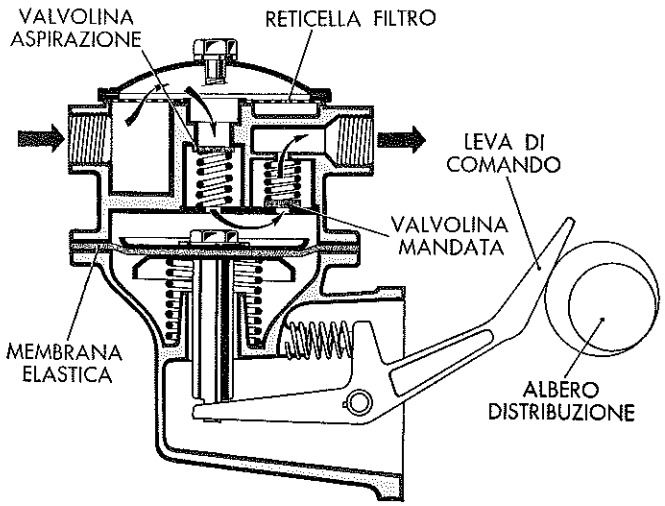



**Fig. 99 - Sezione schematica di una pompa meccanica a membrana di alimentazione del carburante.**

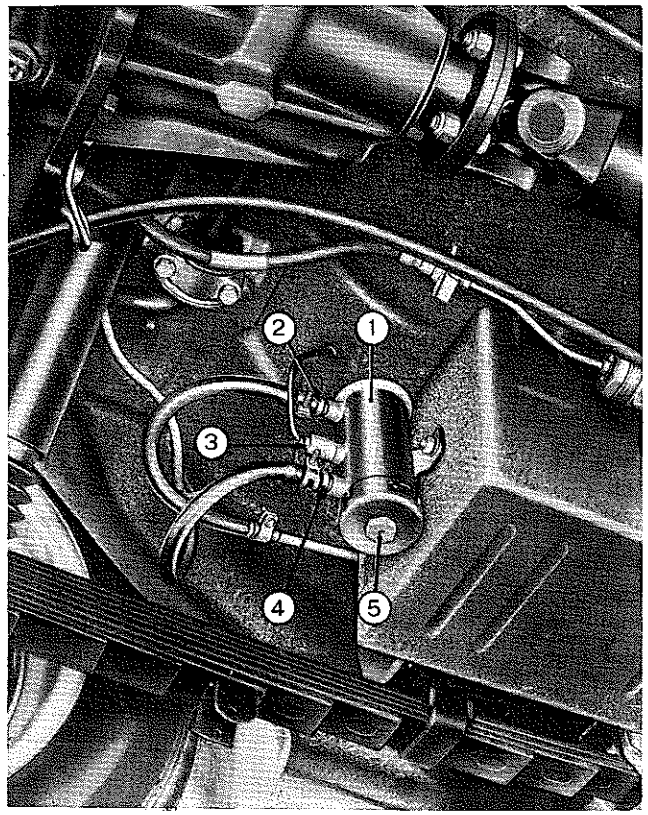



**Fig. 100 - Pompa elettrica di alimentazione del carburante montata sulla vettura Cabriolet 1600 S.**

1. Complessivo pompa. - 2. Raccordo uscita carburante. - 3. Collegamento elettrico. - 4. Raccordo entrata carburante. - 5. Dado del coperchio inferiore.

La **pompa meccanica** è normalmente fissata sul gruppo cilindri del motore ed è azionata da un eccentrico dell'albero di distribuzione.

Essa aspira il carburante dal serbatoio e lo invia alla vaschetta del carburatore.

La fig. 99 illustra la sezione schematica di una pompa di alimentazione meccanica a membrana.

Questa pompa è costituita di due parti: superiore ed inferiore. Nella parte superiore si trovano la vaschetta carburante, che serve pure per l'adescamento della pompa, la reticella filtro per trattenere le eventuali impurità contenute nel carburante, nonchè le valvole di aspirazione e di mandata.

Nella parte inferiore è sistemato il diaframma della pompa o membrana, di tessuto speciale, con il relativo comando a leva azionato dall'apposito eccentrico sull'albero di distribuzione. L'eccentrico e quindi la leva di comando, impri-

mono al diaframma movimenti alternati verso l'alto ed il basso, che creano pressioni e depressioni nella parte superiore della pompa.

Quando si crea la depressione (movimento verso il basso del diaframma), si apre la valvolina di aspirazione (fig. 99) ed il carburante penetra nella camera sopra il diaframma; durante il successivo movimento verso l'alto del diaframma, si crea una pressione che espelle il carburante, precedentemente aspirato, attraverso la valvolina di mandata, inviandolo al carburatore. Le valvoline di aspirazione e di mandata hanno sensi di apertura uno opposto all'altro, in modo che quando una valvola è aperta, l'altra deve necessariamente risultare chiusa e viceversa.

Svitando il tappo di spurgo è possibile scaricare le impurità depositatesi nella vaschetta del carburante.

La **pompa elettrica** può essere fissata anche lontano dal motore, in quanto essa non necessita di alcun collegamento meccanico col motore stesso.

La pompa viene messa in azione con l'inserimento dell'accensione del motore. Essa perciò riempie il carburatore prima dell'avviamento effettivo, consentendo un risparmio di corrente della batteria.

Il corpo della pompa contiene la parte meccanica e la parte elettrica. Nella parte meccanica si trovano lo stantuffo e le valvole di aspirazione e di mandata del carburante.

Nella parte elettrica si trovano un rocchetto con avvolgimento, una resistenza con un ruttore magnetico.

Mettendo sotto corrente la parte elettrica, si provoca il funzionamento della pompa con continui spostamenti in senso verticale dello stantuffo, spostamenti che avvengono con grande velocità.

La fig. 100 illustra una pompa elettrica con i suoi collegamenti, montata su una vettura 1600 S. La fig. 101 dimostra schematicamente il funzionamento della pompa. A sinistra, con lo stantuffo in fase ascendente, ha luogo la mandata; mentre a destra, con lo stantuffo discendente, la valvola di passaggio è aperta ed il carburante passa nella parte superiore per essere inviato al carburatore nella fase successiva.

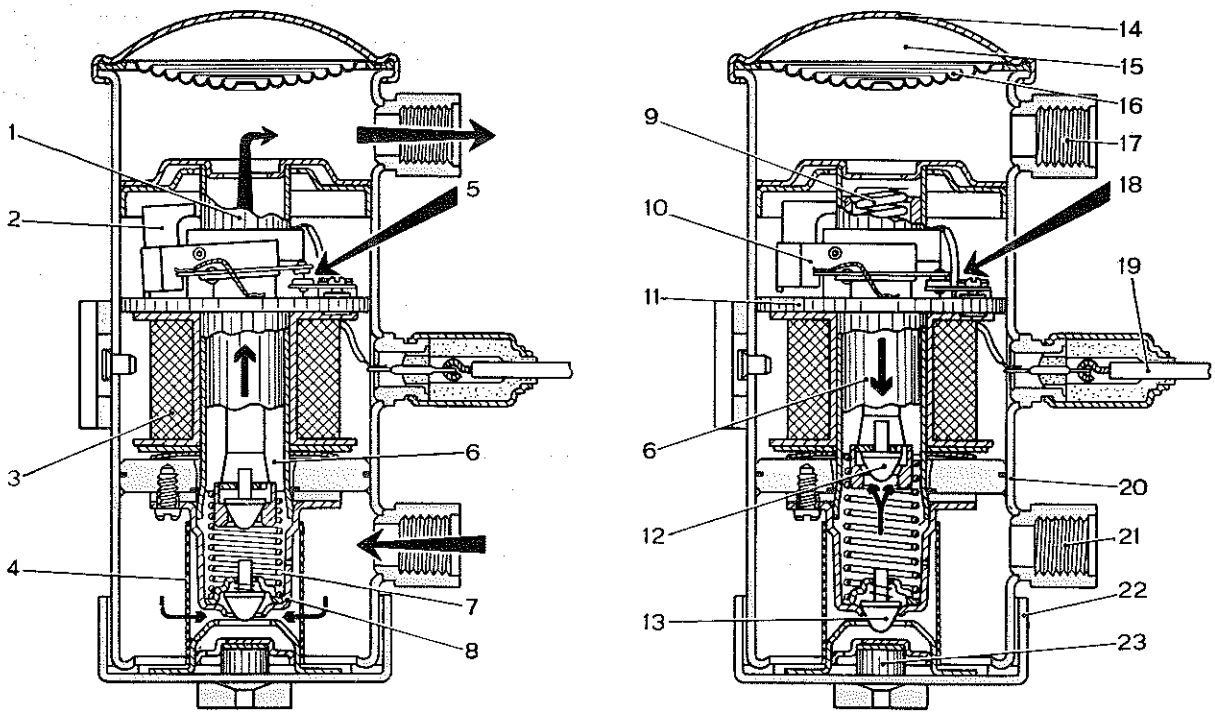



**Fig. 101 - Schema di funzionamento di una pompa elettrica di alimentazione del carburante.**

1. Tubo. - 2. Magnete. - 3. Rocchetto. - 4. Reticella. - 5. Contatti aperti. - 6. Stantuffo. - 7. Molla stantuffo. - 8. Astuccio porta valvola. - 9. Molla ammortizzatrice. - 10. Martelletto. - 11. Base del ruttore. - 12. Valvola passaggio carburante. - 13. Valvola aspirazione carburante. - 14. Coperchio. - 15. Camera d'aria. - 16. Membrana. - 17. Raccordo uscita. - 18. Contatti chiusi. - 19. Collegamento elettrico. - 20. Corpo pompa. - 21. Raccordo entrata. - 22. Coperchio. - 23. Magnete.

# FILTRI DEL COMBUSTIBILE

Allo scopo di trattenere le eventuali impurità che potessero essere contenute nel carburante e che quindi, entrando nel carburatore, potrebbero menomarne il funzionamento otturandone i getti, vengono montati sul circuito di alimentazione opportuni filtri del combustibile a **bicchiere** oppure a **reticella** di rame o di ottone.

Nei filtri a bicchiere la depurazione del carburante avviene per sedimentazione, in modo che le sostanze estranee più pesanti si depositano sul fondo del bicchiere, che è facilmente smontabile per procedere alla sua pulizia.

I filtri a reticella sono normalmente disposti in questo modo: un primo filtro sul tubo di aspirazione nel serbatoio carburante, un secondo filtro nella pompa di alimentazione, prima della valvolina di aspirazione, ed un terzo filtro nel carburatore, prima dell'ingresso del carburante nella vaschetta.

# DEPURATORE O FILTRO ARIA

L'installazione di un depuratore aria efficiente è della massima importanza al fine di proteggere le parti interne del motore. Se infatti la polvere, od in genere qualsiasi altra impurità, contenuta nell'aria aspirata nel motore, riuscisse a penetrare nell'interno dello stesso, verrebbe ad agire, depositandosi sulle pareti delle canne cilindri e mescolandosi con l'olio di lubrificazione, come un energico abrasivo, col risultato di accrescere rapidamente l'usura ed accorciare la durata delle varie parti del motore.

Il depuratore aria viene installato sulla presa aria del carburatore ed i tipi normalmente in uso possono essere ad **elementi filtranti metallici** (anellini di alluminio, paglia di rame, ecc.), a **feltro**, a **panno**, a **carta** oppure ad **olio.**

Nella fig. 102 è illustrato un depuratore aria a panno per autovettura e nella fig. 103 la sezione di un depuratore ad olio per autocarro.

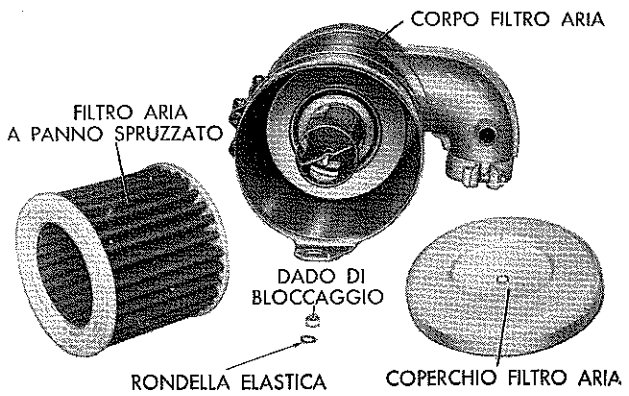



**Fig. 102 - Parti smontate di un depuratore o filtro d'aria a panno spruzzato.**

Il depuratore ad olio viene pure montato sui motori delle autovetture, quando l'utilizzazione di queste avviene in particolari condizioni su strade molto polverose.

Il filtro ad olio consta di due parti: la parte cilindrica esterna superiore contenente una massa filtrante formata da uno o più strati di paglia metallica e di elementi filtranti, e la parte inferiore mobile, a forma di vaschetta, collegata a quella superiore per mezzo di ganci e contenente l'olio.

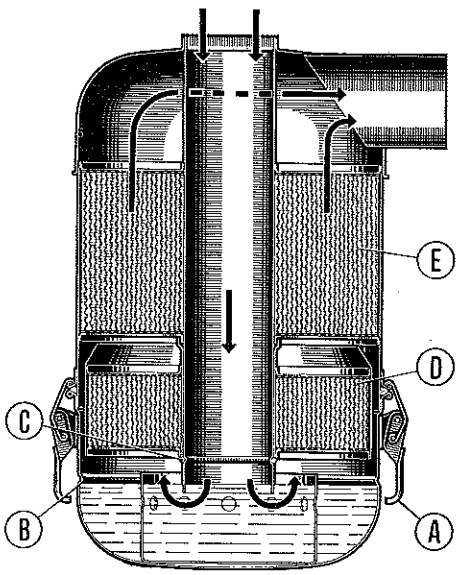



**Fig. 103 - Sezione schematica di un depuratore o filtro d'aria a bagno d'olio.**

A. Ganci di unione della vaschetta al corpo. - B. Livello dell'olio. - C. Anello elastico di ritenuta degli elementi filtranti. - D. Elemento filtrante mobile. - E. Elemento filtrante fisso.

# ALIMENTAZIONE DEI MOTORI AD INIEZIONE A CICLO DIESEL

## CONDIZIONI ESSENZIALI

Il buon funzionamento di un motore a ciclo Diesel dipende in gran parte da una iniezione corretta. Le condizioni essenziali per garantire l'ottimo rendimento dell'alimentazione sono:

a) **Istante d'iniezione.** - Ripetizione, cioè, dell'inizio dell'iniezione sempre nel medesimo punto del ciclo, scelto in modo da avvicinarsi il più possibile al ciclo ideale di funzionamento del motore. Tale istante deve poter essere modificabile, a seconda del regime di rotazione.

b) **Quantità di combustibile iniettato.** - Introduzione, in ciascun cilindro e per ogni ciclo, della medesima quantità di combustibile necessaria e sufficente affinchè il motore sviluppi la potenza richiesta. Tale quantità deve ovviamente poter essere variata al variare della coppia resistente applicata al motore.

c) **Modo con cui l'iniezione viene effettuata.** - Conferimento al getto di sufficente:

— **polverizzazione,** affinchè la combustione sia tempestiva;

— **penetrazione** in seno alla massa d'aria compressa;

— **diffusione** delle goccioline del getto in tutte le direzioni, affinchè possa venir utilizzata per la combustione la maggior parte possibile dell'aria racchiusa nel cilindro.

Il compito di realizzare tali esigenze viene appunto affidato all'apparato di iniezione ed in particolare viene ripartito tra la pompa e gli iniettori.

Il sistema di iniezione in uso sui motori Fiat è quello dell'**iniezione meccanica.**

Nel sistema di **iniezione meccanica** la nafta è inviata dalla pompa di iniezione, nella quantità e nella fase dovuta, nel cilindro motore per mezzo dell'iniettore, che viene aperto unicamente dalla pressione della nafta, la quale vince la reazione della molla antagonista che lo manteneva chiuso.

Si ha quindi che tanto la fase, come la quantità di nafta inviata sono ottenute, in tale sistema di iniezione meccanica, con la pompa di iniezione. La polverizzazione del combustibile è dovuta in parte alla pompa, che crea la pressione necessaria per conseguire una notevole velocità di efflusso, ed in parte all'iniettore.

L'iniezione meccanica può ancora essere distinta in **diretta** ed **indiretta,** a seconda che venga effettuata direttamente nel cilindro oppure in camere separate, dalle quali poi la miscela nafta-aria, totalmente o parzialmente combusta, passa nel cilindro.

## SISTEMA DI ALIMENTAZIONE

L'impianto di alimentazione del combustibile può essere diviso in due parti fondamentali: la pompa iniezione e gli iniettori. Le altre parti possono essere considerate come accessorie.

Il combustibile è contenuto in un serbatoio (20, fig. 104) che, in linea generale, è collocato ad un livello più basso della pompa iniezione (12). Conseguentemente si rende necessaria una pompa (13) che prelevi ad ogni istante una quantità di combustibile dal serbatoio e la invii, con una pressione variabile da una a due atmosfere, attraverso un filtro (16), alla pompa iniezione.

La pompa iniezione è costituita, come si vedrà meglio in seguito, da più elementi pompanti (uno per ogni cilindro) raggruppati in un unico complessivo meccanico e comandati, tramite opportuna trasmissione dall'albero motore, mediante un albero ad eccentrici.

Il combustibile, attraverso una tubazione di acciaio (2), viene condotto dalla pompa, ove è portato ad alta pressione, a ciascun iniettore (1), che lo introdurrà nella camera di combustione, polverizzandolo finemente, mettendolo cioè nelle condizioni più adatte allo svolgimento regolare e rapido della combustione.

All'iniettore fanno capo due tubazioni: una principale (2) ed una secondaria (3).

La tubazione principale è quella di mandata del combustibile proveniente dalla pompa iniezione, la tubazione secondaria è quella di ritorno al serbatoio del combustibile in eccesso che, nell'interno dell'iniettore, trafila tra spina ed ugello.

## CARATTERISTICHE DEL MOTORE

Abbiamo detto come l'accensione avvenga spontaneamente, all'inizio dell'introduzione del combustibile nel cilindro, per l'elevata temperatura alla quale è stata portata l'aria durante la fase di compressione. Per poter realizzare le necessarie condizioni di temperatura, si deve ricorrere a rapporti di compressione elevati (almeno superiori a 12, potendosi raggiungere valori prossimi a 20).

Si vede così che nei motori ad iniezione si realizza, alla fine della fase di compressione, una pressione già alquanto elevata. Per dare un'idea dell'entità delle sollecitazioni interne che si producono nel motore, diremo che il valore della pressione che si raggiunge al termine della fase di compressione si aggira, a seconda del rapporto di compressione, da circa 25 kg/cm$^2$ ad oltre 35 kg/cm$^2$.

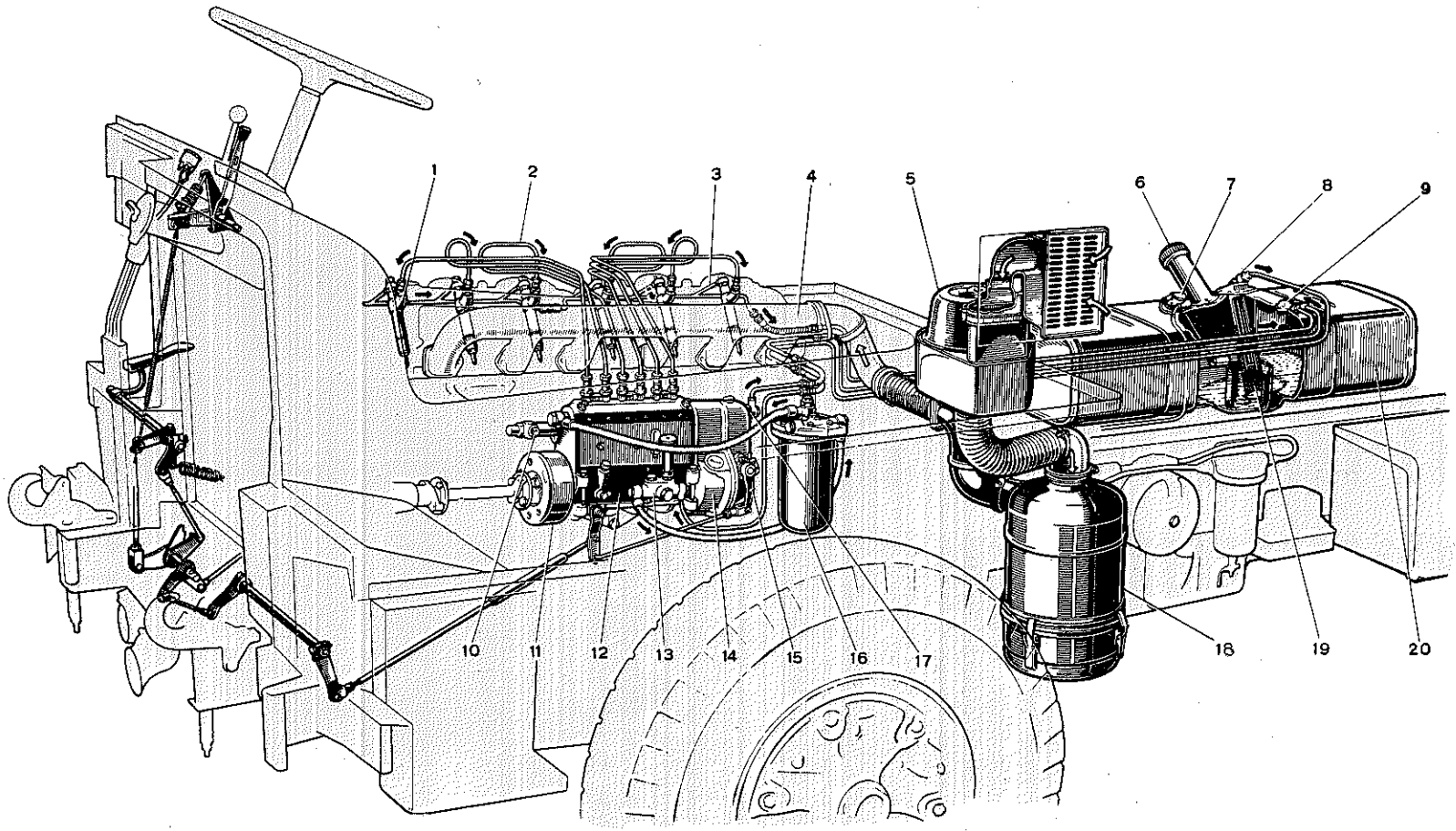



**Fig. 104 - Schema dell'alimentazione del combustibile e del comando acceleratore per il motore dell'autocarro FIAT mod. 682N2.**

1. Iniettore del combustibile. - 2. Tubazione d'arrivo del combustibile agli iniettori. - 3. Tubazione di scarico dagli iniettori dell'eccesso di combustibile. - 4. Collettore di aspirazione. - 5. Rete di protezione della presa d'aria. - 6. Bocchettone d'introduzione combustibile nel serbatoio. - 7. Comando dell'indicatore elettrico di livello. - 8. Raccordo d'aspirazione del combustibile. - 9. Raccordi di scarico dell'eccesso di combustibile proveniente dalla pompa iniezione e dagli iniettori. - 10. Pulsante da premere all'avviamento a freddo del motore per aumentare temporaneamente la portata della pompa. - 11. Variatore automatico dell'anticipo. - 12. Pompa iniezione. - 13. Pompa a stantuffo di alimentazione. - 14. Regolatore di velocità del motore, a masse centrifughe. - 15. Leva di comando dell'asta di regolazione di portata della pompa. - 16. Filtro del combustibile. - 17. Valvola di scarico dell'eccesso di pressione combustibile dalla pompa. - 18. Filtro d'aria ad olio. - 19. Filtro d'aspirazione del combustibile. - 20. Serbatoio del combustibile.

Come abbiamo detto più sopra, all'inizio dell'iniezione del combustibile si ha una rapidissima combustione parziale, paragonabile ad una vera esplosione, la quale provoca un rapido e forte aumento della pressione già esistente nel cilindro. Si raggiungono così, in questo istante, valori medi della pressione variabili da 50 a 70 kg/cm$^2$. Questo spiega la ragione della robustezza, apparentemente anche eccessiva, degli organi del motore.

## APPARATO D'INIEZIONE

Per quanto riguarda la pompa iniezione, premettiamo che essa comprende organi i quali, pur essendo costruttivamente semplici, presentano al tempo stesso la massima precisione di lavorazione.

Le pompe iniezione lavorano annegate, cioè i cilindretti di esse sono posti in una camera costantemente piena di combustibile. In tal modo questo può fluire nel cilindretto quando lo stantuffo pompante, nella sua corsa verso il P.M.I., scopre le luci praticate sulle pareti del cilindretto stesso. Durante la corsa di salita dello stantuffo il combustibile viene spinto, attraverso ad una valvola posta all'estremità superiore del cilindretto, dentro la tubazione di mandata che porta all'iniettore.

Questa valvola ha il duplice scopo di impedire, al termine dell'iniezione, al combustibile contenuto nelle tubazioni di rifluire al cilindro, e di abbassare, al tempo stesso, la sua pressione.

La spina dell'iniettore che chiude il passaggio del combustibile è premuta da una molla convenientemente tarata. La pompa, durante il suo funzionamento, comprime il combustibile nell'iniettore ad una pressione tale da vincere la forza antagonista della molla e quindi capace di sollevare la spina.

Si ha così l'iniezione, la quale dura fino a quando lo stantuffo, durante la sua corsa di salita, porta in corrispondenza del foro d'ingresso del combustibile nel cilindretto il bordo inferiore di una scanalatura elicoidale in esso praticata, stabilendo così una comunicazione tra la camera di compressione e la camera di alimentazione.

In questo istante si ha un repentino abbassamento della pressione nella tubazione di mandata e la spina dell'iniettore si richiude sotto l'azione della molla.

Abbiamo già accennato come le pressioni di mandata del combustibile abbiano dei valori altissimi. Infatti la normale taratura degli iniettori è di 100÷200 kg/cm$^2$, a seconda delle caratteristiche dei motori.

La regolazione della potenza erogata dal motore viene fatta agendo contemporaneamente, per tutti i cilindretti, sulla durata del periodo di iniezione, ossia sulla quantità del combustibile iniettato nel cilindro ad ogni ciclo, ed agendo anche sull'entità dell'anticipo di iniezione rispetto al punto morto superiore dello stantuffo.

La variazione dell'anticipo d'iniezione viene ottenuta attraverso un apposito dispositivo, che collega l'albero ad eccentrici della pompa all'albero dal quale la pompa stessa riceve il moto.

La variazione della portata del combustibile si ottiene invece, per tutti i cilindretti, mediante il pedale dell'acceleratore, che agisce su di una asta dentata scorrevole nel corpo della pompa. Questa, ingranando con opportuni settori collegati ad ogni stantuffo, ne provoca la rotazione e quindi la variazione della portata.

Ad impedire che il motore possa raggiungere un regime di rotazione superiore a quello previsto per il suo normale funzionamento, viene impiegato un apposito regolatore a masse centrifughe. Questo entra in azione a mezzo di un opportuno sistema di leve, sulla tiranteria di comando dell'asta di regolazione della pompa iniezione, indipendentemente dalla posizione del pedale dell'acceleratore comandato dal guidatore.

Come già accennato, l'organo che serve alla polverizzazione ed all'introduzione del combustibile nel cilindro è l'iniettore.

Sostanzialmente esso è una piccola valvola di grandissima precisione, che viene aperta dalla pressione stessa del combustibile che dovrà essere iniettato.

L'iniettore, pur essendo un organo di costituzione semplice, è formato nelle sue parti essenziali (ugello e relativa spina) da elementi lavorati con altissima precisione, onde realizzare una perfetta tenuta del combustibile.

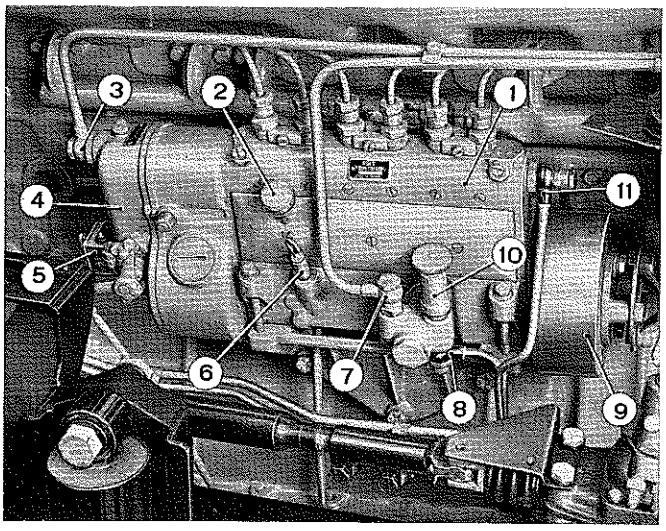



**Fig. 105 - Complessivo pompa iniezione montato sul motore dell'autocarro mod. 643N.**

1. Pompa iniezione. - 2. Filtro aria. - 3. Tubazione di mandata combustibile dal filtro alla pompa iniezione. - 4. Regolatore di velocità. - 5. Dispositivo segnalatore regime basso. - 6. Asticina per controllo livello olio. - 7. Tubazione di mandata combustibile al filtro. - 8. Tubazione d'aspirazione combustibile dal serbatoio. - 9. Variatore automatico d'anticipo. - 10. Pompa a stantuffo di alimentazione. - 11. Tubazione di scarico eccesso combustibile dalla pompa iniezione.

# POMPA D'INIEZIONE DEL COMBUSTIBILE

## DESCRIZIONE

I tipi di pompe iniezione adottati nel campo automobilistico sono numerosi; essendo però le differenze esistenti tra un tipo e l'altro principalmente dovute a particolari di dettaglio, quali la disposizione dei vari organi, limiteremo la descrizione ad una pompa FIAT per autocarri.

A seconda del sistema adottato per la regolazione della portata di nafta, le pompe possono essere **a corsa variabile** od a **riflusso variabile.**

Quelle a riflusso variabile sono le più usate e vengono anche denominate a **stantuffo rotante,** per il caratteristico modo con il quale viene attuata la variazione del riflusso.

La pompa per l'iniezione del combustibile è una pompa a stantuffi, nella quale vengono raggruppati tanti elementi pompanti quanti sono i cilindri del motore.

È costituita da un corpo (vedere le figure 107 e 110) in lega leggera. Nella parte inferiore del corpo pompa è sistemato l'albero di distribuzione, supportato alle due estremità mediante due cuscinetti a sfere. La sede di tali cuscinetti è ricavata nei due coperchi anteriore e posteriore.

L'albero di distribuzione è munito di uno o più eccentrici (a seconda del numero di cilindri del motore per il quale la pompa di iniezione è destinata), per il comando dei rispettivi stantuffi pompanti.

Inoltre un eccentrico apposito serve per il funzionamento della pompa di alimentazione combustibile, qualora la pompa di iniezione ne sia munita.

Nella parte mediana del corpo pompa sono ricavate le sedi di scorrimento delle punterie a rullo, munite di vite di registro e rispettivo dado

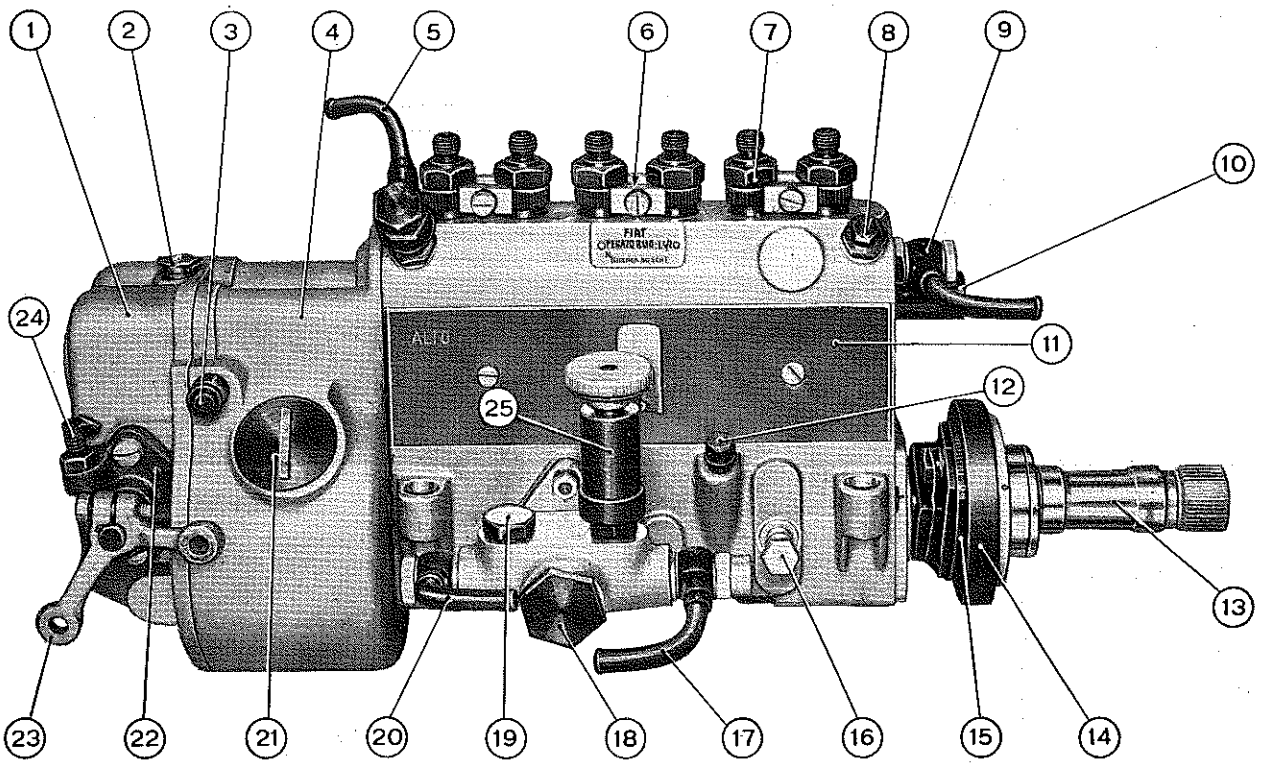



**Fig. 106 - Complessivo pompa iniezione e regolatore di velocità per gli autocarri modd. 645 N - 650 N.**

1. Coperchio regolatore. - 2. Oliatore. - 3. Alberino per arresto asta di regolazione (da premere all'atto dell'avviamento a freddo, per ottenere la portata massima). - 4. Scatola regolatore. - 5. Raccordo scarico eccesso combustibile. - 6. Blocchetti fissaggio raccordi. - 7. Raccordi di pressione. - 8. Vite spurgo aria. - 9. Raccordo arrivo combustibile dal filtro. - 10. Cappuccio protezione asta di regolazione portata. - 11. Coperchio punterie. - 12. Asta livello olio. - 13. Albero comando pompa iniezione. - 14. Disco intermedio per giunto. - 15. Anello a denti e manicotto per giunto comando pompa. - 16. Vite per raccordo scarico olio. - 17. Raccordo per arrivo combustibile dal serbatoio. - 18. Tappo per stantuffo pompa di alimentazione. - 19. Tappo per valvola di mandata. - 20. Raccordo per invio combustibile al filtro. - 21. Tappo per scatola regolatore. - 22. Supporto con arresto per alberino ad eccentrici del regolatore. - 23. Leva comando regolatore. - 24. Vite arresto leva regolatore. - 25. Pompetta a mano.

di bloccaggio. Nella parte superiore del corpo pompa è ricavata la sede per i cilindretti pompanti, fissati al corpo pompa per mezzo di viti di fissaggio e delle relative guarnizioni.

Sul cilindretto pompante è infilato un manicotto di regolazione la cui parte inferiore si investe sulle alette dello stantuffo.

Sul diametro degli stantuffi, nella parte in alto, è ricavata una scanalatura ed un intaglio elicoidale che, a seconda del tipo di pompa, può essere ad **elica invertita** (fig. 112) oppure ad **elica normale** (fig. 113).

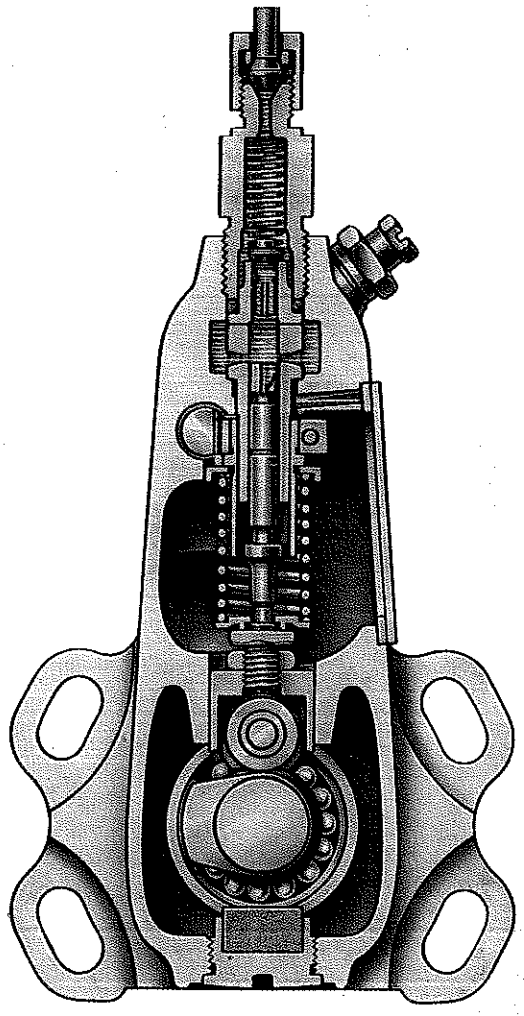


**Fig. 107 - Sezione trasversale di una pompa iniezione.**

Il movimento dello stantuffo nell'interno del cilindretto è contrastato da una molla la cui pressione consente di mantenere a contatto l'estremità inferiore dello stantuffo con la relativa punteria di comando. Il manicotto di regolazione può ruotare liberamente sulla superficie esterna del cilindretto e quindi fare ruotare lo stantuffo dell'elemento pompante nell'interno del cilindretto stesso.

La rotazione del manicotto di regolazione è ottenuta per mezzo di un settore dentato imboccante con l'asta di regolazione della portata.

Un condotto per il combustibile, ricavato direttamente nel corpo pompa, consente di alimentare costantemente di combustibile la parte superiore dei cilindretti pompanti, ove esistono delle luci di comunicazione con l'interno dei cilindretti stessi.

Nella parte superiore del corpo pompa sono sistemate, una per ciascun cilindretto, delle valvole di mandata con relativa molla.

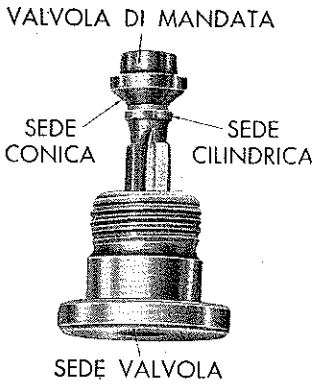



**Fig. 108 - Valvola di mandata con relativa sede.**

Tali valvole sono mantenute in sede per mezzo di un raccordo di pressione avvitato sulla parte superiore del corpo pompa.

La tenuta del raccordo è garantita per mezzo di una guarnizione.

Un complessivo valvola di sovrapressione sistemata in alto sul condotto del combustibile, consente di regolare la pressione di alimentazione.

Una vite di spurgo aria, pure sistemata nella parte superiore del corpo pompa, consente di

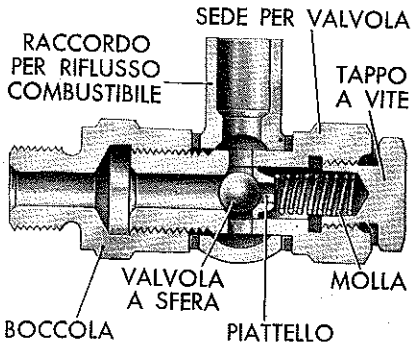



**Fig. 109 - Sezione della valvola di sovrapressione.**

effettuare lo spurgo dell'aria eventualmente racchiusa nel condotto di alimentazione combustibile della pompa.

La pompa iniezione può ancora essere completata con un dispositivo di arresto asta di regolazione, che serve a limitarne la corsa.

Un dispositivo permette di ottenere, all'avviamento del motore, una maggiore corsa dell'asta di regolazione e quindi una maggiore portata di combustibile.

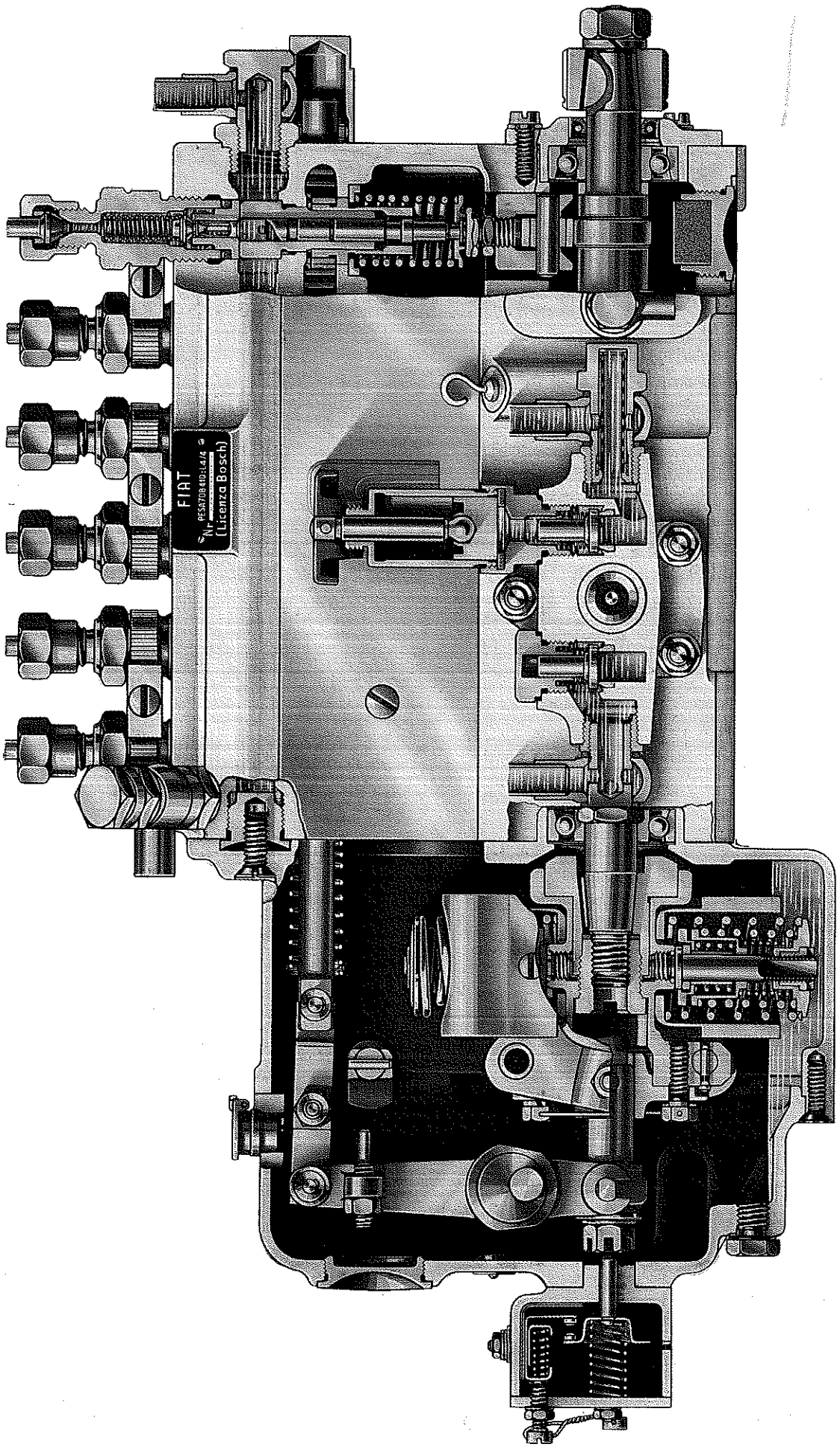



**Fig. 110 - Pompa iniezione con regolatore meccanico di velocità, variatore automatico di anticipo e pompa di alimentazione.**

## FUNZIONAMENTO

### Stantuffi con elica invertita sinistra.

Quando lo stantuffo di un elemento pompante si trova nella posizione di introduzione del combustibile nel cilindretto (fig. 112), viene a scoprire sul cilindretto le luci di immissione del combustibile.

Poichè tali luci sono costantemente in comunicazione con il condotto di alimentazione ricavato nel corpo pompa, il combustibile può fluire attraverso le luci stesse e riempire la camera cilindrica sovrastante lo stantuffo.

La testa dello stantuffo è scavata tutt'attorno da una gola, comunicante permanentemente con l'interno del cilindro attraverso un canaletto longitudinale.

Uno spigolo elicoidale congiunge la testa dello stantuffo con il canaletto longitudinale.

Quando, nella corsa dello stantuffo verso il punto morto superiore, lo spigolo elicoidale della testa dello stantuffo viene a coprire la luce di immissione, rimane interrotta la comunicazione tra il condotto di alimentazione ed il cilindro.

**Si ha così l'inizio della fase di compressione e mandata del combustibile all'iniettore,** attraverso la valvola di pressione.

Il valore della pressione del combustibile è determinato dalla taratura dell'iniettore.

**La fine della fase di compressione del combustibile avviene quando lo spigolo superiore della gola sullo stantuffo scopre le luci di alimentazione.**

In questo istante, venendosi a creare una comunicazione tra l'interno del cilindretto ed il condotto di alimentazione, la pressione del combustibile scende rapidamente, provocando la chiusura della valvola di mandata ed il termine della fase di iniezione.

Nella successiva corsa dello stantuffo dal punto morto superiore al punto morto inferiore, si hanno le seguenti fasi:

— fase di depressione, per tutto il periodo in cui le luci di alimentazione risultano chiuse dalla superficie cilindrica dello stantuffo;

— fase di introduzione del combustibile, dall'istante in cui lo spigolo della scanalatura elicoidale scopre la luce di alimentazione sino al p.m.i. ed all'istante in cui detto spigolo, nella successiva corsa dello stantuffo verso il p.m.s., ricopre la luce di alimentazione.

### Stantuffi con elica normale destra.

Il funzionamento è analogo a quello descritto per gli stantuffi con elica invertita sinistra.

Varia unicamente la successione delle singole fasi (fig. 113) come segue:

Quando lo stantuffo si trova al p.m.i. viene a scoprire sul cilindretto le luci di immissione del combustibile, che fluisce pertanto nella camera cilindrica direttamente sovrastante lo stantuffo.

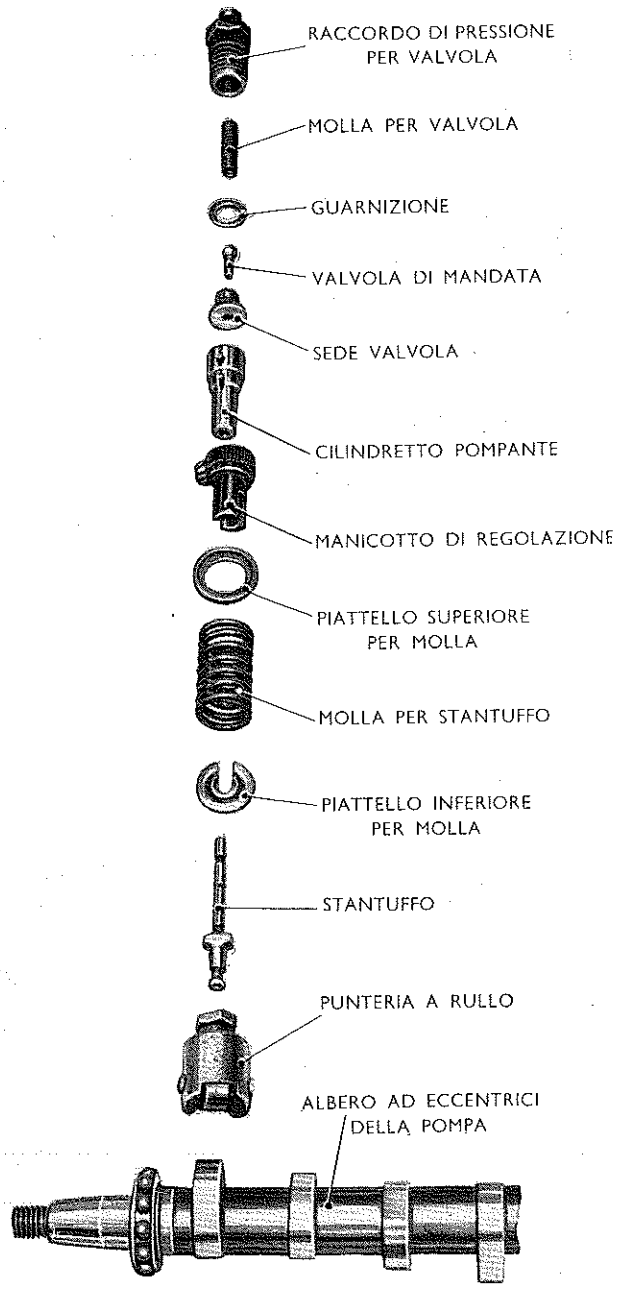



**Fig. 111 - Particolari di un elemento pompante.**

La testa dello stantuffo è scavata tutt'attorno da una gola, la quale è limitata superiormente da uno spigolo elicoidale e quindi di altezza variabile.

La gola comunica permanentemente con l'interno del cilindro attraverso un canaletto longitudinale.

Quando, nella corsa dello stantuffo verso il p.m.s., lo spigolo superiore dello stantuffo viene

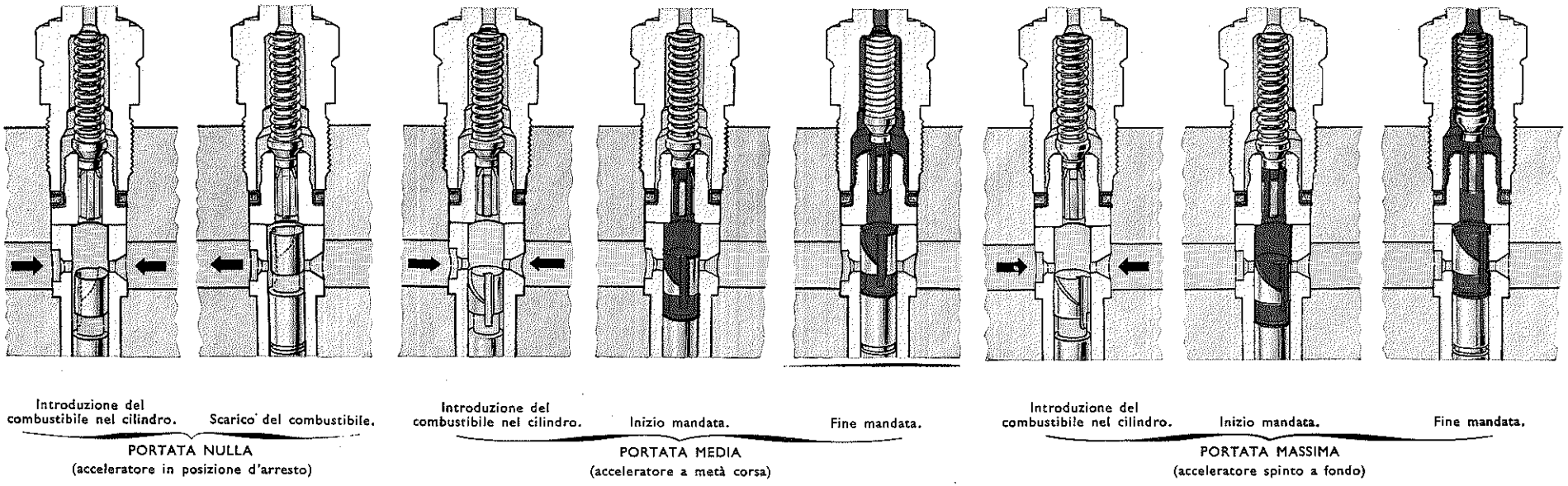



**Fig. 112 - Fasi di funzionamento di un elemento della pompa iniezione con stantuffo ad elica invertita sinistra.**

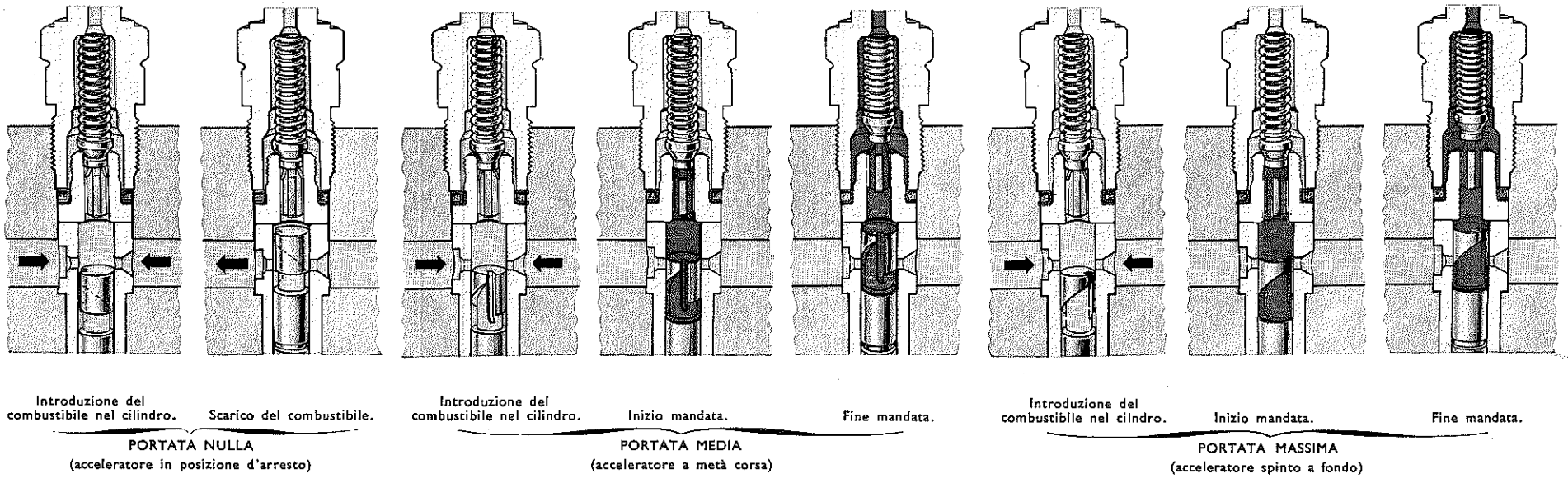



**Fig. 113 - Fasi di funzionamento di un elemento della pompa iniezione con stantuffo ad elica normale destra.**

a coprire le luci di immissione, rimane interrotta la comunicazione tra il condotto di alimentazione ed il cilindro.

**Si ha così l'inizio della fase di compressione e mandata del combustibile all'iniettore,** attraverso la valvola di pressione.

Il valore della pressione del combustibile è determinato dalla taratura dell'iniettore.

**La fine della fase di compressione del combustibile** avviene quando lo spigolo elicoidale della testa dello stantuffo scopre la luce di alimentazione. In questo istante, venendosi a creare una comunicazione tra l'interno del cilindretto ed il condotto di alimentazione, la pressione del combustibile scende rapidamente, provocando la chiusura della valvola di mandata ed il termine della fase di iniezione.

Nella successiva corsa dello stantuffo dal p.m.s. al p.m.i. si hanno le seguenti condizioni di funzionamento:

— introduzione del combustibile, durante il movimento discendente dello stantuffo, sino a quando lo spigolo elicoidale viene a chiudere la luce di alimentazione;

— depressione nel cilindretto per tutto il periodo in cui le luci di alimentazione risultano chiuse dalla superficie cilindrica dello stantuffo;

— introduzione del combustibile, dall'istante in cui lo spigolo superiore dello stantuffo, continuando la corsa di discesa, scopre le luci di alimentazione sino al p.m.i. ed all'istante in cui detto spigolo, nella successiva corsa dello stantuffo verso il p.m.s., ricopre le luci di alimentazione.

### Variazione della portata.

Per regolare la portata di combustibile, **è sufficiente variare la posizione relativa della luce di alimentazione rispetto allo spigolo elicoidale dello stantuffo.**

Ciò è ottenuto facendo ruotare lo stantuffo nell'interno del cilindretto mediante l'asta di regolazione ed il manicotto dentato.

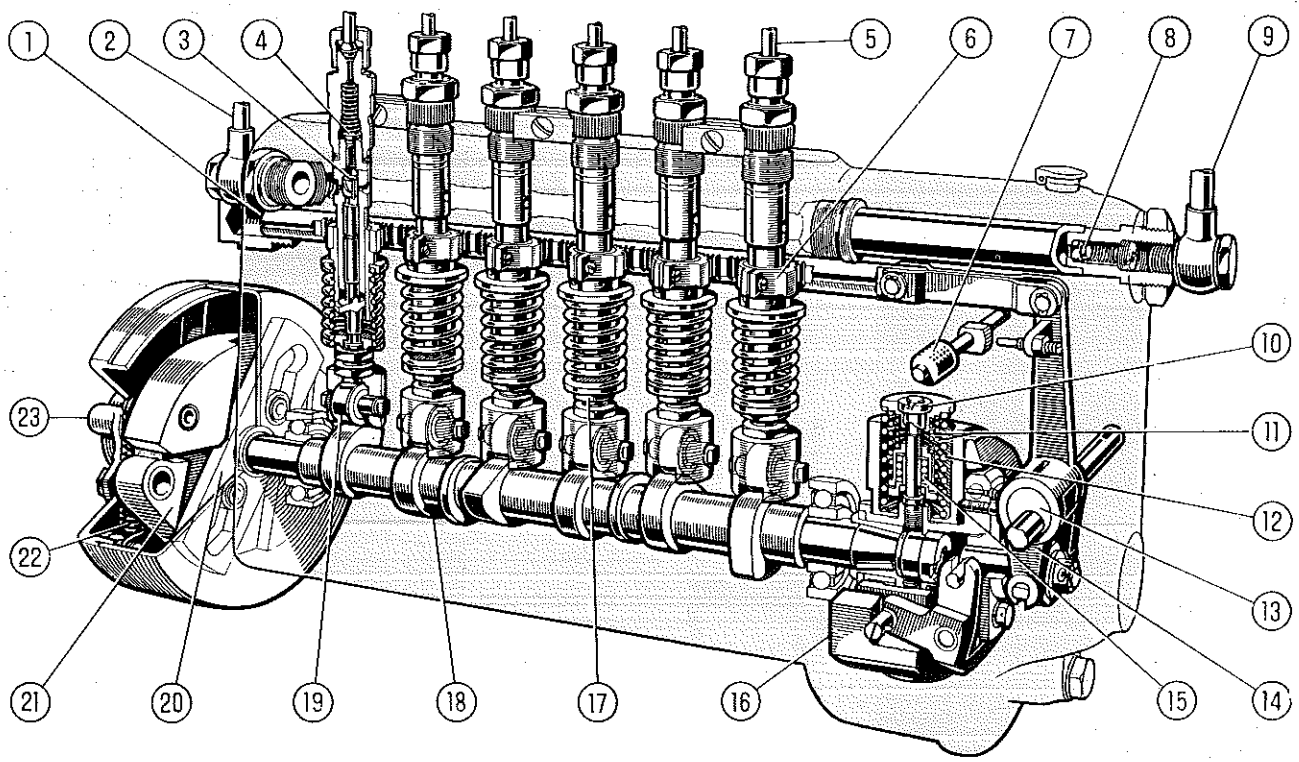



**Fig. 114 - Sezione di una pompa d'iniezione con regolatore di velocità e variatore automatico dell'anticipo.**

1. Asta dentata di regolazione portata della pompa. - 2. Tubazione d'arrivo del combustibile. - 3. Stantuffo del cilindretto n. 1 della pompa. - 4. Valvolina di mandata del combustibile. - 5. Tubazione di mandata del combustibile agli iniettori. - 6. Manicotto dentato di regolazione portata della pompa. - 7. Pulsante da premere all'avviamento a freddo del motore, per aumentare temporaneamente la portata della pompa. - 8. Valvolina di scarico dell'eccesso di pressione del combustibile della pompa. - 9. Tubazione di scarico nel serbatoio dell'eccesso di combustibile. - 10. Ghiera per registro molle del regolatore. - 11. Molle di regolazione del regime massimo. - 12. Molla di regolazione del regime minimo. - 13. Albero con eccentrico per leva di comando. - 14. Leva di comando dell'asta di regolazione portata pompa e di collegamento col regolatore. - 15. Molla per adeguamento portata pompa a regime di coppia massima. - 16. Masse centrifughe del regolatore di velocità. - 17. Vite di registrazione punteria. - 18. Albero ad eccentrici. - 19. Rullo di punteria. - 20. Flangia guida masse. - 21. Masse centrifughe del variatore automatico dell'anticipo. - 22. Molle di richiamo delle masse. - 23. Manicotto a flangia di comando della pompa.

A tale scopo uno spostamento dell'asta di regolazione che ingrana nel settore dentato calettato sul manicotto, provoca la rotazione del manicotto stesso entro il quale è impegnata la traversa dello stantuffo.

Le rotazioni del manicotto si trasmettono così allo stantuffo senza impedirne il moto alterno.

**Con stantuffi ad elica invertita (sinistra)**, ruotando lo stantuffo nel senso anti-orario, allo scopo di aumentare la portata, rimane invariato l'istante di fine mandata, e si anticipa l'istante di inizio dell'iniezione; viceversa, diminuendo la portata.

**Con stantuffi ad elica diritta (destra)**, ruotando lo stantuffo nel senso anti-orario, allo scopo di aumentare la portata, rimane invariato l'istante di inizio della mandata e si ritarda l'istante di fine dell'iniezione; viceversa, diminuendo la portata.

Tanto con stantuffi ad elica invertita, quanto con quelli ad elica diritta, si ottiene la condizione di **portata nulla** orientando lo stantuffo in modo che il canaletto longitudinale sullo stantuffo si venga a trovare in corrispondenza della luce di alimentazione.

Quanto sopra può essere anche facilmente rilevato dall'esame delle figg. 112 e 113.

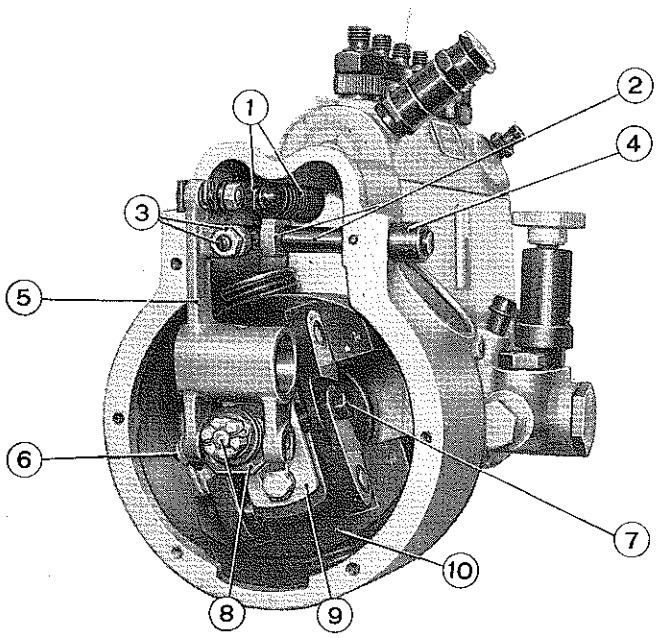



**Fig. 115 - Pompa iniezione con il coperchio del regolatore smontato.**

1. Molla ed asta regolazione portata. - 2. Alberino ed arresto asta. - 3. Vite e dado d'arresto. - 4. Cappuccio di protezione. - 5. Leva di regolazione. - 6. Dadi del perno della crociera. - 7. Perno della crociera. - 8. Snodo. - 9. Boccola di guida. - 10. Complessivo dispositivo di regolazione.

### Trasmissione del movimento allo stantuffo.

La rotazione dell'eccentrico relativo a ciascun elemento pompante, provoca lo spostamento della punteria a rullo.

La punteria è mantenuta costantemente a contatto del rispettivo eccentrico dalla pressione della molla per stantuffo (figg. 107 e 111).

La molla per stantuffo è trattenuta alle estremità dai piattelli superiore ed inferiore.

Nel piattello inferiore per molla è praticato un taglio in cui si impegna l'estremità inferiore dello stantuffo.

Il movimento alternato della punteria a rullo è trasmesso allo stantuffo per mezzo della vite di registro.

### Valvola di mandata.

Per ogni elemento pompante esiste una valvola di mandata con relativa sede valvola (fig. 108), montata nella parte superiore del corpo pompa.

La valvola di mandata porta sul proprio gambo quattro scanalature longitudinali; tali scanalature consentono il passaggio del combustibile durante la fase di mandata all'iniettore e cioè con valvola sollevata.

Al termine della mandata, essa impedisce che il combustibile contenuto nelle tubazioni rifluisca al cilindretto della pompa.

La valvola di mandata ha pure lo scopo di abbassare la pressione del combustibile nella tubazione di collegamento con l'iniettore, alla fine della fase di mandata. Si viene così ad interrompere prontamente la mandata stessa, evitando ogni possibile gocciolamento di combustibile dall'iniettore.

Per il conseguimento di quanto sopra la valvola è provvista, al disotto della sede conica, di una sede cilindrica (fig. 108).

Avviene pertanto che alla fine della fase di mandata, quando la valvola incomincia a chiudersi sotto l'azione della rispettiva molla (fig. 111) detta anche di contrasto, la sede cilindrica interrompe per prima l'afflusso del combustibile alla tubazione di mandata all'iniettore.

Successivamente, proseguendo la valvola di mandata nella corsa di chiusura fino a che la sede conica sulla valvola raggiunge la relativa sede di appoggio, nella tubazione di collegamento con l'iniettore si viene ad aumentare il volume a disposizione del combustibile della quantità equivalente a quest'ultimo spostamento della valvola.

Tale aumento di volume determina quindi una diminuzione di pressione del combustibile nella tubazione di mandata.

### Valvola di sovrapressione.

Ogni pompa di iniezione è munita di una valvola di sovrapressione (fig. 109), che consente di regolare la pressione di alimentazione del combustibile al valore massimo stabilito.

Tale valvola è costituita dai seguenti particolari (fig. 109):

— una boccola con raccordo arrivo combustibile;
— una sede per valvola;
— una valvola a sfera;
— un piattello;
— una molla;
— un tappo a vite;
— un raccordo per riflusso combustibile.

Quando la pressione di alimentazione del combustibile supera il valore di taratura della valvola di sovrapressione, la valvola a sfera (fig. 109) si apre, vincendo la reazione della molla e permettendo il riflusso del combustibile attraverso il raccordo apposito.

# REGOLATORI DI VELOCITÀ

Le pompe d'iniezione sono dotate di regolatori di velocità, che hanno lo scopo di adeguare la portata di combustibile in modo da conservare l'equilibrio dinamico dell'albero motore, limitandone gli scarti di velocità entro un intervallo fissato. Sui motori Diesel per autotrazione è indispensabile un regolatore di velocità, il quale sia capace di ottenere i seguenti risultati:

1) **Regolare la marcia al minimo.** In tale condizione di marcia il motore è infatti molto instabile date le difficoltà di polverizzazione e le resistenze passive.

2) **Impedire il raggiungimento di velocità eccessive** e pericolose, a causa di una forte mandata di combustibile in rapporto al carico del motore.

I regolatori di velocità adottati sui motori ad iniezione FIAT per autocarri sono di due tipi: meccanici e pneumatici, e possono essere direttamente incorporati nella pompa di iniezione, oppure staccati.

Il regolatore è tarato in modo da entrare automaticamente in azione in due tempi e precisamente: come regolatore del regime minimo quando il motore funziona a vuoto, e come limitatore del regime massimo quando il motore, per una diminuzione di carico, tende a superare il numero di giri massimo ammissibile.

Per tutte le velocità di rotazione comprese tra il regime minimo e quello massimo l'azione del regolatore è esclusa e le variazioni di velocità sono provocate unicamente dal pedale acceleratore.

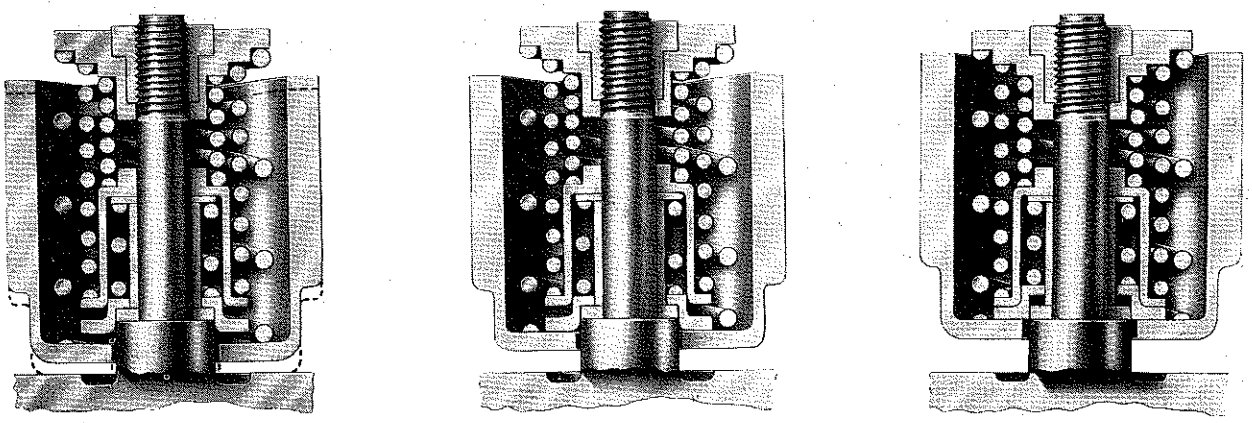
## REGOLATORI MECCANICI

Il regolatore meccanico di velocità è costituito da un dispositivo di regolazione dotato di due masse centrifughe, il cui movimento è contrastato dalle molle (fig. 116).

Le molle sono montate su di un perno solidale con il mozzo del dispositivo di regolazione e sono trattenute in sede per mezzo della boccola e della ghiera d'arresto.

In alcuni tipi di regolatori il complessivo di regolazione è munito di uno speciale dispositivo che ha la funzione di smorzare le vibrazioni. Tale smorzatore è costituito da un giunto, collegato al mozzo del regolatore per mezzo di quattro tasselli elastici.

Il movimento delle masse centrifughe si trasmette, attraverso un opportuno leveraggio, allo snodo e quindi alla leva di regolazione. Questa è collegata superiormente all'asta di regolazione della portata e pertanto gli spostamenti delle



Intervento al regime minimo. Intervento al regime intermedio. Intervento al regime massimo.

**Fig. 116 - Funzionamento delle masse centrifughe del regolatore meccanico.**

masse centrifughe del regolatore si ripercuotono sull'asta, con conseguente variazione della portata del combustibile e quindi regolazione della velocità di rotazione del motore.

La leva di regolazione è montata sull'albero ad eccentrici, il quale funge da fulcro della leva.

Il complessivo regolatore di velocità è racchiuso nella scatola con coperchio; la scatola può essere fissata sul lato destro o sinistro della pompa iniezione.

I tappi sulla scatola regolatore consentono l'accesso alle molle del regolatore.

Attraverso l'oliatore, montato sulla parte superiore del coperchio, può essere introdotto nella scatola l'olio di lubrificazione.

Il livello di tale olio è stabilito da un foro di livello esistente sul coperchio e chiuso mediante un tappo a vite.

I regolatori meccanici di minima e di massima sono impiegati sui motori ove è necessario poter variare il numero di giri del motore a piacere del conduttore, e nello stesso tempo garantire che il motore non superi il numero massimo di giri consentito. In pari tempo è necessario garantire anche un regime minimo di rotazione del motore.

La regolazione dei regimi suaccennati avviene come segue:

**Regime minimo.** - Con motore fermo, le masse centrifughe (fig. 116) del regolatore si trovano nella posizione di riposo.

Con l'acceleratore in posizione di minimo, quando la pompa iniezione raggiunge il numero di giri corrispondente al regime minimo, le masse si spostano, per effetto della forza centrifuga, comprimendo la molla contro il piattello, come si vede nella fig. 116.

**Regime intermedio.** - Per tutti i regimi compresi tra il minimo ed il massimo, le masse manterranno la posizione di equilibrio assunta al termine della regolazione del regime minimo e cioè saranno trattenute ferme dal piattello, che mantiene la sua posizione sotto l'azione delle molle (fig. 116).

**Regime massimo.** - Quando, da parte del conduttore, viene portato il pedale acceleratore a fondo corsa e quindi in posizione di massimo la leva comando del regolatore, l'asta di regolazione della portata combustibile assume la posizione di massima corsa e quindi di massima portata (fig. 116).

Il motore sarà così in grado di fornire la massima potenza al regime di rotazione massimo.

In queste condizioni se viene diminuito il carico sul motore, la velocità di rotazione tende ad aumentare.

L'aumento di regime provoca un incremento della forza centrifuga delle masse del regolatore, le quali, vincendo la pressione delle molle (fig. 116), si sposteranno verso l'esterno, provocando quindi un richiamo dell'asta di regolazione, con conseguente diminuzione della portata della pompa.

In seguito alla riduzione della portata, la potenza del motore diminuisce e di conseguenza pure il regime di rotazione, ristabilendo così le condizioni di equilibrio.

## REGOLATORI PNEUMATICI

Il regolatore pneumatico di velocità è costituito da un complessivo membrana (1, fig. 118), contrastato da una parte dalla molla ad elica (3) e dall'altra dalla leva interna (7).

La leva interna (7, fig. 118), è fissata all'albero supportato dal corpo del regolatore, ed è mantenuta costantemente a contatto del complessivo membrana per mezzo del dispositivo arresto elastico (5).

La membrana è collegata direttamente all'asta di regolazione della portata per mezzo di un perno di fissaggio.

Un dispositivo di arresto elastico (5), avvitato sul corpo del regolatore, permette di regolare la rotazione della leva interna (7) e di conseguenza la corsa dell'asta di regolazione.

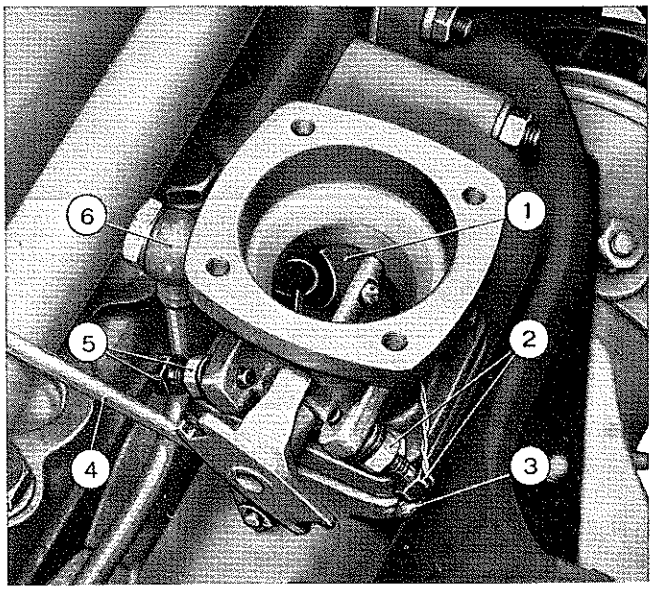



**Fig. 117 - Diffusore per regolatore pneumatico con farfalla di accelerazione, montato sul collettore di aspirazione.**

1. Farfalla di accelerazione. - 2. Vite di regolazione del regime massimo. - 3. Piombino di sicurezza. - 4. Tirante comando farfalla. - 5. Vite di regolazione del regime minimo. - 6. Tubazione di pressione collegata al regolatore di velocità.

Esternamente al regolatore è calettata sull'albero la leva di comando arresto motore e portata massima.

Il complessivo regolatore pneumatico è racchiuso nel corpo con coperchio; il corpo può essere fissato sul lato destro o sinistro della pompa iniezione.

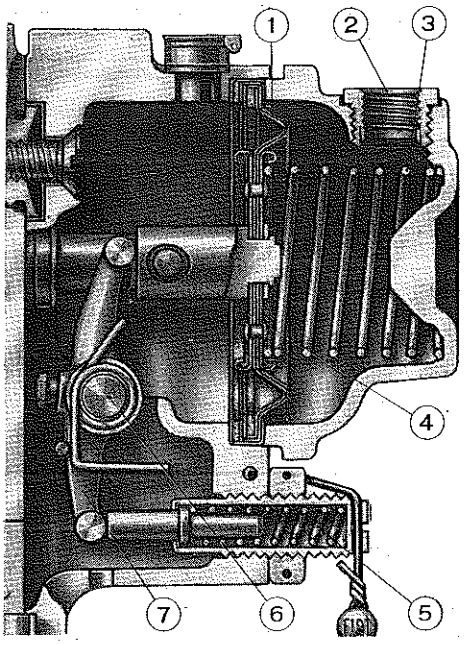
Attraverso l'oliatore montato sulla parte superiore del corpo, può essere introdotto l'olio di lubrificazione.

Un bocchettone sul coperchio (2, fig. 118) permette di collegare il regolatore con la tubazione proveniente dal diffusore.

La funzione del regolatore pneumatico di velocità è quella di mantenere costante il regime di rotazione del motore a tutti i regimi di funzionamento del motore stesso, compresi tra i regimi minimo e massimo.

Questo tipo di regolatore viene, generalmente, impiegato per autovetture ed autocarri leggeri.

Il regolatore pneumatico viene azionato dalla depressione del motore che agisce nel diffusore montato sul collettore di aspirazione del motore (fig. 117).




1. Membrana. - 2. Raccordo tubazione di depressione. - 3. Molla. 4. Asta di regolazione portata pompa. - 5. Dispositivo elastico d'arresto. - 6. Leva comando portata massima ed arresto motore. -7. Leva interna.

**Fig. 118 - Sezione del regolatore pneumatico.**

La regolazione avviene come segue:

Il diffusore (fig. 117), montato sul collettore di aspirazione, è dotato di un condotto a forma di Venturi con farfalla di strozzamento.

La farfalla è collegata, mediante tiranteria, al pedale acceleratore.

Il diffusore è invece collegato, mediante tubazione, al regolatore pneumatico montato sulla pompa iniezione (fig. 118).

Per effetto dell'aspirazione nei cilindri motore si crea nel diffusore una depressione proporzionale al grado di chiusura della farfalla. La depressione sarà massima con farfalla pressochè chiusa ed andrà decrescendo con l'apertura della farfalla.

La stessa depressione esistente nel diffusore agisce sulla membrana del regolatore attraverso la tubazione di collegamento.

La membrana (1, fig. 118) del regolatore, fissata ad una estremità dell'asta di regolazione della portata, è normalmente spinta dalla molla (3) nella posizione di massima portata.

Non appena il motore viene avviato, agisce sulla membrana la depressione suaccennata, richiamando l'asta di regolazione. Il movimento di richiamo della membrana avviene vincendo la pressione della molla.

A seconda che la depressione sia maggiore o minore, la membrana viene ad assumere una posizione ben definita. Per ogni valore della depressione nel diffusore esiste pertanto una posizione di equilibrio tra membrana e corrispondente carico della molla.

Se la farfalla del diffusore è completamente aperta, la depressione esercitata sulla membrana del regolatore è quasi nulla e quindi l'asta viene a trovarsi in posizione di portata massima.

Se al contrario la farfalla è quasi chiusa, la depressione risulta sensibile e richiama la membrana e l'asta di regolazione; si ottiene così la posizione di portata minima corrispondente al regime minimo di rotazione del motore.

Per la regolazione del regime minimo di rotazione del motore è sufficiente agire sulla vite di regolazione (5, fig. 117) del diffusore.

Analogamente, per la regolazione del regime massimo si dovrà agire sulla vite di regolazione del regime massimo (2) del diffusore.

In merito è da tenere presente che la regolazione del regime massimo si può effettuare soltanto agendo sulla vite anzidetta del diffusore e non agendo sull'arresto elastico (5, fig. 118) il quale varia la corsa dell'asta di regolazione.

Aumentando infatti la corsa dell'asta di regolazione si ha che, non appena il motore assume il proprio regime massimo di rotazione, la depressione che si crea sulla membrana provoca il richiamo dell'asta al valore corrispondente alla posizione di equilibrio tra depressione e carico della molla.

Pertanto il dispositivo di arresto elastico va regolato in modo da consentire la corsa prescritta per l'asta di regolazione e quindi piombato.

Per facilitare l'avviamento del motore, specie a freddo, è necessario aumentare provvisoriamente la mandata della pompa iniezione.

A tale scopo si deve far compiere all'asta di regolazione una corsa maggiore di quella corrispondente alla portata massima.

Si fa quindi ruotare la leva di comando (6, figura 118) in modo da spostare, attraverso la leva interna, l'arresto elastico e consentire così una maggiore corsa dell'asta di regolazione.

La medesima leva di comando, se ruotata in senso opposto a quello precedente, consente di ottenere l'arresto del motore. L'asta di regolazione viene infatti disposta, con questa manovra, nella posizione corrispondente alla portata nulla della pompa iniezione.

della rotazione angolare dell'albero ad eccentrici della pompa, rotazione che può essere effettuata con variatori con comando a mano e con variatori automatici.

Nei **variatori con comando a mano** di anticipo l'albero è provvisto, nella parte anteriore, di uno speciale giunto a manicotto elicoidale, spostabile in senso assiale.

Con questo dispositivo è possibile far compiere all'albero eccentrici della pompa iniezione una rotazione angolare rispetto all'albero manovella del motore.

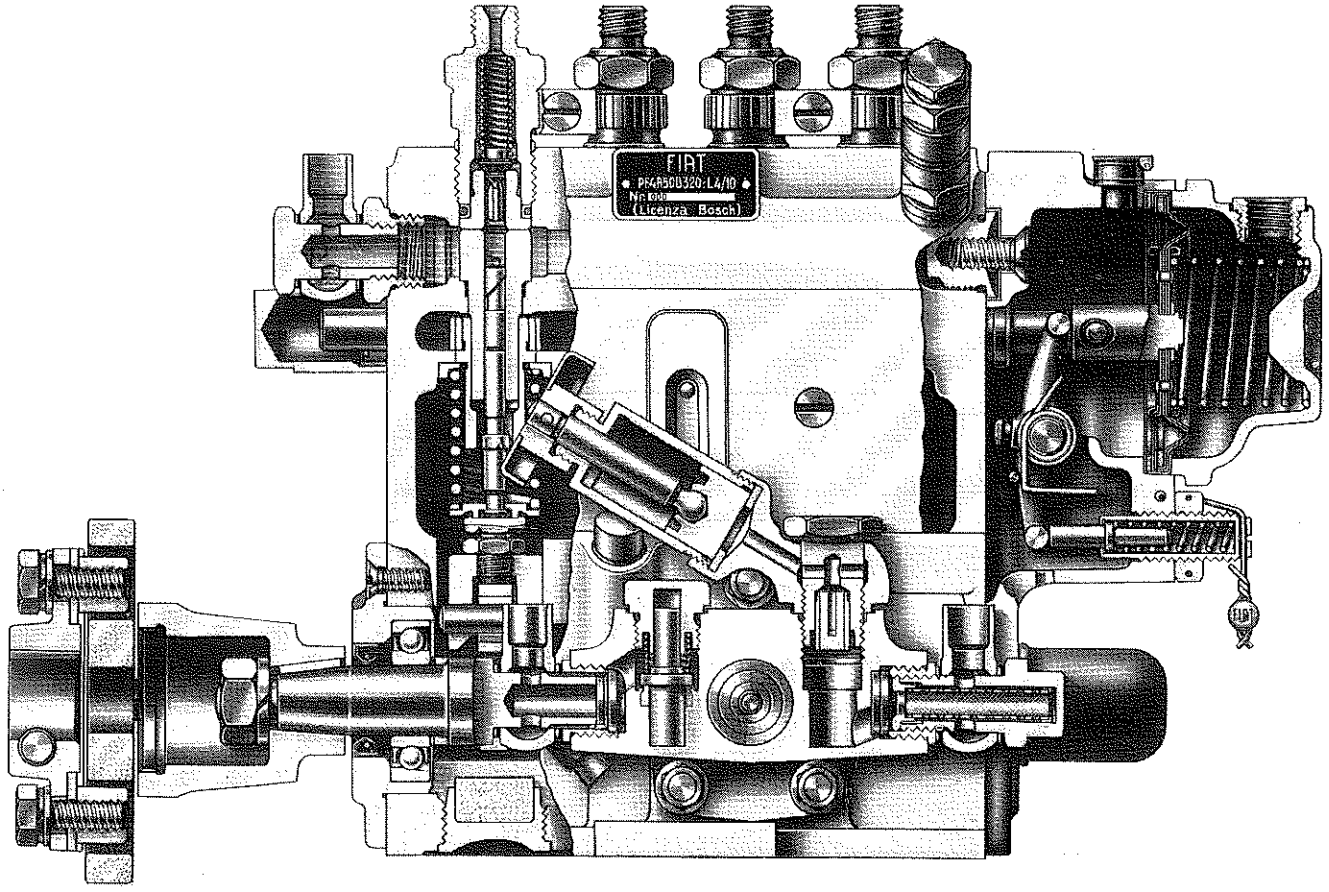



**Fig. 119 - Pompa iniezione con regolatore pneumatico di velocità.**

## VARIATORI DI ANTICIPO

L'istante in cui ha inizio l'introduzione del combustibile nelle camere di combustione è naturalmente in fase con la manovella dell'albero motore del corrispondente cilindro. Tale istante può però essere più o meno anticipato rispetto al punto morto superiore dello stantuffo (**anticipo all'iniezione**).

L'anticipo all'iniezione, in un motore Diesel, ha lo stesso effetto dell'anticipo all'accensione nei motori a carburazione.

L'anticipo all'iniezione è ottenuto per mezzo

A seconda dell'entità di tale rotazione si avranno valori differenti dell'anticipo all'iniezione.

Il **variatore meccanico automatico** di anticipo è costituito da un dispositivo dotato di due masse centrifughe (10, fig. 120), il cui movimento è contrastato dalla reazione delle molle (1).

Le molle sono collegate ad una estremità ai pernetti solidali con le masse centrifughe, ed all'estremità opposta ai pernetti solidali con il corpo (14) del variatore.

Le masse possono ruotare intorno a due perni, solidali con il corpo del variatore mediante l'interposizione di boccole (11).

Sul corpo (14, fig. 120) del variatore è montata la boccola (12) di supporto dell'albero con glifo (8).

Le scanalature del glifo si impegnano in due pernetti, solidali con le due masse centrifughe del variatore.

L'albero a glifo è calettato sull'estremità dell'albero ad eccentrici della pompa iniezione.

Il coperchio (6, fig. 120) è fissato al corpo (14) del variatore mediante le viti (4).

Alla parte anteriore del corpo è inoltre fissato il manicotto (19) per giunto di collegamento con l'albero di comando pompa iniezione.

Con motore fermo le masse centrifughe si trovano in posizione di riposo e vi rimangono sino a che il motore non abbia raggiunto un regime di rotazione tale che la forza centrifuga, agente sulle masse, sia in grado di vincere la forza antagonista delle molle di richiamo.

Quando le masse si aprono, sotto l'azione della forza centrifuga corrispondente al regime di rotazione del motore, provocano uno spostamento angolare dell'albero a glifo rispetto al corpo del variatore. Questo spostamento è dipendente dall'inclinazione dei glifi e dalla posizione delle masse.

Il medesimo spostamento angolare è trasmesso all'albero ad eccentrici della pompa iniezione, in quanto l'albero a glifo è calettato sul medesimo.

Lo spostamento angolare dell'albero ad eccentrici determina una variazione del calettamento rispetto all'albero di comando sul motore.

Ad ogni regime di rotazione del motore viene pertanto a corrispondere un valore dell'angolo di anticipo all'iniezione ben determinato e dipendente dalla sagoma del glifo adottato.

Il variatore di anticipo può essere montato sul complessivo pompa iniezione, oppure nell'interno del motore sull'albero di comando della pompa iniezione.

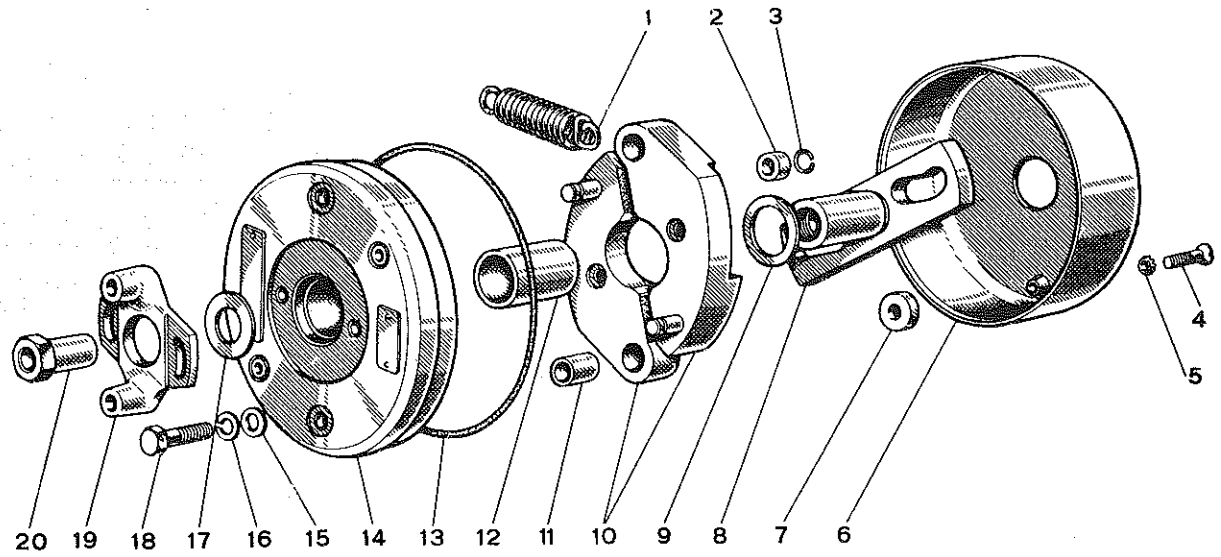



**Fig. 120 - Parti del variatore meccanico automatico di anticipo.**

1. Molla per massa. - 2. Rullo. - 3. Anello elastico per rullo. - 4. Vite per coperchio. - 5. Rosetta dentata per vite. - 6. Coperchio per corpo. - 7. Rosetta per vite. - 8. Glifo completo. - 9. Rosetta piana. - 10. Masse complete. - 11. Boccola per massa. - 12. Boccola per corpo. - 13. Anello di tenuta. - 14. Corpo completo. - 15. Rosetta piana per vite. - 16. Rosetta elastica per vite. - 17. Rosetta per dado. 18. Vite fissaggio manicotto. - 19. Manicotto per giunto. - 20. Dado fissaggio variatore all'albero pompa iniezione.

# POMPA D'ALIMENTAZIONE E FILTRI DEL COMBUSTIBILE

Scopo della pompa di alimentazione è quello di rifornire di combustibile la pompa iniezione. Per tale motivo la pompa di alimentazione è collegata, mediante tubazione, al raccordo di aspirazione del combustibile sul serbatoio carburante.

Quando lo stantuffo (9, fig. 121) della pompa di alimentazione, sotto il carico della relativa molla, effettua la corsa dal p.m.s. al p.m.i., provoca contemporaneamente nella camera superiore del cilindro la fase di aspirazione del combustibile dal serbatoio attraverso il filtro e nella camera inferiore del cilindro la fase di mandata alla pompa iniezione.

Durante tale corsa dello stantuffo la valvola di aspirazione (10, fig. 121) si apre per effetto della depressione, vincendo la pressione della relativa molla; la valvola di mandata è invece tenuta chiusa dalla rispettiva molla e dalla pressione su essa esistente.

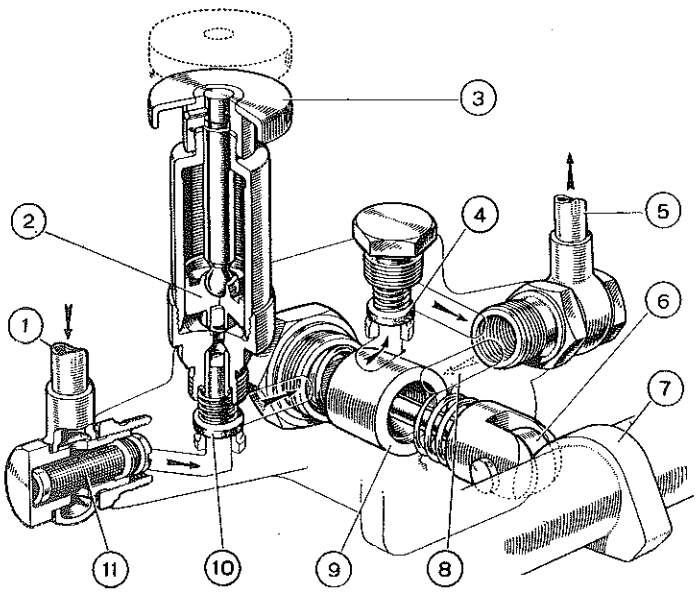



**Fig. 121 - Sezione di una pompa di alimentazione applicata alla pompa iniezione.**

1. Tubazione d'arrivo del combustibile dal serbatoio. - 2. Stantuffo della pompetta d'innescamento. - 3. Pomello per azionamento stantuffo (la parte tratteggiata indica il pomello svitato per poter azionare lo stantuffo). - 4. Valvola di mandata. - 5. Tubazione di mandata del combustibile al filtro. - 6. Rullo della punteria di comando stantuffo della pompa. - 7. Albero ad eccentrici della pompa iniezione. - 8. Condotto di equilibratura per il funzionamento a vuoto della pompa. - 9. Stantuffo di comando della pompa. - 10. Valvolina d'aspirazione. - 11. Reticella filtro sulla tubazione d'arrivo del combustibile.

Successivamente, nella corsa dello stantuffo dal p.m.i. al p.m.s. si compie il travaso del combustibile dalla camera superiore a quella inferiore attraverso la valvola di mandata (4, fig. 121); la valvola di aspirazione (10) invece rimane chiusa per effetto della pressione del combustibile generata dalla corsa dello stantuffo verso il p.m.s.

Se nella camera di mandata si stabilisce un aumento di pressione dovuto ad eccesso d'alimentazione, ciò impedisce la totale distensione dello stantuffo, adeguando in tal modo la portata della pompa.

Quando, però, la pressione del combustibile viene a superare, nella pompa iniezione, il valore massimo consentito, si apre la valvola di scarico dell'eccesso di pressione dalla pompa, ed il combustibile rifluisce al serbatoio carburante del veicolo.

La pompa di alimentazione è pure dotata di una pompetta ausiliaria a mano; tale pompetta serve per l'innescamento del combustibile qualora si fosse proceduto allo svuotamento della pompa alimentazione, della pompa iniezione, del filtro o delle rispettive tubazioni.

Il funzionamento della pompetta a mano è del tutto analogo a quello descritto per la pompa meccanica. Lo stantuffo (2, fig. 121) è però azionato a mano per mezzo del pomello, anzichè meccanicamente.

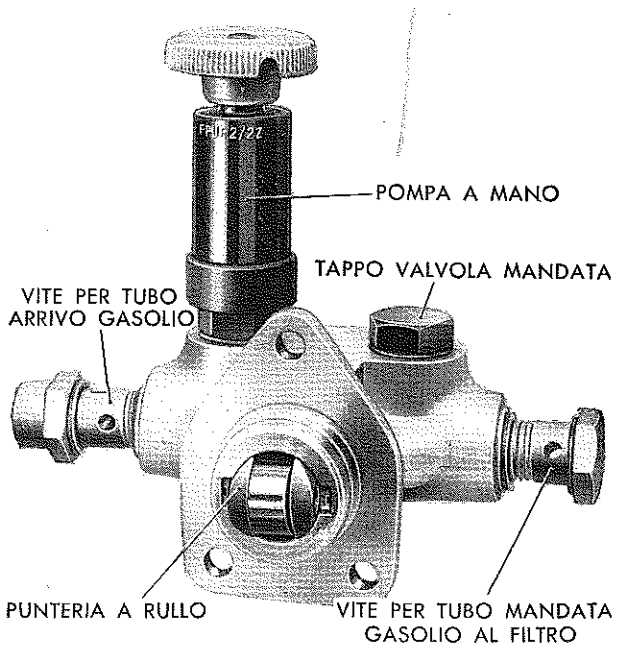



**Fig. 122 - Pompa di alimentazione con pompa a mano per l'innescamento.**

La pompa di alimentazione del combustibile è comunemente montata sulla pompa d'iniezione. Su alcuni motori è però applicata sul basamento motore e comandata da un eccentrico dell'albero distribuzione.

Il combustibile, dalla pompa di alimentazione, viene inviato, sotto pressione, al filtro per essere convenientemente depurato.

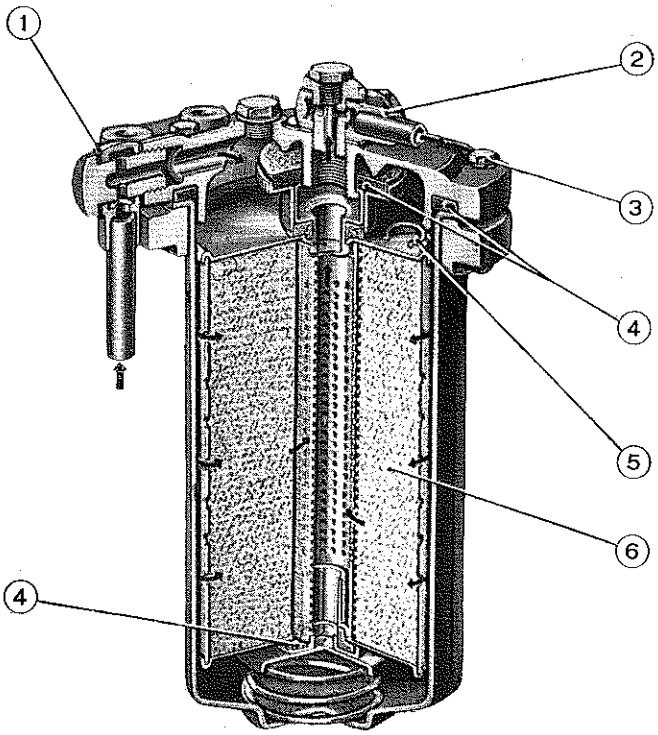



**Fig. 123 - Sezione di un filtro del combustibile a cartuccia filtrante.**

1. Raccordo di entrata del combustibile. - 2. Raccordo di uscita del combustibile filtrato. - 3. Viti di unione del coperchio al corpo del filtro. - 4. Guarnizioni di tenuta. - 5. Cartuccia filtrante. 6. Massa filtrante.

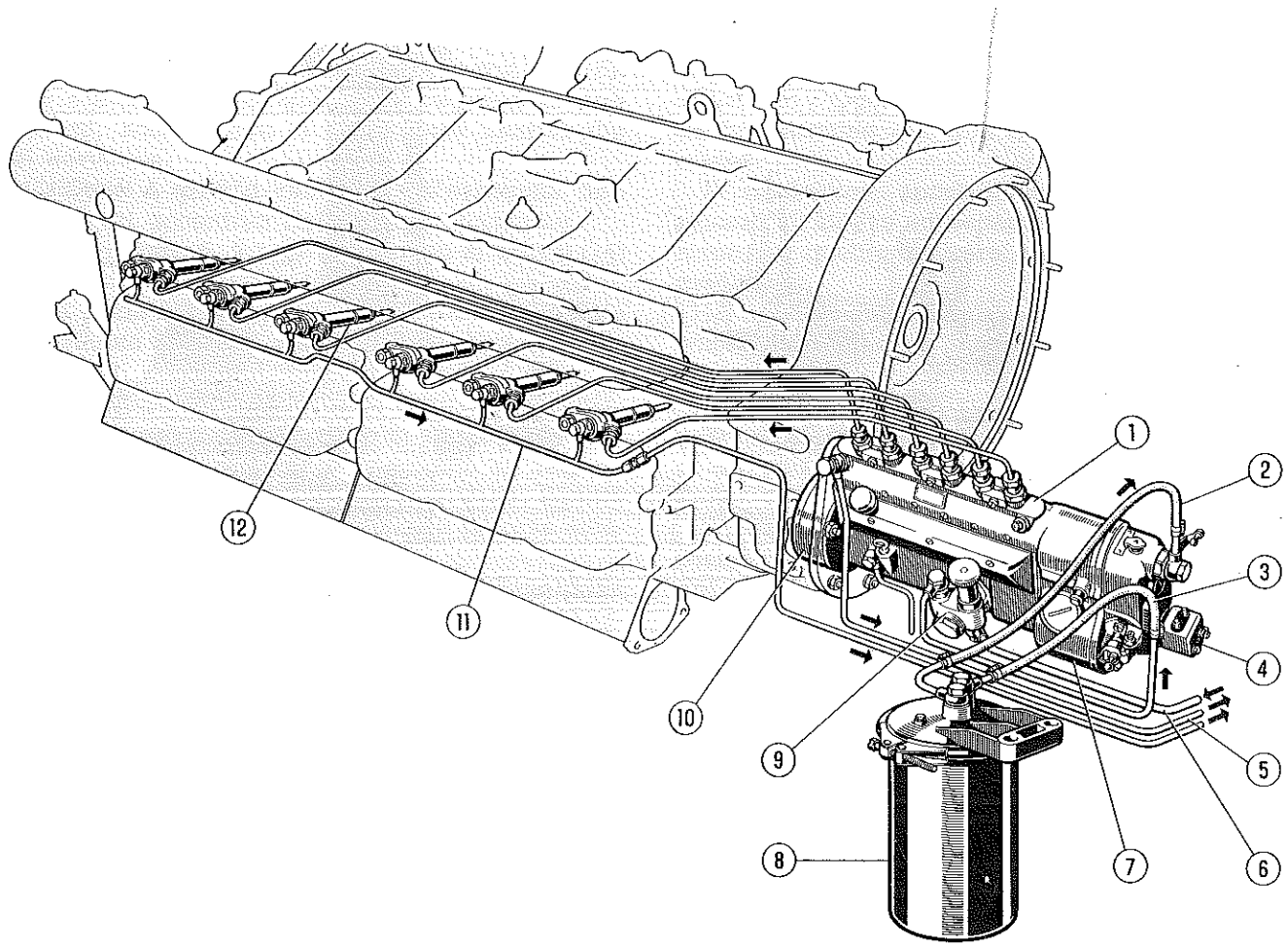



**Fig. 124 - Schema dell'alimentazione del combustibile del motore tipo 220 orizzontale montato sull'autobus mod. 309.**

1. Pompa d'iniezione. - 2. Tubazione di mandata combustibile dal filtro alla pompa iniezione. - 3. Tubazione di mandata combustibile al filtro. - 4. Interruttore automatico per esclusione freno motore. - 5. Tubazione di scarico eccesso combustibile dalla pompa iniezione. - 6. Tubazione d'aspirazione combustibile dal serbatoio. - 7. Regolatore di velocità a masse centrifughe. - 8. Filtro del combustibile. - 9. Pompa a stantuffo di alimentazione. - 10. Variatore automatico dell'anticipo. - 11. Tubazione di scarico trafilamento combustibile dagli iniettori. - 12. Iniettori del combustibile.

Il filtraggio del combustibile (gasolio), prima che lo stesso giunga alla pompa di iniezione ed agli iniettori, ha una grande importanza al fine della durata e della perfetta efficienza di tali organi.

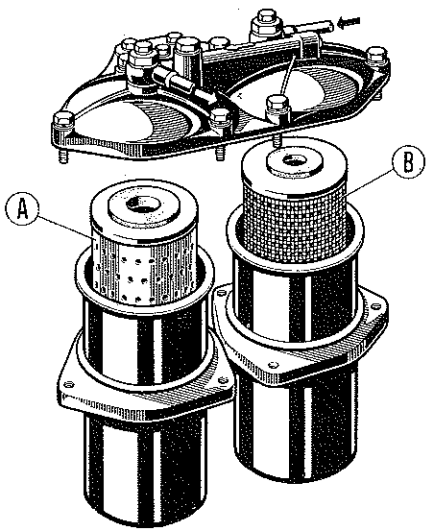



**Fig. 125 - Filtri combustibile scoperchiati.**
A. Elemento filtrante di carta. - B. Elemento filtrante di panno.

Vengono pertanto inseriti nel circuito di alimentazione opportuni filtri a reticella, montati nel serbatoio combustibile intorno ai tubi di aspirazione, ed altri esterni, normalmente a cartuccia (fig. 123) disposti prima dell'entrata del combustibile nella pompa di iniezione.

Su alcuni motori pesanti, come ad esempio il tipo 203, vengono montati due filtri combustibile (fig. 125): uno con elemento filtrante di carta e l'altro con elemento filtrante di panno.

Affinchè la depurazione del combustibile sia efficace, è necessario sostituire periodicamente gli elementi filtranti, attenendosi alle istruzioni date per i vari tipi di motore.

Il combustibile filtrato viene inviato alla pompa d'iniezione e di qui, sotto elevata pressione, agli iniettori montati sui cilindri del motore.

La fig. 104 illustra l'alimentazione del combustibile del motore montato sull'autocarro mod. 682 N, mentre la fig. 124 illustra l'alimentazione del combustibile del motore montato sull'autobus mod. 309.

# INIETTORI

La funzione dell'iniettore è quella di polverizzare il combustibile nell'apposita camera di combustione del cilindro motore.

Sui motori FIAT a ciclo Diesel sono montati due tipi di iniettori:

1) **Iniettore con polverizzatore normale con pernetto e porta polverizzatore avvitato.**

2) **Iniettore con polverizzatore lungo a fori e porta-polverizzatore fissato con staffa.**

1) **Iniettore con pernetto.**

Il polverizzatore è costituito dal cilindretto (17, fig. 126) con il rispettivo pernetto (16). Esso è fissato al porta-polverizzatore mediante il dado di ritegno (14), avvitato sul tappo di raccordo (7).

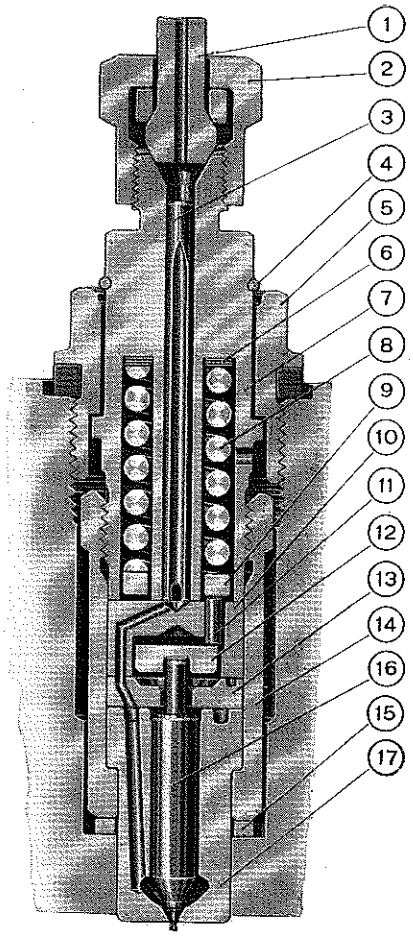



**Fig. 126 - Sezione di un iniettore con polverizzatore con pernetto e porta-polverizzatore avvitato.**

1. Tubazione di arrivo combustibile. - 2. Raccordo per fissaggio tubazione di arrivo. - 3. Filtro a barretta. - 4. Anello elastico. - 5. Dado fissaggio del portapolverizzatore alla testa cilindri. - 6. Rosetta di registro per taratura della pressione. - 7. Tappo di raccordo. - 8. Molla di pressione. - 9. Rosetta per molla. - 10. Tassello intermedio superiore. - 11. Perno di pressione. - 12. Piattello. - 13. Tassello intermedio inferiore. - 14. Dado ritegno polverizzatore. 15. Guarnizione per iniettore. - 16. Pernetto del polverizzatore. - 17. Cilindretto o corpo del polverizzatore.

Il porta-polverizzatore comprende i seguenti particolari:

— un tappo di raccordo (7, fig. 126) entro il quale sono montati un filtro a barretta (3), le rosette di registro (6), la molla di pressione (8) con relativa rosetta (9);

— un dado di fissaggio (5 fig. 126) del porta-polverizzatore alla testa cilindri, avvitato sul tappo di raccordo (7); l'anello elastico (4) impedisce lo svitamento del dado di fissaggio;

— un dado di ritegno polverizzatore (14), avvitato sul tappo di raccordo (7); entro il dado di ritegno sono montati: il tassello intermedio superiore (10) con i perni di pressione (11), il piattello (12) ed il tassello intermedio inferiore (13).

La guarnizione (15) assicura la tenuta tra il complessivo iniettore e la sua sede sulla testa cilindri motore.

Il funzionamento avviene nel seguente modo:

Il combustibile, compresso dalla pompa iniezione, perviene, attraverso la tubazione (1, figura 126), all'estremità superiore del tappo di raccordo (7). Attraverso le scanalature del filtro a barretta (3) ed i passaggi esistenti nei particolari (10, 13 e 17), il combustibile perviene nella camera del polverizzatore sottostante l'estremità conica del pernetto (16).

Quando la pressione del combustibile raggiunge il valore di taratura del polverizzatore,

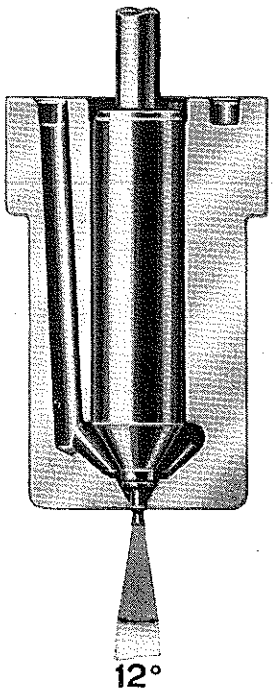



**Fig. 127 - Angolo di spruzzatura di un polverizzatore con pernetto.**

provoca l'innalzamento del pernetto stesso vincendo la reazione della molla di pressione (8).

Il combustibile esce quindi sotto pressione e finemente polverizzato dalla zona anulare compresa tra il foro del corpo polverizzatore (17) e l'estremità del pernetto (16).

Data l'elevata pressione del combustibile, una piccola quantità del medesimo risale tra lo stelo del pernetto e la sua sede sul corpo polverizzatore.

Questo combustibile viene scaricato all'esterno dell'iniettore attraverso un foro sul tappo di raccordo (7), in una camera ricavata nella testa cilindri. Di qui, mediante apposita tubazione di ricupero, il combustibile è rinviato al serbatoio combustibile del veicolo.

Le impurità esistenti nel combustibile, sfuggite ai filtri, sono trattenute dal filtro a barretta (3).

L'estremità inferiore del pernetto (16) è leggermente conica onde poter dare al getto del combustibile un certo angolo di spruzzatura (fig. 127).

2) **Iniettore a fori.**

Il polverizzatore è costituito da un corpo (12, fig. 128) con il rispettivo perno (11). Esso è fissato al porta-polverizzatore mediante il dado di ritegno (10), avvitato sul corpo porta-polverizzatore (9).

Il porta-polverizzatore comprende i seguenti particolari:

— un corpo (9), entro il quale scorre l'asta di pressione (8);

— un tappo di raccordo (4), entro il quale è montata la molla di pressione (6) con il piattello (5) e le rosette di taratura (7);

— un raccordo di scarico dell'eccesso combustibile (3), con le guarnizioni (2) ed il tappo di chiusura (1);

— un raccordo di arrivo combustibile (15), entro il quale è montato il filtro a barretta (14); la rosetta (13) assicura la tenuta tra il raccordo ed il corpo del porta-polverizzatore;

— un dado di ritegno (10) per il fissaggio del polverizzatore al corpo porta-polverizzatore.

Il funzionamento avviene nel seguente modo:

Il combustibile, compresso dalla pompa di iniezione, perviene attraverso il raccordo (15, fig. 128), il filtro a barretta (14) ed i passaggi esistenti nel corpo-portapolverizzatore (9, fig. 128) e nel corpo del polverizzatore (12), alla camera del polverizzatore sottostante alla parte conica dello stelo del perno.

Quando la pressione del combustibile raggiunge il valore di taratura del polverizzatore, agendo sulla parte conica dello stelo del perno provoca l'innalzamento del perno stesso vincendo la reazione della molla di pressione (6, fig. 128).

Il combustibile esce quindi sotto pressione e finemente polverizzato dai forellini esistenti sull'estremità inferiore del corpo polverizzatore.

Data l'elevata pressione del combustibile, una piccola quantità del medesimo risale tra lo stelo del perno e la sua sede sul corpo polverizzatore. Trafilando quindi tra l'asta di pressione e la rispettiva sede sul corpo porta-polverizzatore, il combustibile raggiunge la camera di alloggiamento della molla di pressione e di qui, mediante il raccordo (3) ed una apposita tubazione di ricupero, è rinviato al serbatoio carburante del veicolo.

Eventuali impurità esistenti nel combustibile, sfuggite ai filtri, sono trattenute dal filtro a barretta (14).

La disposizione dei forellini esistenti sull'estremità inferiore del polverizzatore è tale da far assumere al getto del combustibile l'angolo di spruzzatura voluto.

## NOTA

Un fenomeno di grande importanza che può presentarsi in un iniettore è quello del **gocciolamento,** che deve essere assolutamente evitato.

Al principio ed al termine dell'iniezione si ha infatti che la velocità del combustibile è necessariamente molto piccola, in quanto parte da zero; di conseguenza le prime e le ultime goccie sono grosse e non sufficientemente polverizzate, con notevole danno per il buon funzionamento del motore.

Si riduce il gocciolamento dell'iniettore disponendo la valvola di chiusura il più vicino possibile ai fori di efflusso dell'ugello, in modo che risulti minima la quantità di combustibile accumulata nei condotti tra la valvola ed i fori d'efflusso.

È bene che anche le tubazioni di collegamento degli iniettori con la pompa di iniezione siano più corte possibili; in caso contrario potrebbero nascere delle onde di pressione, in seguito alla repentina chiusura dell'iniettore, le quali dopo aver percorso le tubazioni nei due sensi, potrebbero ritornare alla valvolina dell'iniettore e sollevarla con ulteriore fuoriuscita di nafta fuori tempo.

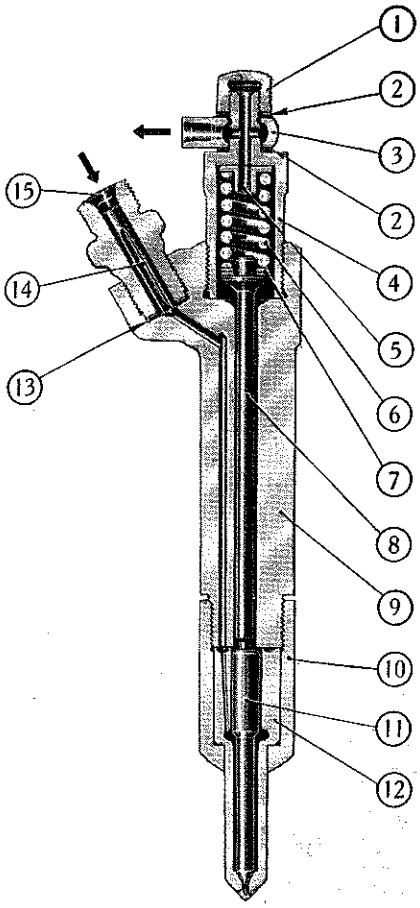
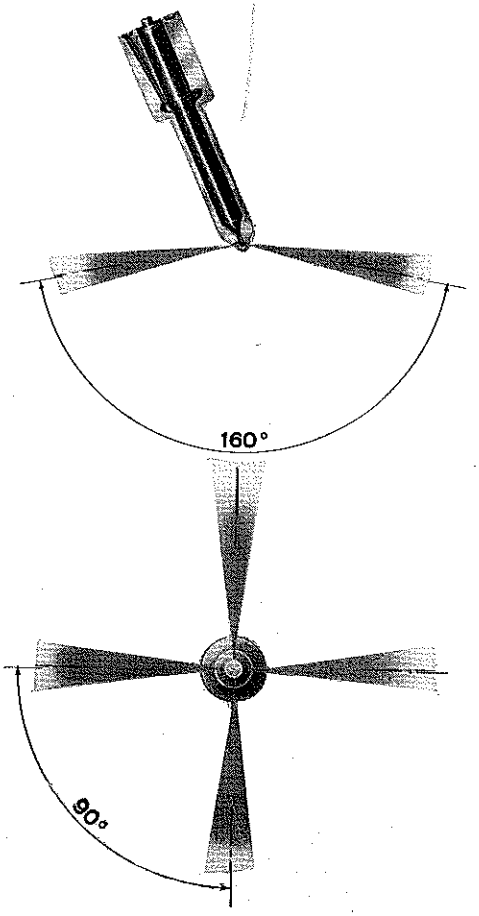
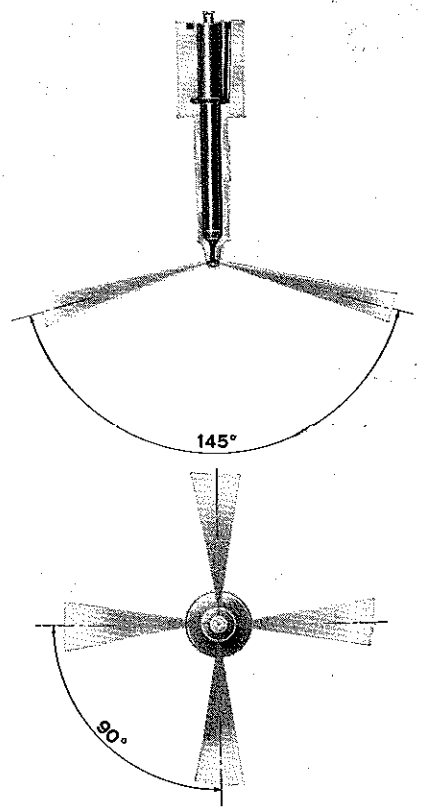



**Fig. 128.**

**Sezione di un tipo iniettore con polverizzatore a fori e porta-polverizzatore fissato con staffa ed a destra i relativi angoli di spruzzatura.**

1. Tappo di chiusura. - 2. Guarnizione. - 3. Raccordo di scarico dell'eccesso di combustibile. - 4. Tappo di raccordo. - 5. Piattello per molla. - 6. Molla per asta di pressione. - 7. Rosette di registro per taratura della pressione. - 8. Asta di pressione. - 9. Corpo completo. - 10. Dado di ritegno polverizzatore. - 11. Perno polverizzatore. - 12. Corpo del polverizzatore. - 13. Rosetta di tenuta. 14. Filtro a barretta. - 15. Raccordo di arrivo combustibile.



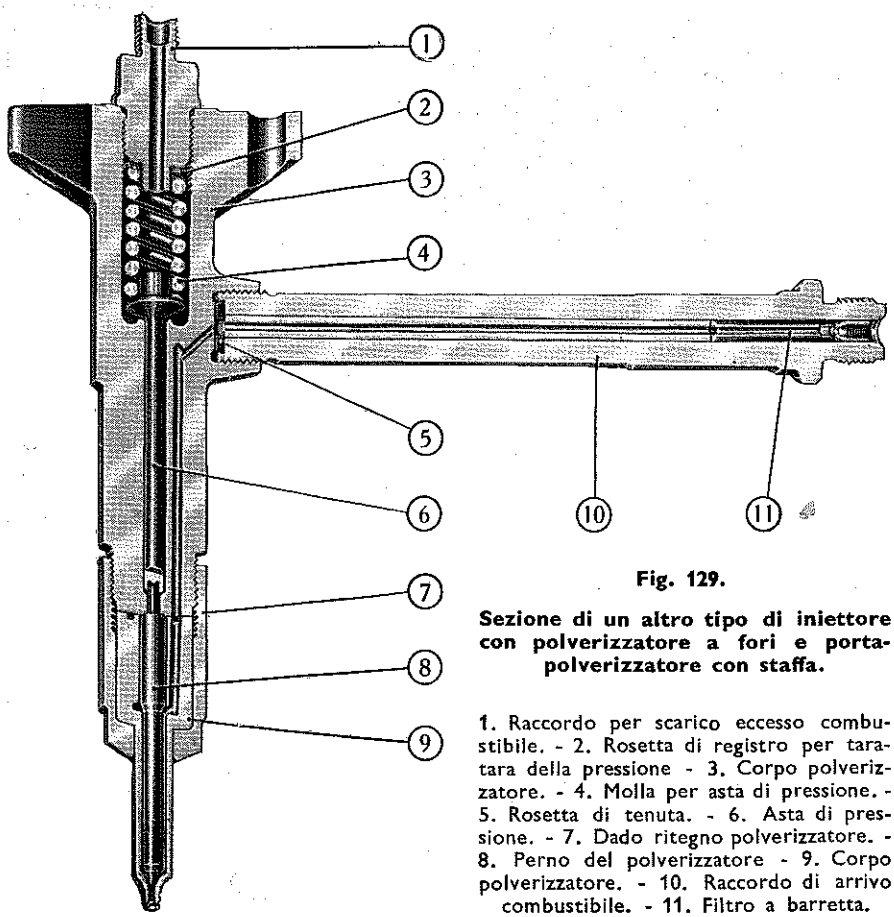




**Fig. 129.**

**Sezione di un altro tipo di iniettore con polverizzatore a fori e porta-polverizzatore con staffa.**

1. Raccordo per scarico eccesso combustibile. - 2. Rosetta di registro per taratara della pressione - 3. Corpo polverizzatore. - 4. Molla per asta di pressione. - 5. Rosetta di tenuta. - 6. Asta di pressione. - 7. Dado ritegno polverizzatore. - 8. Perno del polverizzatore - 9. Corpo polverizzatore. - 10. Raccordo di arrivo combustibile. - 11. Filtro a barretta.

# TERMOAVVIATORE

Alcuni modelli di autocarri sono dotati di un termoavviatore. Esso è sistemato sul collettore aspirazione aria al motore ed ha lo scopo di facilitare l'avviamento del motore a freddo; è particolarmente utile alle basse temperature.

Mediante comando a mano viene inserita una resistenza di vaporizzazione e contemporaneamente, a mezzo di un elettromagnete di comando, viene fatto affluire sulla suddetta resistenza del gasolio, lo stesso utilizzato per l'alimentazione del motore, contenuto in un apposito piccolo serbatoio (1, fig. 130).

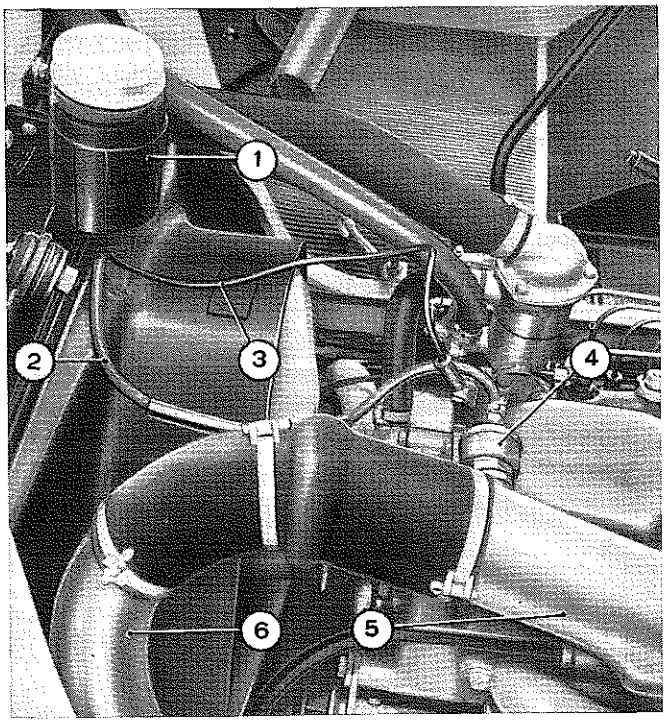



**Fig. 130 - Apparecchiatura del termoavviatore montato sugli autocarri 645N - 650N e 650 E.**

1. Serbatoio combustibile. - 2. Tubazione di alimentazione. - 3. Cavo elettrico. - 4. Dispositivo termoavviatore. - 5. Collettore di aspirazione. - 6. Tubazione aria dal filtro al collettore.

Inserendo il circuito elettrico, agendo sulla leva, oppure sul pulsante, le resistenze elettriche del termoavviatore si riscaldano; nel contempo si apre la valvola attraverso la quale il gasolio defluisce nel collettore di aspirazione passando sulle resistenze, riducendosi così allo stato gassoso, come viene dimostrato dalla fig. 132.

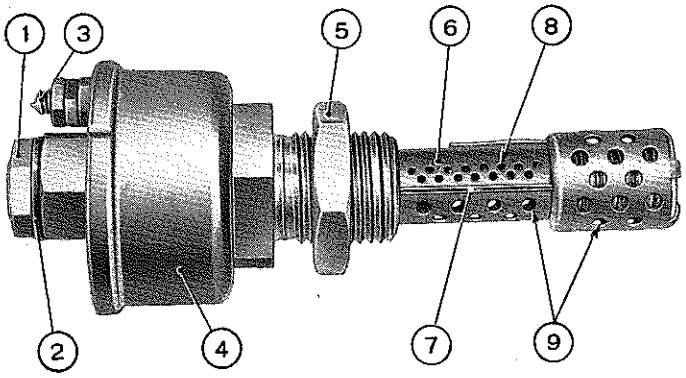



**Fig. 131 - Termoavviatore, a 24 Volt.**

1. Raccordo entrata combustibile. - 2. Guarnizione. - 3. Serrafilo portacorrente. - 4. Corpo del termoavviatore. - 5. Dado bloccaggio termoavviatore sul condotto di aspirazione aria. - 6. Cuffia. - 7. Flangia per separazione entrata aria dall'uscita combustibile vaporizzato. - 8. Fori entrata aria. - 9. Fori uscita combustibile vaporizzato.

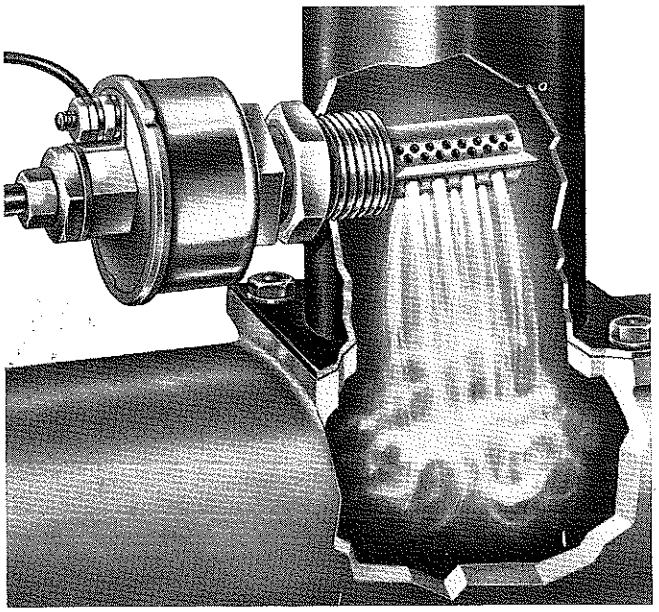


**Fig. 132 - Dimostrazione del funzionamento del termoavviatore.**

Il termoavviatore illustrato è a 12 Volt.

# TESTA DEL MOTORE AD INIEZIONE E CAMERA DI COMBUSTIONE

Secondo la forma della camera di combustione, i motori ad iniezione per autobus ed autocarri FIAT possono suddividersi in:

1) Motori con **camera ad iniezione diretta.**

2) Motori con **camera di precombustione o precamera.**

Nei motori ad **iniezione diretta** il combustibile viene iniettato direttamente nel cilindro

motore, in una camera di combustione che è costituita da una cavità ricavata nella testa degli stantuffi. L'iniettore, montato sulla testa cilindri in corrispondenza dell'asse del cilindro, fa effluire il combustibile al centro della camera di combustione (fig. 133). La camera risulta molto raccolta e l'iniettore viene, con questo sistema, a trovarsi nelle migliori condizioni per una buona ripartizione del getto nell'aria. A tale scopo l'ugello dell'iniettore presenta diversi fori di piccolo diametro, che permettono di ottenere una buona diffusione e penetrazione del combustibile nell'aria contenuta nella camera di combustione. In alcuni tipi di motore ad iniezione diretta, allo scopo di aumentare ulteriormente la diffusione del combustibile nell'aria, gli stantuffi vengono costruiti con forme speciali della parte superiore, oppure vengono usate valvole di aspirazione con **deflettore**; tali soluzioni permettono infatti di aumentare notevolmente la velocità vorticosa o turbolenza dell'aria nella camera di combustione.

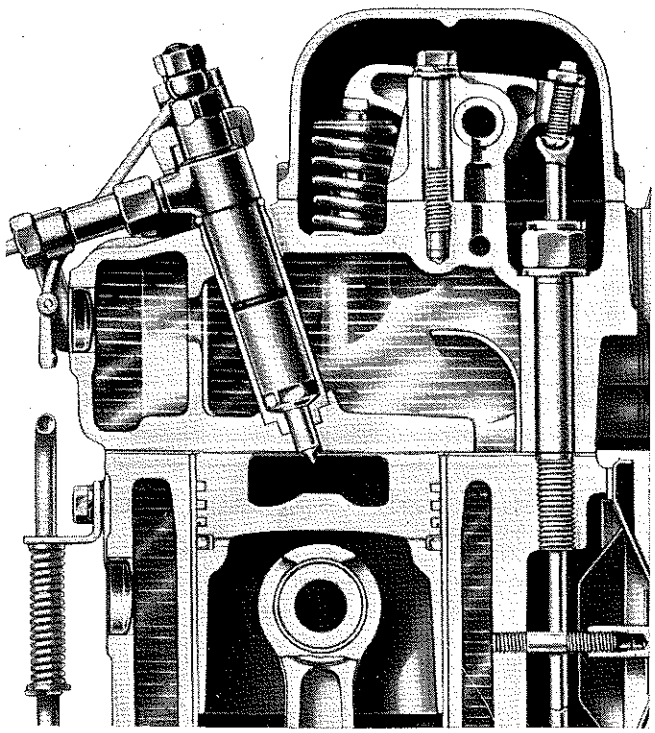


**Fig. 133 - Particolare della testa di un motore Diesel ad iniezione diretta.**

Nei motori con **camera di precombustione o precamera** lo spazio entro cui avviene la combustione è costituito da due camere, delle quali la principale è quella formata dal volume compreso tra lo stantuffo e la testa cilindri e l'altra, denominata camera di precombustione o precamera, è ricavata nella testa cilindri. La precamera comunica con il cilindro per mezzo di fori.

L'iniettore proietta il combustibile nella precamera, ove soltanto una parte di esso può bruciare perchè trova una quantità minima d'aria. La combustione, data la ristrettezza delle luci di comunicazione con il cilindro, avviene con forte aumento di pressione. Tale pressione proietta la rimanente parte di combustibile, non ancora bruciata per insufficienza d'aria, attraverso le luci di comunicazione, direttamente nel cilindro motore (fig. 134).

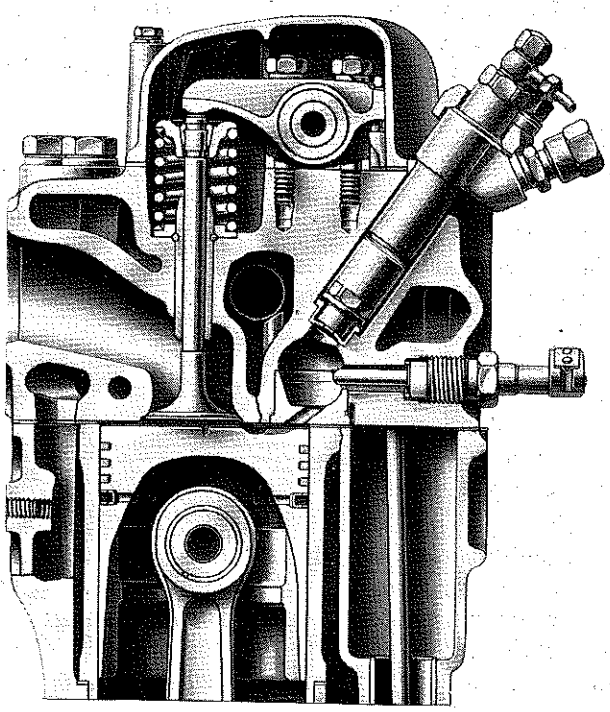


**Fig. 134 - Particolare della testa di un motore Diesel a precamera.**

L'iniezione avviene così in due tempi: dapprima per opera della pompa e dell'iniettore nella precamera e quindi dalla precamera nel cilindro, a causa dell'aumento di pressione provocato dalla combustione di una parte della nafta iniettata.

La posizione della camera di precombustione rende difficoltoso l'avviamento del motore a freddo; per ovviare a tale inconveniente viene montata nella camera una piccola resistenza elettrica a bassa tensione, denominata **candela ad incandescenza**, la quale, all'atto dell'avviamento a freddo, riscalda l'ambiente della precamera.

# MOTORI SOVRALIMENTATI CON TURBOSOFFIANTE

Lo scopo della sovralimentazione in un motore è di aumentare la quantità di aria immessa nei cilindri rispetto a quella dei motori aspirati: tale incremento permette al motore di bruciare più combustibile e di conseguenza erogare maggior potenza.

La turboalimentazione presenta notevoli vantaggi rispetto ai sistemi di sovralimentazione a comando meccanico; a parità di introduzione di combustibile consente di aumentare la potenza in misura superiore a quella ottenibile con altri mezzi e di conseguenza diminuire il consumo specifico; l'installazione della stessa sul motore è relativamente semplice e più economica rispetto ai tipi di sovralimentatori azionati meccanicamente.

La turbosoffiante montata sui motori Fiat a ciclo Diesel (vedere le figure dalla 135 alla 142) è composta principalmente da una turbina, da un corpo centrale e da un compressore.

La turbina è situata da una parte del corpo centrale, il compressore dall'altra; un albero collega la girante della turbina con quella del compressore, formando il complesso rotante sopportato da cuscinetti a boccola contenuti nel corpo centrale stesso.

La turbina utilizza l'energia contenuta nei gas di scarico del motore.

Il collettore di scarico arriva alla turbina con due condotti separati (uno proveniente dai primi tre cilindri del motore e l'altro dagli ultimi tre) per eliminare ogni sovrapposizione di flusso dei gas scaricantisi nel collettore, diminuire le perdite di carico e migliorare il lavaggio dei cilindri.

I gas di scarico entrano nella voluta della turbina attraverso la flangia di collegamento al collettore di scarico e di qui attraversano un

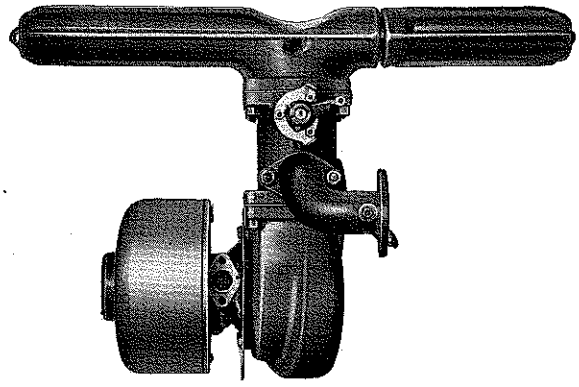


**Fig. 135 - Turbosoffiante applicata al collettore di scarico (vista dall'esterno).**

distributore a palette che trasforma la pressione del gas in energia cinetica, aumentando la velocità del fluido prima che esso entri nella girante della turbina.

La rotazione della turbina si trasmette alla girante del compressore centrifugo per mezzo dell'albero, che può raggiungere una velocità massima di 60.000÷70.000 giri/min.

L'aria aspirata al centro della girante del compressore, viene centrifugata dalle palette ed

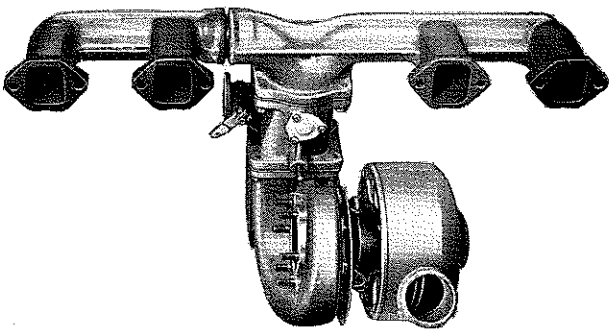


**Fig. 136 - Turbosoffiante applicata al collettore di scarico (vista dall'interno).**

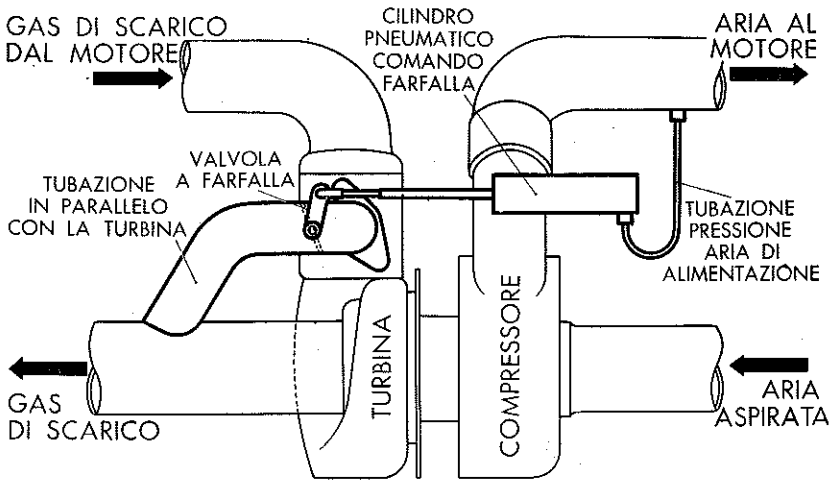



**Fig.137 - Schema del dispositivo parzializzatore dei gas di scarico.**

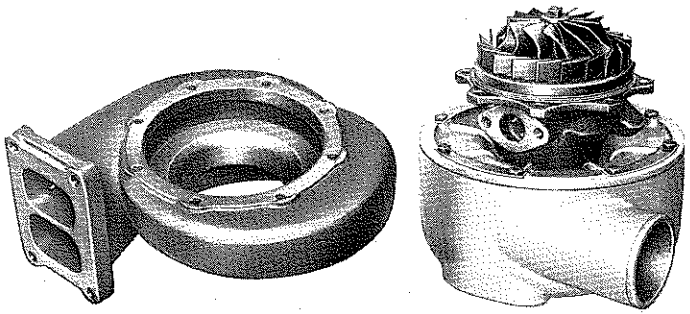


Fig. 138 - Scatola della turbina e complessivo corpo centrale con giranti montato sul compressore.

immessa nel collettore del compressore e fuoriesce compressa passando nel condotto di aspirazione del motore.

Il raffreddamento e la lubrificazione della turbina e dei cuscinetti sono affidate all'olio sotto pressione.

Un condotto per l'olio arriva al corpo centrale dal circuito di lubrificazione del motore.

Parte dell'olio lubrifica i cuscinetti, mentre un'altra parte circola nel corpo centrale asportando calore e quindi si scarica nella coppa motore.

L'impianto di sovralimentazione è dotato di un deviatore dei gas di scarico (by-pass), sistemato in derivazione sul condotto di scarico a monte della turbosoffiante, la cui farfalla, azionata automaticamente in relazione alla pressione dell'aria pompata dal compressore, esclude parte dei gas di scarico dall'ingresso in turbina, inviandoli direttamente nella tubazione di scarico del veicolo.

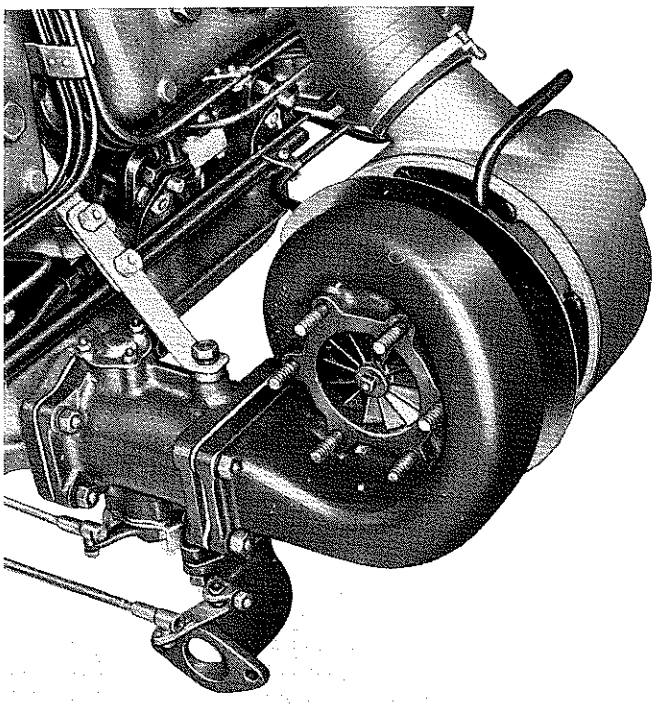


Fig. 139 - Turbosoffiante su motore orizzontale tipo 203.0/130 vista dal lato turbina.

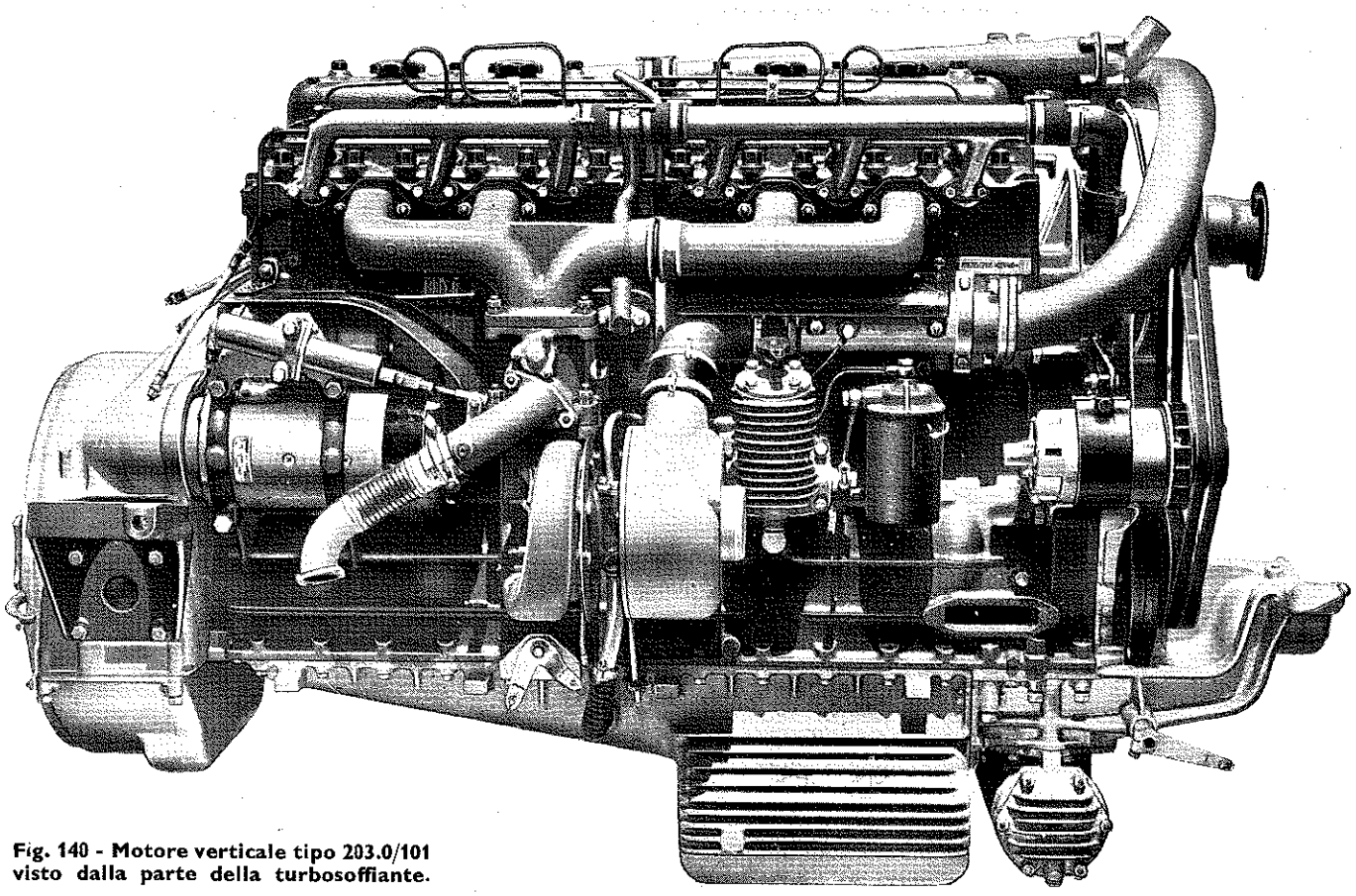


Fig. 140 - Motore verticale tipo 203.0/101 visto dalla parte della turbosoffiante.

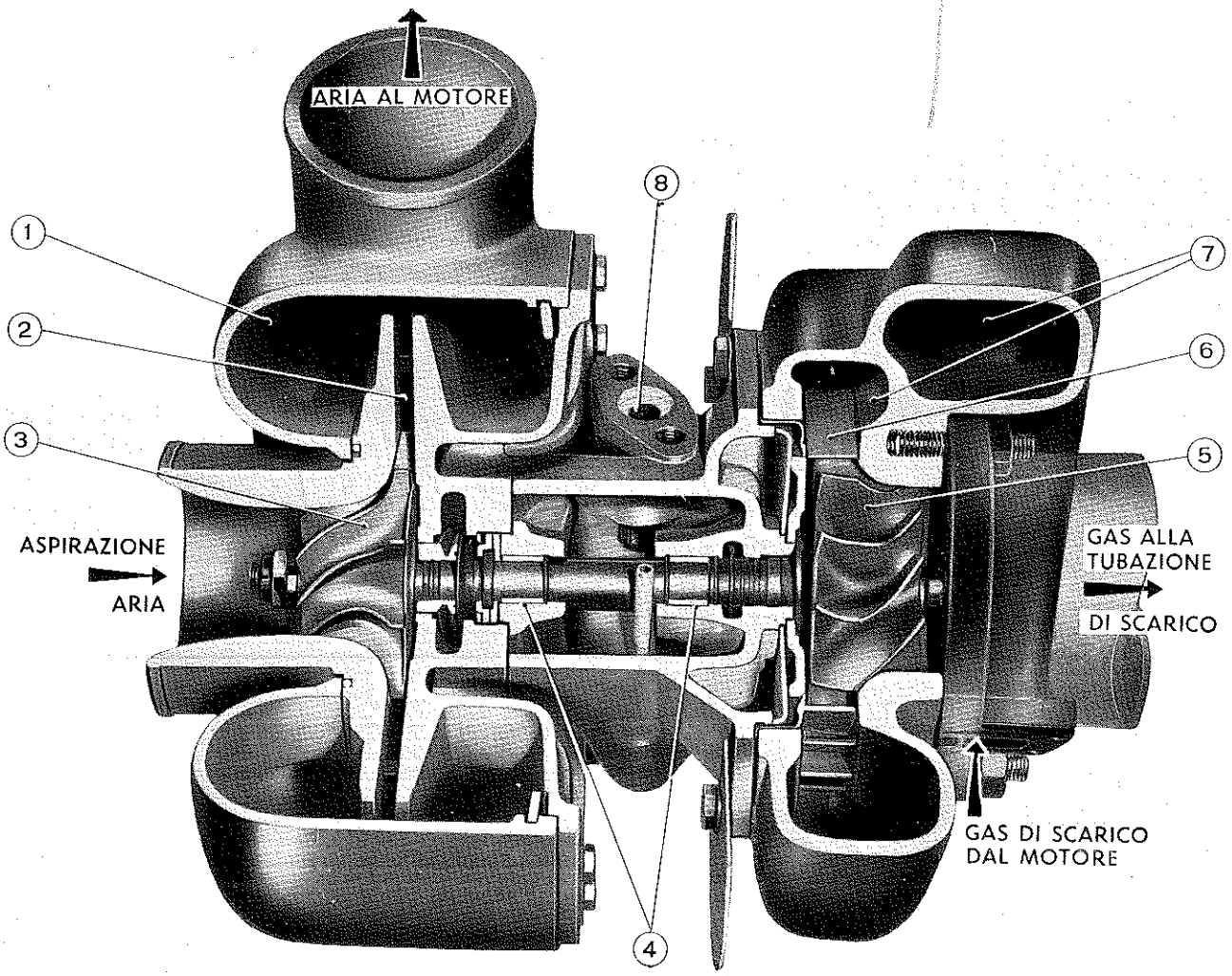



**Fig. 141 - Sezione dimostrativa del complessivo turbosoffiante.**

1. Collettore del compressore. - 2. Diffusore. - 3. Girante del compressore. - 4. Cuscinetti antifrizione. - 5. Girante della turbina. - 6. Distributore. - 7. Voluta. - 8. Filtro olio lubrificante.

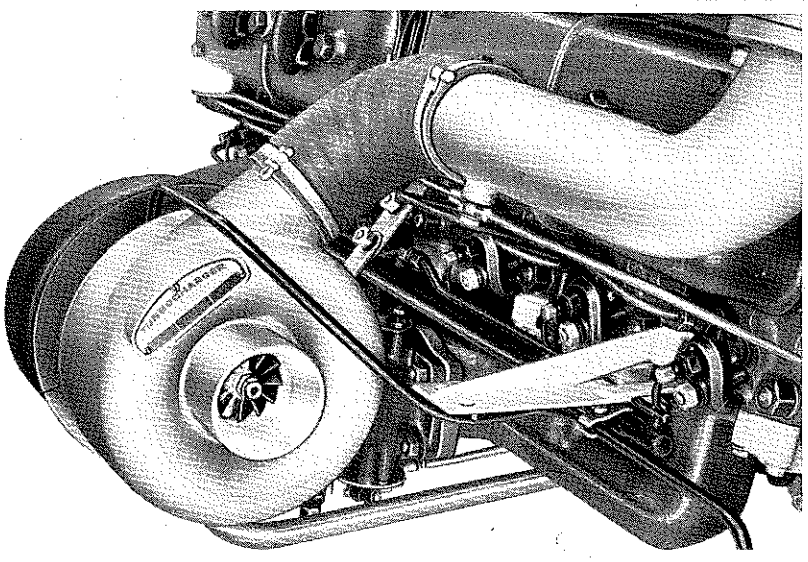


**Fig. 142.**

**Turbosoffiante su motore orizzontale tipo 203-0/130 vista dal lato compressore.**

# MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA

## Raffreddamento e lubrificazione


Pagina

**RAFFREDDAMENTO**

Necessità del raffreddamento . . . . . 99
Raffreddamento ad acqua . . . . . 100
Termostato . . . . . 101
Radiatore . . . . . 102
Ventilatore elettromagnetico . . . . . 102
Miscele anticongelanti . . . . . 102
Circolazione a circuito sigillato . . . . . 103
Raffreddamento ad aria . . . . . 106

**LUBRIFICAZIONE**

Scopo della lubrificazione . . . . . 107
Caratteristiche dei lubrificanti . . . . . 107
Sistemi di lubrificazione . . . . . 107
Pompa olio . . . . . 112
Manometro o segnalatore insufficiente pressione . . . . . 112
Indicatore di livello . . . . . 112
Filtri olio . . . . . 112

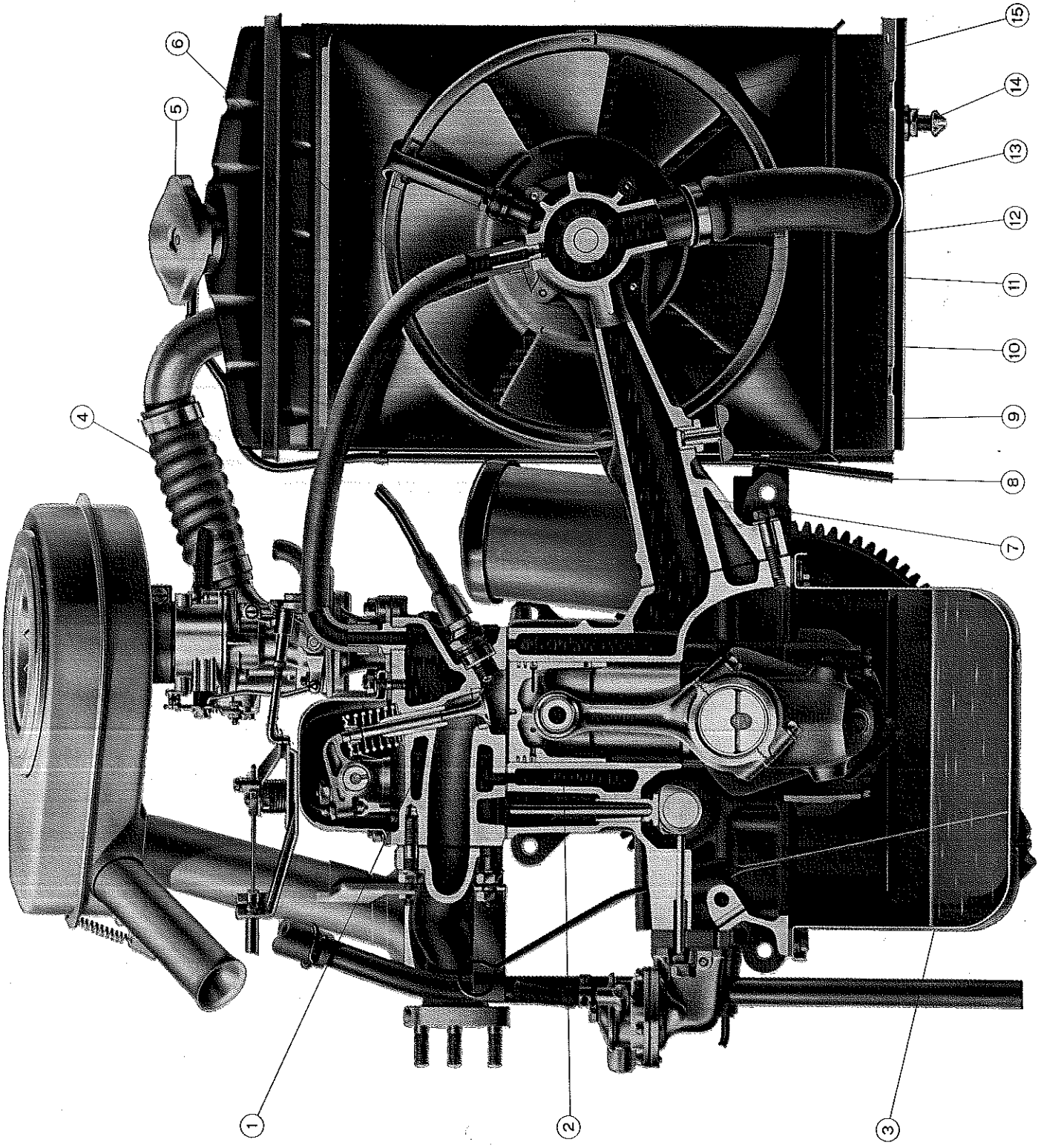



**Fig. 143.**
**Raffreddamento motore mod. 600 D.**

1. Acqua raffreddamento testa cilindri. - 2. Acqua raffreddamento cilindri. - 3. Coppa raffreddamento olio. - 4. Uscita acqua testa cilindri. - 5. Bocchettone acqua. - 6. Mandata acqua testa cilindri. - 7. Mandata acqua al gruppo cilindri. - 8. Scarico vapore dal radiatore. - 9. Rubinetto scarico acqua motore. - 10. Blocco radiante a tubetti verticali. - 11. Pompa acqua. - 12. Ventilatore. - 13. Entrata acqua pompa. - 14. Rubinetto scarico acqua radiatore. - 15. Convogliatore aria.

# RAFFREDDAMENTO DEL MOTORE

## NECESSITÀ DEL RAFFREDDAMENTO

In un motore a combustione interna è necessario, date le elevate temperature raggiunte, refrigerare i cilindri allo scopo di mantenere le pareti degli stessi a temperature tali da conservare ancora il potere lubrificante dell'olio e, nello stesso tempo, non compromettere le caratteristiche di resistenza meccanica dei metalli impiegati nella costruzione del motore.

È pertanto indispensabile che una parte del calore non trasformato in lavoro meccanico venga sottratto per mezzo di un efficace sistema di raffreddamento.

Dall'esperienza si può stabilire che per motori a carburazione veloci per autoveicoli, in media vengano cedute alle pareti dei cilindri circa 600 chilocalorie (kcal) per ogni cavallo ora (CVh) di potenza, calore che deve essere smaltito con il raffreddamento.

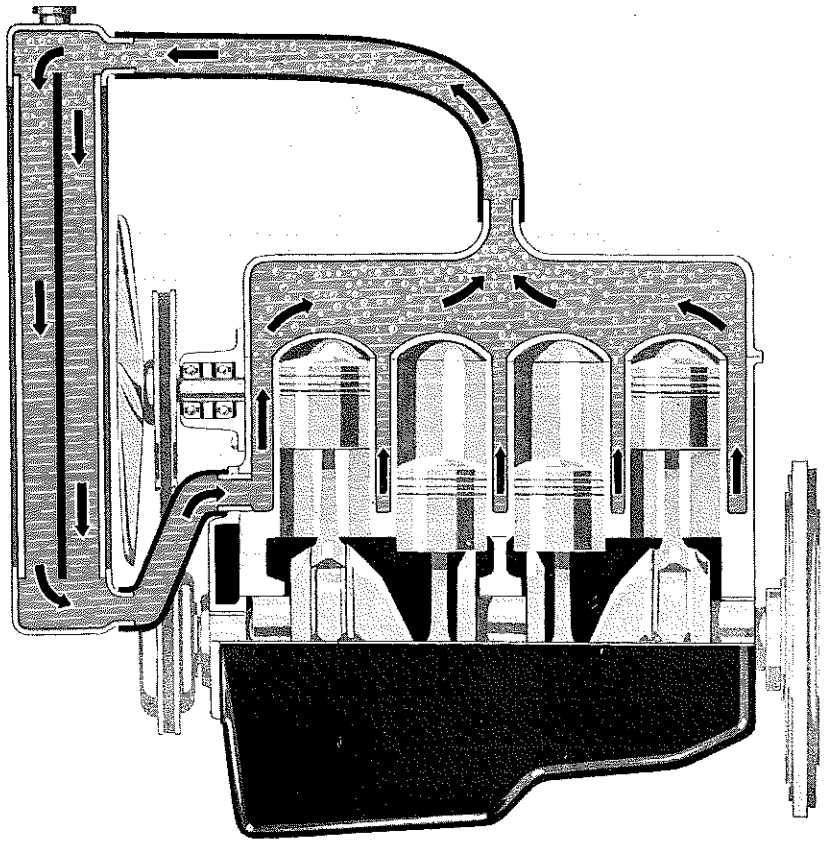


**Fig. 144.**

**Schema della circolazione d'acqua a termosifone.**

Della quantità di calore prodotta nella fase di combustione viene infatti trasformata in lavoro utile sull'albero motore solo una piccola parte; la restante quantità di calore è sottratta dalle pareti della camera di combustione e da queste trasmessa alla testa, ai cilindri, alle valvole, ecc.

L'attrito esistente tra i vari organi in movimento si converte analogamente in calore, il quale si trasmette all'olio lubrificante ed agli organi del motore.

## SISTEMI DI RAFFREDDAMENTO

Il calore viene sottratto alle pareti dei cilindri per mezzo di un fluido circolante all'esterno dei cilindri stessi, il quale può essere liquido (**acqua**) o gassoso (**aria**).

Si possono così distinguere i sistemi di raffreddamento attualmente impiegati nei seguenti tipi:

1) **Raffreddamento ad acqua.**
2) **Raffreddamento ad aria.**

# RAFFREDDAMENTO AD ACQUA

Nel sistema di raffreddamento ad acqua si promuove una circolazione di acqua in opportuni condotti disposti attorno alle pareti dei cilindri e nella testa del motore.

Negli autoveicoli il sistema di raffreddamento adottato è quello **con ricupero totale dell'acqua di refrigerazione,** per il quale è necessario stabilire una circolazione chiusa ed inserire nella stessa un **radiatore** dove l'acqua possa, a sua volta, trasmettere all'aria il calore assorbito nel motore.

L'acqua funge pertanto, in questo tipo di raffreddamento con radiatore, da mezzo di trasporto del calore dalla piccola superficie esterna dei cilindri alla grande superficie interna del radiatore, dalla quale il calore passa poi all'aria.

Il movimento di circolazione dell'acqua può essere ottenuto sfruttando la differenza di peso esistente tra l'acqua contenuta nel motore e quella nel radiatore (a causa delle diverse temperature), oppure per mezzo di una pompa.

Si possono così avere:

1) **Circolazione a termosifone.**

2) **Circolazione forzata con pompa.**

La circolazione d'acqua **a termosifone** avviene senza l'ausilio di alcun organo meccanico intermediario, ma solamente a causa della differenza di peso specifico fra l'acqua esistente nel motore (più calda e più leggera) e quella nel radiatore (più fredda e più pesante). L'acqua riscaldandosi aumenta di volume, diminuisce di densità e diventa più leggera. Essa tende quindi a portarsi verso l'alto, cedendo il posto inferiore a quella più fredda, la quale, quando riscaldata, salirà anch'essa, richiamando in sua sostituzione altra acqua fredda; ne nasce di conseguenza un movimento circolatorio naturale, provocato dalla corrente ascensionale dell'acqua calda e da quella discendente dell'acqua fredda.

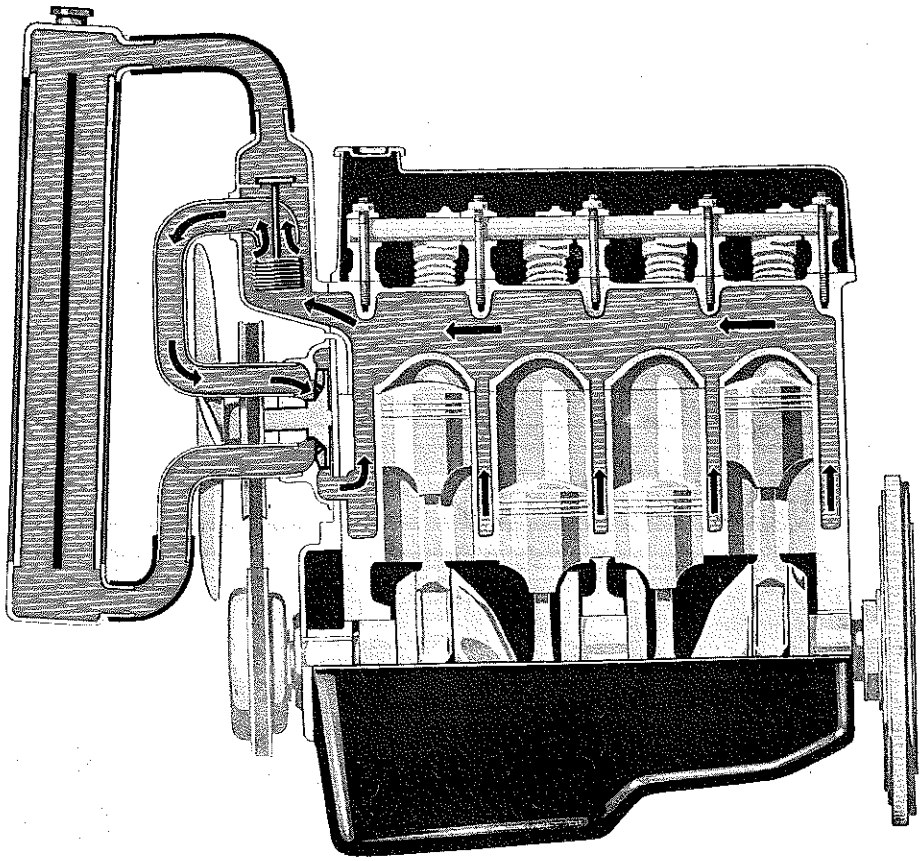


**Fig. 145.**

**Schema della circolazione forzata d'acqua con pompa centrifuga e termostato.**

Il termostato è chiuso.

In fig. 144 è rappresentato uno schema di raffreddamento del motore con circolazione a termosifone; l'acqua entra nel motore verso la parte inferiore del gruppo cilindri e ne fuoriesce dalla parte superiore della testa, ritornando al radiatore.

Perchè il movimento dell'acqua possa essere costantemente assicurato, è necessario che non vi siano perdite nel circuito e che il livello superiore dell'acqua nel radiatore non discenda al disotto del tubo di introduzione nel radiatore dell'acqua di ritorno dal motore.

La circolazione a termosifone offre il vantaggio di essere automatica ed autoregolatrice, in

quanto aumenta in proporzione della temperatura delle canne cilindri.

Essa presenta inoltre il vantaggio di continuare per un certo periodo di tempo anche quando il motore è stato fermato e ciò diminuisce il pericolo di congelamento dell'acqua in inverno o di ebollizione in estate.

Tale sistema di raffreddamento con circolazione a termosifone può però essere convenientemente utilizzato solo nei motori di piccola potenza, in quanto la sua applicazione nei motori di grande potenza richiederebbe dimensioni eccessive del radiatore, assolutamente inaccettabili.

La **circolazione forzata** è il sistema di raffreddamento più diffuso ed usato nel campo automobilistico ed è ottenuta inserendo nel circuito, tra radiatore e motore, una **pompa** che accelera la circolazione dell'acqua (figg. 145 e 146).

La pompa è generalmente del tipo centrifugo ed è inserita in modo da aspirare l'acqua fredda dalla parte inferiore del radiatore ed inviarla nel motore.

## TERMOSTATO

Nel raffreddamento del motore con circolazione forzata, viene spesso installato uno speciale dispositivo denominato **termostato**, che ha la funzione di portare, nel minor tempo possibile, l'acqua a temperatura di regime (circa 85°) e conservare tale valore inalterato sia d'inverno che d'estate.

Il funzionamento del motore, in condizioni di bassa temperatura, specie all'avviamento, è infatti irregolare e non consente di ottenere la piena potenza.

Il termostato, situato nella tubazione di uscita acqua dalla testa cilindri, esclude, quando il motore è appena avviato e la temperatura dell'acqua di raffreddamento è ancora bassa, quasi completamente la circolazione dell'acqua dal motore al radiatore (fig. 145).

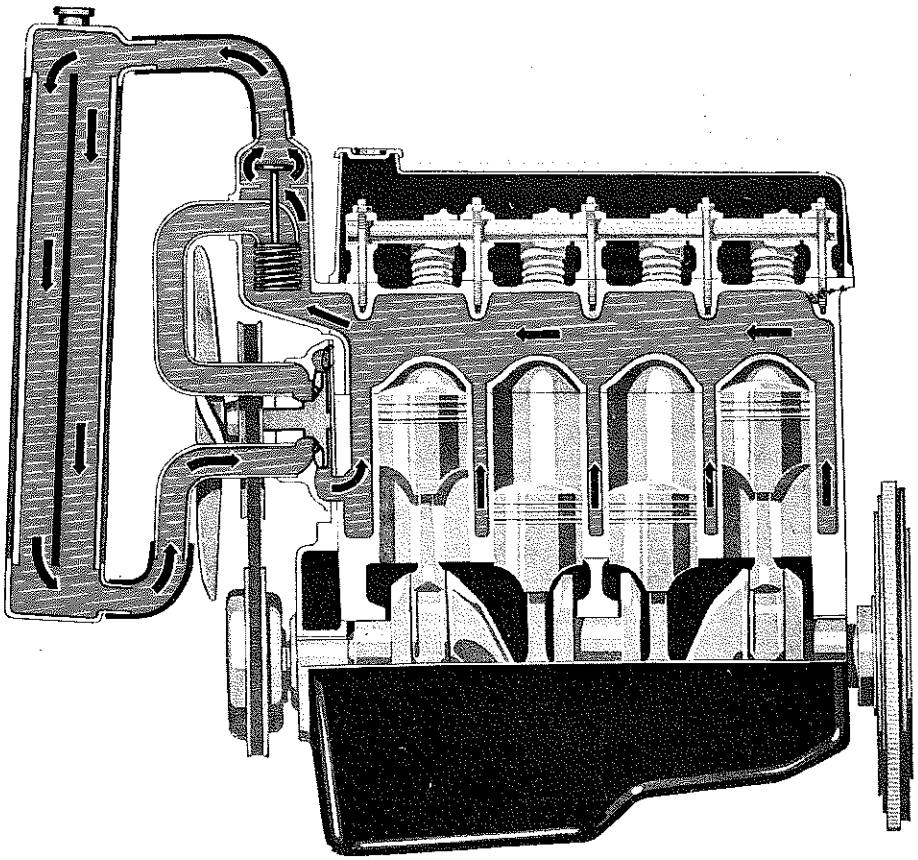


**Fig. 146.**

**Schema della circolazione forzata d'acqua con pompa centrifuga e termostato.**

Il termostato è aperto.

Si ha così che l'acqua, circolando solo nel motore senza essere raffreddata, aumenta rapidamente di temperatura. Non appena la temperatura dell'acqua raggiunge quella di taratura del termostato (82° ÷ 87°), il polmone del termostato dilatandosi, incomincia ad aprire la valvola di comunicazione con il radiatore e permette la circolazione normale dell'acqua di raffreddamento dal motore al radiatore (fig. 146).

In altri tipi di motore il termostato, situato nella tubazione di uscita dell'acqua dalla testa cilindri, agisce su un deflettore dell'aria inviata dal ventilatore sul radiatore, parzializzando l'aria di

raffreddamento del radiatore, anzichè la quantità dell'acqua da raffreddare.

## RADIATORE

I diversi tipi di radiatore si possono raggruppare in due categorie:

1) **Radiatori a tubi d'acqua.**

2) **Radiatori a tubi d'aria** od a nido d'api.

Tutti i radiatori sono muniti di due vaschette, una superiore ed una inferiore, che fungono da collettori dell'acqua di raffreddamento.

Nei tipi a **tubi d'acqua** le vaschette superiore ed inferiore sono tra loro collegate da un grande numero di tubi verticali di rame a piccolo diametro, attraverso ai quali l'acqua fluisce dalla parte superiore del radiatore a quella inferiore. I tubi sono tenuti a posto per mezzo di numerosi sottili lamierini orizzontali, i quali aumentano ulteriormente la superficie esterna di contatto con l'aria. L'aria di raffreddamento si insinua tra i diversi tubi nei quali scorre l'acqua, sottraendo calore alla stessa.

In alcuni casi il radiatore è scomponibile in gruppi indipendenti tra loro; ogni gruppo è formato a sua volta di vari elementi che possono eventualmente essere esclusi, in caso di guasto, dal sistema di circolazione dell'acqua di raffreddamento, con la semplice manovra di un'opportuno rubinetto del quale è dotato ogni singolo gruppo.

Questo tipo di radiatore è molto usato specie negli autocarri, per la facilità con cui può essere riparato.

I radiatori a **tubi d'aria,** denominati più comunemente a **nido d'api,** sono formati da un gran numero di lamierini di rame, ondulati in modo speciale, così da formare dei tubi sottilissimi a sezione quadrata, esagonale o circolare, che vengono ad essere sovrapposti come le cellule di un alveare e separati tra loro da interstizi di circa 1 mm., nei quali circola l'acqua.

L'aria attraversa i tubi d'aria del radiatore a nido d'api disposti orizzontalmente e raffredda l'acqua circolante tra un lamierino e l'altro.

Allo scopo di avere un passaggio di aria attraverso il radiatore anche con vettura ferma o a bassa velocità, quando manca la corrente di aria prodotta dall'avanzamento del veicolo, viene normalmente montato dietro al radiatore un apposito ventilatore.

## VENTILATORE ELETTROMAGNETICO

Su alcune vetture viene montato un ventilatore ad innesto e disinnesto automatico, mediante elettromagnete comandato da un interruttore termostatico inserito nella parte inferiore del radiatore e posto a contatto con l'acqua di raffreddamento. (Vedere lo schema, fig. 147).

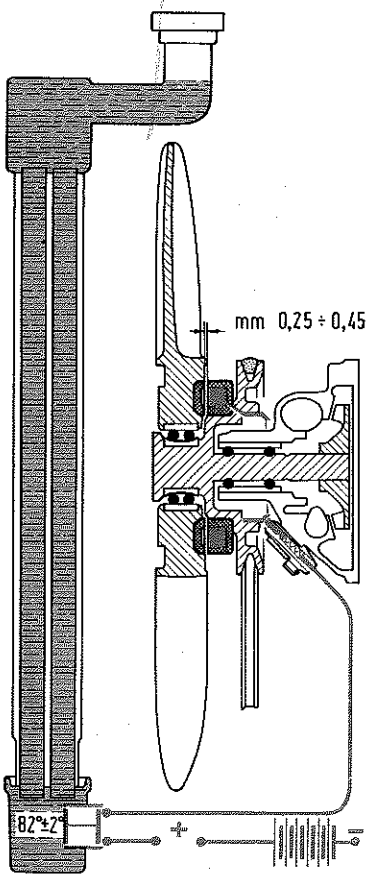



**Fig. 147 - Schema di funzionamento del dispositivo di innesto e disinnesto automatico del ventilatore.**

L'interruttore termostatico è inserito nella parte inferiore del radiatore.

## MISCELE ANTICONGELANTI

Nel sistema di raffreddamento ad acqua si manifesta il pericolo di congelamento, con conseguente aumento di volume e quindi rottura dei condotti di circolazione, qualora il veicolo venga tenuto in sosta all'aperto, o in locale freddo, durante la stagione invernale.

Per ovviare a tale inconveniente si impiegano, per il circuito di raffreddamento, soluzioni di acqua con liquidi speciali, che abbassano il punto di congelamento.

Le miscele di uso più comune sono quelle a base di acqua ed alcole o di acqua e glicerina. Variando opportunamente le percentuali di alcole e di glicerina, si ottengono temperature diverse di congelamento della miscela.

Le tabelline riportate a pagina seguente pongono in evidenza le variazioni della temperatura di congelamento delle miscele acqua/alcole, acqua/glicerina, secondo la concentrazione.

È da tenere presente che, usando la soluzione di acqua ed alcole, è necessario procedere ad aggiunte periodiche di alcole, in modo da compensare le perdite dovute alla evaporazione dello stesso.

| Peso spec. a 15° C | Glicerina % in vol. | Glicerina lt. | Acqua lt. | Punto di congel. |
|---|---|---|---|---|
| 1,049 | 15 | 1,4 | 7,9 | — 4°C |
| 1,070 | 25 | 2,3 | 7 | — 8°C |
| 1,115 | 35 | 3,3 | 6 | —14°C |
| 1,129 | 40 | 3,7 | 5,6 | —18°C |
| 1,144 | 45 | 4,2 | 5,1 | —22°C |
| 1,160 | 50 | 4,65 | 4,65 | —26°C |

| Peso spec. a 15° C | Alcole % in vol. | Alcole lt. | Acqua lt. | Punto di congel. |
|---|---|---|---|---|
| 0,969 | 26,5 | 2,5 | 6,8 | — 9°C |
| 0,965 | 30 | 2,8 | 6,5 | —12°C |
| 0,959 | 35,25 | 3,3 | 6 | —14°C |
| 0,956 | 37,4 | 3,5 | 5,8 | —15°C |

## IMPIANTO DI RAFFREDDAMENTO «SIGILLATO» CON LIQUIDO PERMANENTE

Lo scopo dell'impianto di raffreddamento «sigillato» è di evitare i rabboccamenti d'acqua nel radiatore che, nella stagione estiva e nei lunghi percorsi od in montagna, si rendono frequenti. Si evita inoltre che due volte l'anno, al principio ed alla fine dell'inverno, per l'adozione di una miscela anticongelante «Paraflu 11», si debba procedere al lavaggio del circuito di raffreddamento.

Con l'impianto «sigillato» il liquido di raffreddamento è di tipo permanente. Esso è costituito essenzialmente da una miscela di acqua e di glicole etilenico (al 50%) che ha un punto di congelamento al disotto di —35° C. Nella miscela sono inoltre aggiunte delle sostanze aventi proprietà antiossidanti, anticorrosive, antischiuma, antincrostanti, ecc., tali cioè da garantire per lungo tempo l'idoneità e l'inalterabilità del liquido.

Poichè questo liquido è pregiato, occorre un dispositivo che lo recuperi quando tende ad

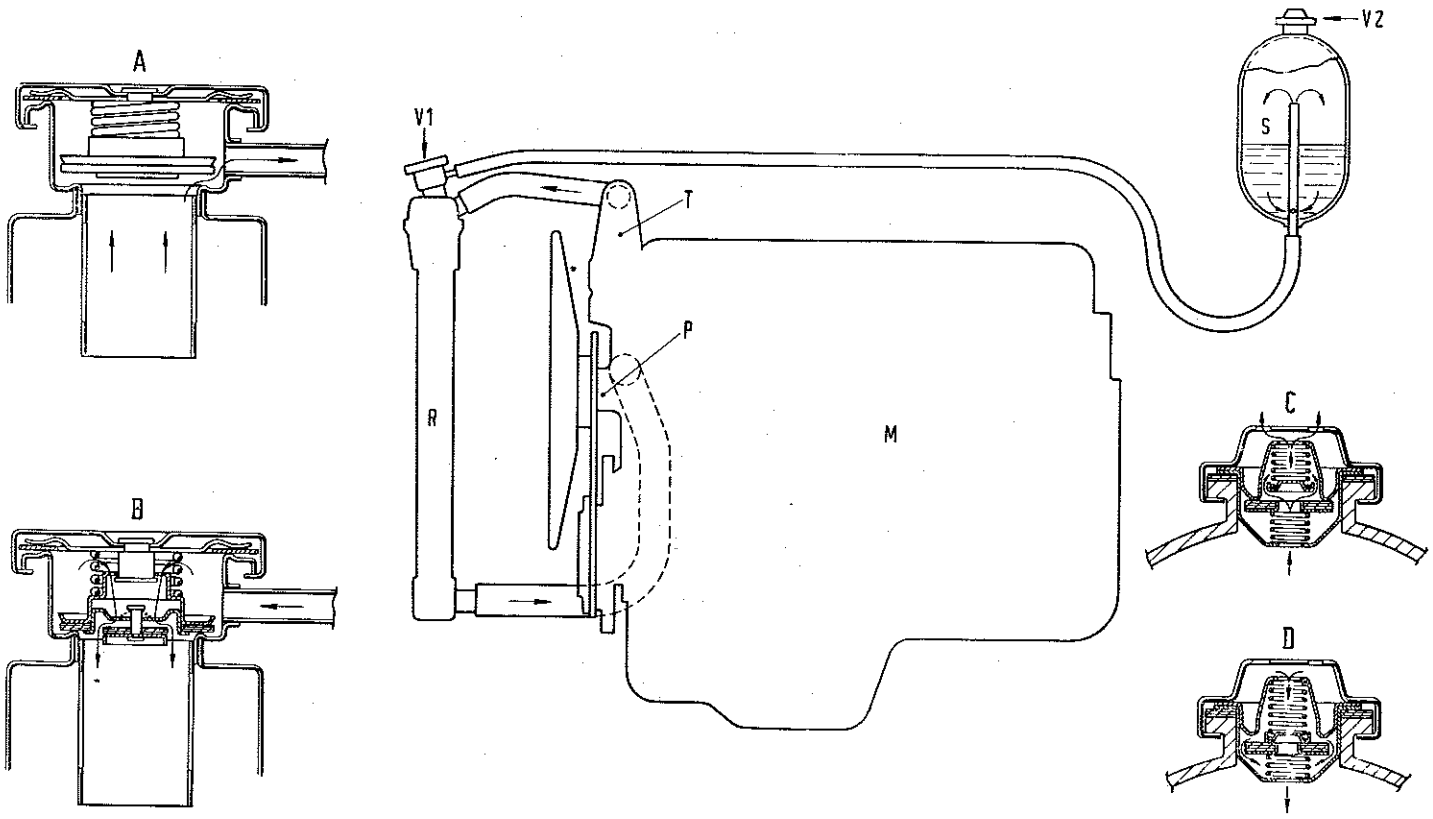



**Fig. 148 - Schema dell'impianto di raffreddamento sigillato (con liquido permanente).**

M. Motore. - P. Pompa centrifuga. - T. Termostato. - R. Radiatore. - S. Serbatoio supplementare. - V1. Valvola a doppio effetto. - V2. Valvola finale di sicurezza a doppio effetto.

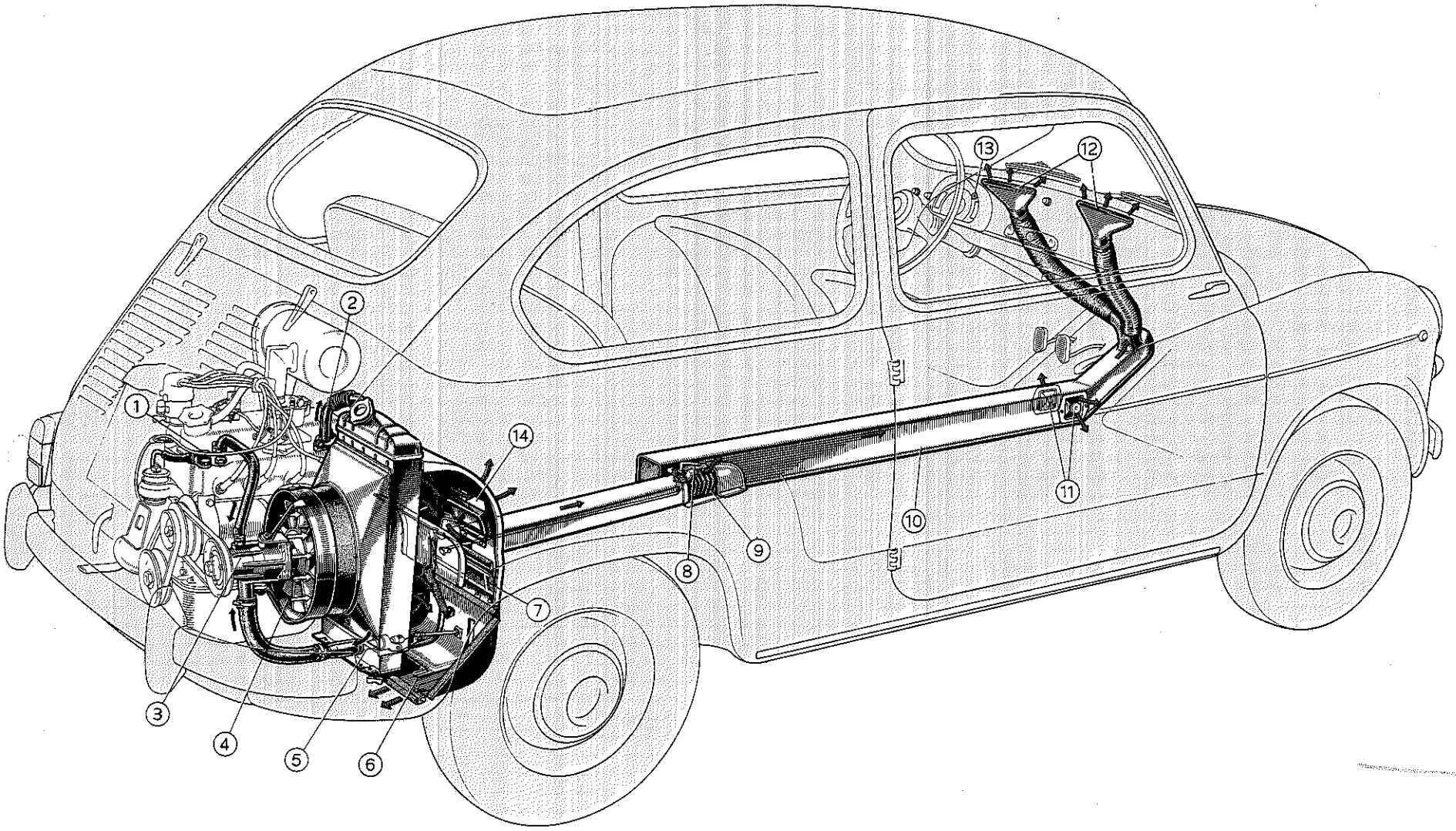



**Fig. 149 - Impianto di raffreddamento motore e riscaldamento interno della vettura mod. 600 D.**

1. Interruttore termometrico per segnalatore temperatura pericolosa acqua di raffreddamento motore. - 2. Tubazione di uscita acqua dalla testa cilindri. - 3. Pompa acqua. - 4. Ventilatore. - 5. Termostato per azionamento farfalla. - 6. Farfalla per variazione portata aria attraverso il radiatore. - 7. Deflettore in posizione per convogliare l'aria calda nell'interno vettura. - 8. Levetta per azionamento deflettori. - 9. Filtro aria calda. - 10. Convogliatore longitudinale dell'aria calda. - 11. Tirante ad occhiello per comando immissione aria calda nell'interno vettura. - 12. Diffusori aria calda sul parabrezza. - 13. Segnalatore luminoso temperatura pericolosa acqua di raffreddamento motore. - 14. Deflettore per immissione aria calda nell'interno vettura, in corrispondenza del vano bagagli.

# RAFFREDDAMENTO AD ARIA

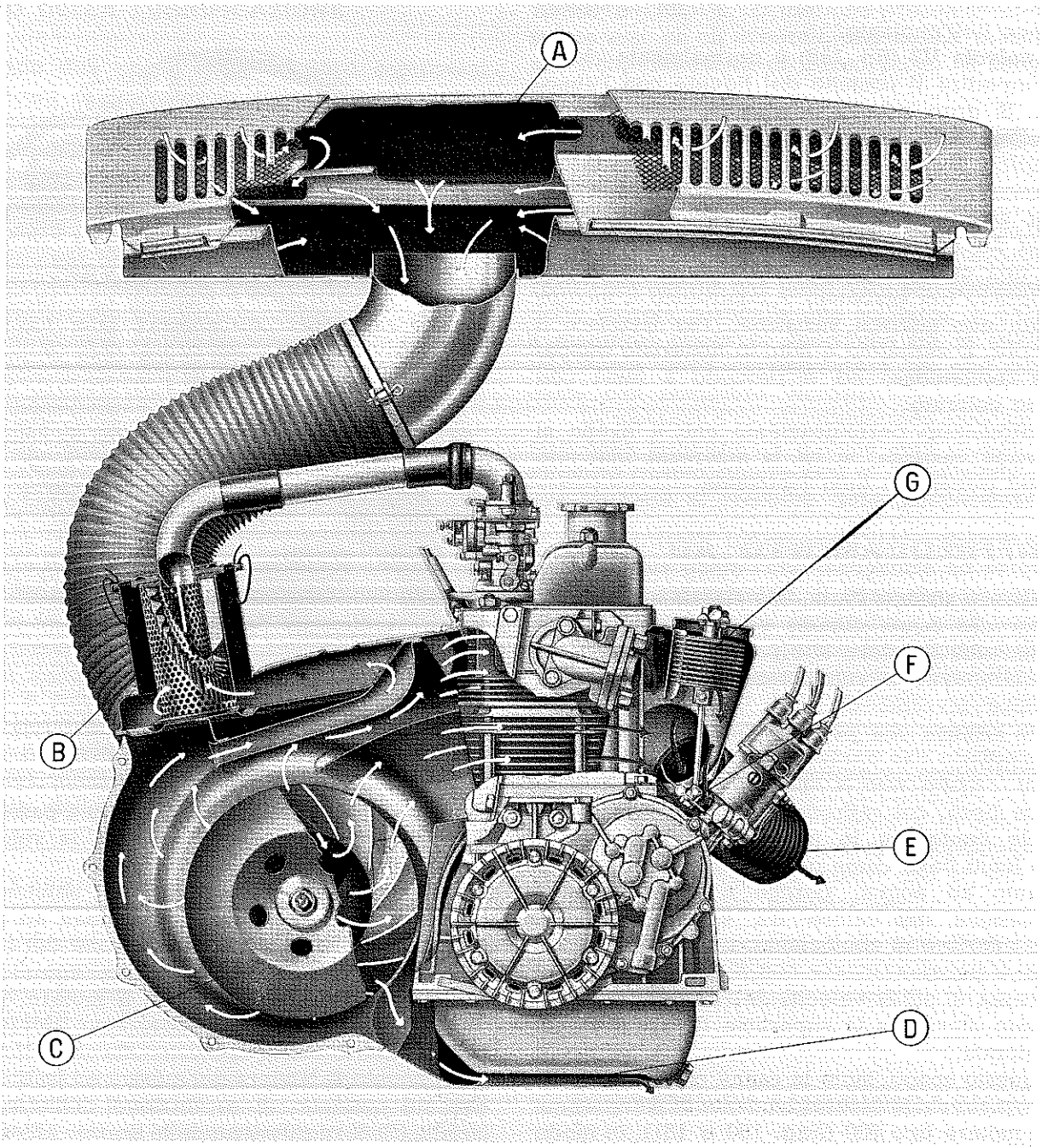



**Fig. 150 - Schema della circolazione dell'aria di raffreddamento del motore delle vetture modd. 500 e 500 D.**

A. Presa d'aria per raffreddamento motore. - B. Filtro d'aspirazione aria carburatore. - C. Ventilatore centrifugo, con convogliatore. - D. Passaggio aria di raffreddamento coppa olio motore. - E. Tubazione per immissione aria calda nell'interno vettura. - F. Farfalla per regolazione scarico aria dal motore, in posizione di massima apertura (temperatura 81°÷87° C). - G. Termostato.

essere espulso per effetto del riscaldamento e lo restituisca all'impianto in fase di raffreddamento. Pertanto, quando la pressione nell'impianto supera un certo valore (per esempio 0,4 atm) si apre la valvola V1 (fig. 148) ed il liquido si travasa dal radiatore R al serbatoio supplementare S (fig. 148 A). In fase di raffreddamento, non appena l'impianto va in depressione, si apre la valvola di ritorno (fig. 148 B) ed il liquido rifluisce nell'impianto.

La valvola V2 (fig. 148) è normalmente chiusa per impedire il contatto del liquido con l'atmosfera. Si apre solo in condizioni di emergenza per effetto di deboli differenze di pressione (per esempio 0,1 atm). La fig. 148 C ne mostra il funzionamento per effetto di una pressione nel serbatoio supplementare e la fig. 148 D per effetto di una depressione.

Se non ci sono perdite nel circuito, il livello del liquido nel serbatoio S, controllato a motore freddo, non subisce variazioni. Per facilitare il controllo, il serbatoio è fatto in materiale trasparente (polietilene) ed è riempito a metà con liquido colorato.

Controllando periodicamente che il livello si mantenga costante, si ha la sicurezza che non ci sono perdite in tutto l'impianto.

## RAFFREDDAMENTO AD ARIA

In questo sistema l'aria, che circola attivamente attorno alle canne cilindri ed alla testa, sottrae direttamente il calore alle pareti del motore.

Teoricamente la refrigerazione ad acqua con radiatore investito dall'aria, non differisce da questo sistema che per l'aggiunta di un liquido intermediario che trasferisce il calore dal motore ad un organo atto a disperderlo nell'aria. In pratica però, col raffreddamento ad aria è più difficile contenere le temperature del motore entro limiti bassi come quelli ottenuti col raffreddamento ad acqua, perchè il coefficiente di trasmissione del calore tra aria e parete è molto inferiore al coefficiente di trasmissione tra acqua e parete.

A causa di ciò la velocità dell'aria deve essere piuttosto elevata e la superficie di irradiamento maggiorata.

A questo scopo, tanto le canne cilindri come la testa vengono munite esternamente di alette, come per il motore tipo 500 (figg. 150 e 151), in modo da ottenere una maggiore superficie di contatto tra aria e pareti da raffreddare. Nei casi in cui le condizioni di impiego del motore non assicurino una efficace ventilazione, occorre produrre la ventilazione artificialmente mediante ventilatori.

Per migliorare ancora la dispersione del calore, i cilindri vengono circondati con deflettori disegnati in modo da suddividere e convogliare

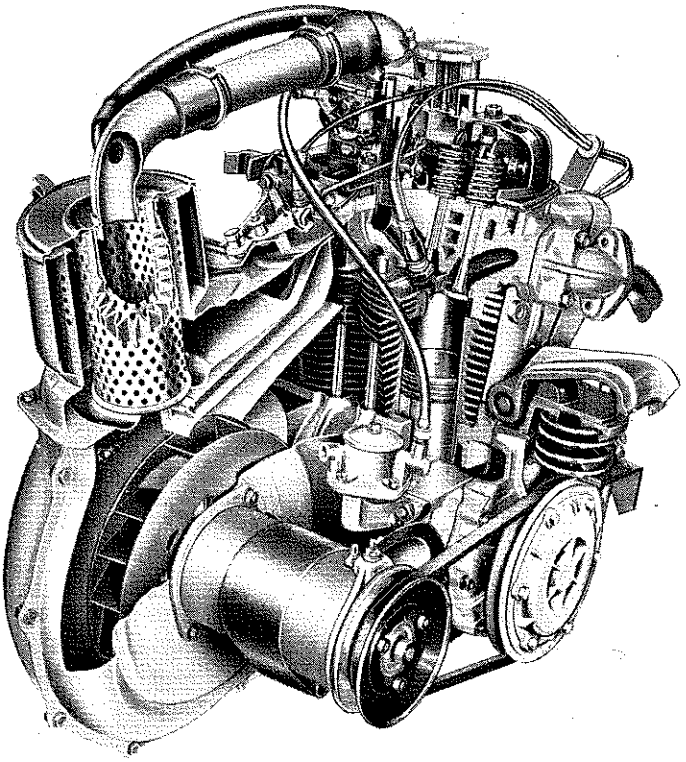


**Fig. 151 - Complessivo motore tipo 500 raffreddato ad aria, visto parzialmente sezionato.**

opportunamente l'aria, obbligandola a passare tra aletta e aletta, aumentandone così la velocità e la turbolenza.

Nei motori raffreddati ad aria, similmente a quanto si fa per i motori raffreddati ad acqua, è possibile ottenere una regolazione del raffreddamento a mezzo di termostato, agendo sulla portata dell'aria che lambisce il motore.

Nello schema di raffreddamento riportato in fig. 150 il termostato (G) è sistemato nell'interno del rivestimento di lamiera del motore ed agisce, anzichè sul condotto di aspirazione dell'aria, sulla farfalla (F) di regolazione dello scarico all'esterno.

# LUBRIFICAZIONE DEL MOTORE

## SCOPO DELLA LUBRIFICAZIONE

Quando due corpi solidi tra loro compressi sono dotati di un moto relativo di scorrimento o di rotazione, si può osservare che si riscaldano, con tendenza, nei casi di eccessivo riscaldamento, a compenetrarsi l'uno nell'altro, dando luogo al fenomeno denominato **ingranamento.**

Il calore prodotto è originato dall'**attrito** esistente tra i due corpi solidi; l'attrito rappresenta quindi una resistenza opposta al moto ed è esprimibile graficamente come una forza avente direzione uguale a quella del moto e senso opposto allo stesso.

Scopo della lubrificazione è quello di diminuire il lavoro perduto per attrito e trasformato in calore, sostituendo all'attrito di strisciamento tra i due corpi quello di scorrimento interno del liquido lubrificante, che è di molto inferiore e quindi produce minore riscaldamento.

Con la lubrificazione si crea tra gli organi meccanici accoppiati e dotati di movimento, una pellicola di olio lubrificante capace di resistere alle pressioni esterne senza rompersi.

In un motore a combustione interna, in particolare, è compito della lubrificazione impedire il contatto diretto tra le parti meccaniche accoppiate e dotate di moto relativo ed inoltre asportare, per mezzo dell'olio lubrificante, il calore originato dall'attrito.

## CARATTERISTICHE DEI LUBRIFICANTI

I lubrificanti più comunemente impiegati nei motori a combustione interna, si possono raggruppare in due categorie: **oli minerali** ed **oli vegetali.**

Gli oli minerali vengono ricavati dalla distillazione frazionata del petrolio greggio estratto dai pozzi naturali. Prima di essere impiegato come lubrificante per gli organi meccanici del motore, l'olio minerale deve essere sottoposto ad un processo di **raffinazione,** consistente nella eliminazione di tutte le sostanze gommose e della acidità, che risulterebbero nocive al buon funzionamento del motore.

Gli oli vegetali vengono invece estratti dai semi o dai frutti di alcune piante (olivo, ricino, ecc.) e debbono parimente essere raffinati prima del loro impiego; il più usato nel campo motoristico è l'olio di ricino, che presenta, in confronto con gli oli minerali, una buona resistenza alla temperatura ed un basso punto di congelamento.

La classificazione e la distinzione degli oli lubrificanti viene fatta in base alle seguenti caratteristiche principali:

1) **Viscosità:** è la caratteristica principale di un buon olio lubrificante e rappresenta la resistenza interna che l'olio offre allo scorrimento delle singole particelle una sull'altra. In genere, a maggiori pressioni specifiche tra le parti da lubrificare deve corrispondere un olio lubrificante con maggiore viscosità.

La viscosità d'un olio diminuisce con l'aumentare della temperatura e l'olio sarà quindi tanto migliore quanto minore sarà la diminuzione della sua viscosità al crescere della temperatura.

2) **Punto di infiammabilità:** indica la temperatura alla quale l'olio incomincia ad emettere dei vapori infiammabili. È bene che, bruciando, l'olio non lasci residui carboniosi i quali formano incrostazioni nocive, oppure dia origine a depositi gommosi che possono causare l'incollamento degli anelli elastici dello stantuffo nelle rispettive sedi.

3) **Punto di congelamento:** rappresenta la temperatura alla quale l'olio incomincia a perdere le sue caratteristiche di fluidità e di scorrevolezza. Più basso è il punto di congelamento e tanto maggiore sarà l'impiego che si può fare dell'olio alle basse temperature.

4) **Grado di acidità:** l'olio non deve essere acido allo scopo di non attaccare le parti metalliche con le quali viene a contatto.

## SISTEMI DI LUBRIFICAZIONE

I sistemi di lubrificazione usati nei motori a combustione interna, possono essere dei seguenti tipi:

1) Lubrificazione per sbattimento.

2) Lubrificazione forzata con pompa.

3) Lubrificazione per miscelazione dell'olio con il carburante.

# SCHEMA DELLA LUBRIFICAZIONE DEL MOTORE

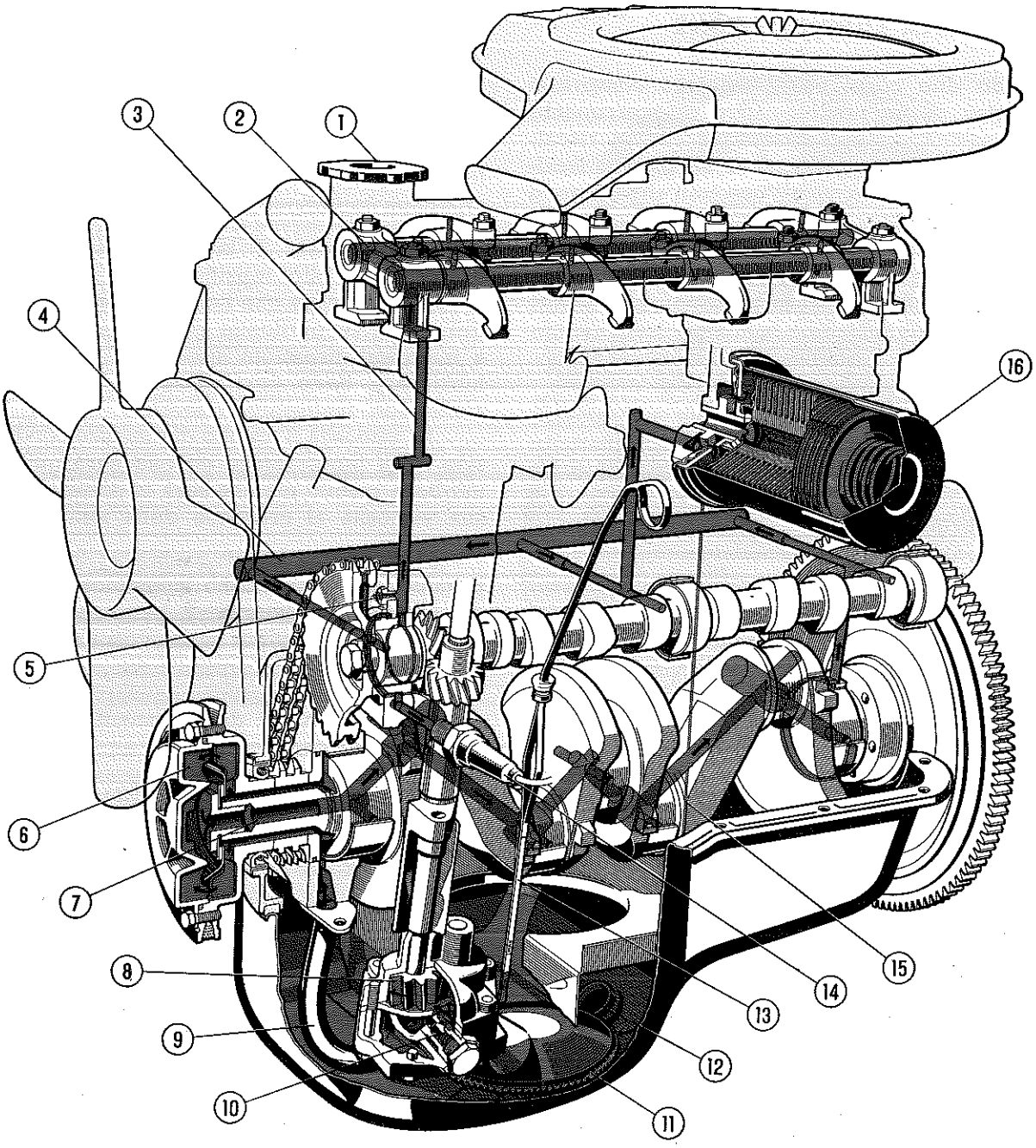



**Fig. 152 - Schema della lubrificazione del motore delle vetture modd. 1300 e 1500.**

1. Bocchettone per introduzione olio. - 2. Assi porta bilancieri comando valvole. - 3. Mandata olio agli assi portabilancieri. - 4. Condotto di mandata olio ai vari organi. - 5. Raccordo per lubrificazione catena comando distribuzione. - 6. Filtro centrifugo dell'olio. - 7. Albero motore, con condotto interno per passaggio olio. - 8. Pompa olio ad ingranaggi. - 9. Tubazione di mandata olio dalla pompa al filtro centrifugo. - 10. Valvola limitatrice pressione olio. - 11. Filtro d'aspirazione della pompa olio. - 12. Tappo-scarico olio dalla coppa. - 13. Asta indicatrice livello olio nella coppa. - 14. Trasmettitore elettrico del segnalatore d'insufficiente pressione olio. - 15. Scarico olio dal filtro supplementare nella coppa. - 16. Filtro supplementare olio, in derivazione.

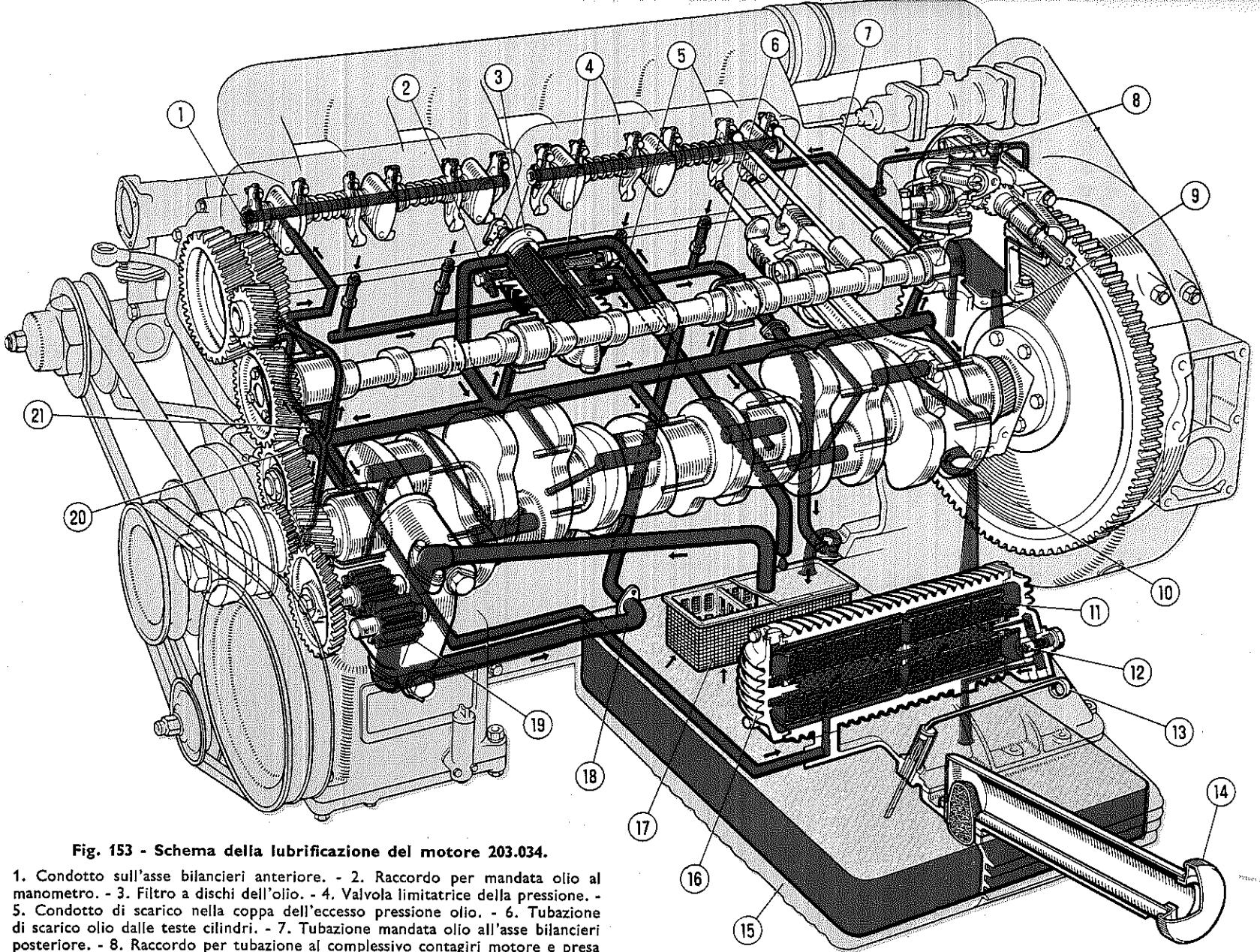



**Fig. 153 - Schema della lubrificazione del motore 203.034.**

1. Condotto sull'asse bilancieri anteriore. - 2. Raccordo per mandata olio al manometro. - 3. Filtro a dischi dell'olio. - 4. Valvola limitatrice della pressione. - 5. Condotto di scarico nella coppa dell'eccesso pressione olio. - 6. Tubazione di scarico olio dalle teste cilindri. - 7. Tubazione mandata olio all'asse bilancieri posteriore. - 8. Raccordo per tubazione al complessivo contagiri motore e presa del moto per ventilatore. - 9. Scarico olio dal complessivo contagiri motore. - 10. Scarico olio dal supporto posteriore dell'albero motore. - 11. Cartucce filtranti del filtro supplementare e refrigeratore. - 12. Valvola di sicurezza del filtro supplementare. - 13. Asta indicatrice livello olio nella coppa. - 14. Bocchettone introduzione olio nel motore. - 15. Coppa-serbatoio dell'olio. - 16. Corpo del filtro supplementare e refrigeratore dell'olio. - 17. Filtro d'aspirazione olio dalla pompa. - 18. Tubazione mandata olio dalla pompa al filtro a dischi. - 19. Pompa ad ingranaggi. - 20. Condotto principale mandata olio all'albero motore ed all'albero distribuzione. - 21. Raccordo per tubazioni mandata olio agli ingranaggi della distribuzione e di comando.

## LUBRIFICAZIONE PER SBATTIMENTO

La lubrificazione per sbattimento è ottenuta riempiendo la coppa motore di olio lubrificante, sino al livello stabilito; le teste delle bielle possono quindi immergersi, durante il loro movimento di rotazione, nell'olio di lubrificazione, proiettandolo, per mezzo di appositi cucchiai portati dalla testa di biella, sugli stantuffi, sulle pareti delle canne cilindri e sui supporti dell'albero manovella.

L'olio proiettato può giungere, attraverso opportuni fori e condotti, ai cuscinetti ed a tutte quelle parti per le quali sia necessaria la lubrificazione. Dopo la lubrificazione l'olio ricade nella coppa motore per essere nuovamente rimesso in circolazione.

Questo sistema, che veniva usato specialmente per motori molto lenti, è ormai abbandonato, in quanto non offre sufficenti garanzie di buon funzionamento.

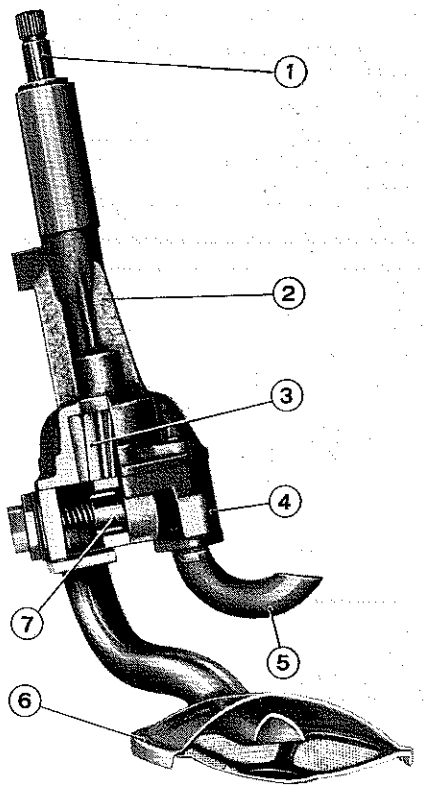



**Fig. 154 - Pompa olio parzialmente sezionata di un'autovettura.**

1. Albero di comando. - 2. Corpo pompa. - 3. Ingranaggi. - 4. Corpo valvola di riduzione. - 5. Tubazione di mandata. - 6. Tromba d'aspirazione (succhieruola). - 7. Valvola di riduzione.

## LUBRIFICAZIONE FORZATA CON POMPA

Il sistema di lubrificazione attualmente più adottato è quello della circolazione forzata dell'olio lubrificante ottenuta con una pompa. La coppa motore funge da serbatoio di raccolta dell'olio; nella stessa si trova la succhieruola della pompa, per mezzo della quale l'olio viene aspirato nella pompa ed inviato sotto pressione alle parti da lubrificare, attraverso appositi condotti riportati oppure ricavati nelle stesse parti.

In genere si trovano inseriti nel circuito di lubrificazione: un filtro dell'olio, una valvolina registrabile per la regolazione della pressione nei condotti ed un manometro od una spia che ne permette il controllo.

Quando la coppa motore non è sufficiente a smaltire il calore ed ottenere pertanto un conveniente raffreddamento del lubrificante, viene montato anche un apposito radiatore di raffreddamento dell'olio.

Nelle figg. 152, 153 e 155 sono rappresentati schemi della lubrificazione forzata per motori a carburazione e ad iniezione a ciclo Diesel.

Negli schemi illustrati nelle figg. 152 e 155 la pressione è fornita da una pompa ad ingranaggi, fissata inferiormente al basamento e comandata, mediante coppia elicoidale di ingranaggi, dall'albero della distribuzione. Il sistema di lubrificazione comprende: un filtro all'aspirazione, collegato direttamente alla succhieruola della pompa; un filtro olio in derivazione, fissato sul lato sinistro del gruppo cilindri; una valvolina regolatrice della pressione olio, situata all'esterno del gruppo cilindri, e, sul quadretto porta strumenti, l'indicatore del valore della pressione dell'olio di lubrificazione.

In fig. 153 la pompa olio è applicata al cappello del supporto anteriore dell'albero manovella ed è comandata dallo stesso albero manovella mediante una coppia di ingranaggi elicoidali. Il sistema di lubrificazione comprende, in questo caso, un filtro alla mandata fissato all'esterno del basamento ed un filtro supplementare pure collocato all'esterno del motore. Il filtro sul basamento è composto di dischi metallici, è smontabile per la pulizia ed è munito nella parte superiore di una maniglia, girando la quale è possibile liberare i dischi dalle impurità eventualmente raccolte. La rotazione della maniglia e quindi la pulizia del filtro, avvengono ogni qualvolta si preme il pedale della frizione, al quale la maniglia stessa è collegata.

Dal filtro l'olio passa nel condotto principale di mandata, per venire quindi portato ai cuscinetti dell'albero manovella, albero distribuzione, assi porta-bilancieri di comando valvole ed alle varie derivazioni, per la lubrificazione della catena di comando distribuzione, della pompa iniezione e del compressore d'aria per l'impianto di frenatura.

Il filtro supplementare è collocato in derivazione sul condotto che porta l'olio ai bilanceri;

## SCHEMA DELLA LUBRIFICAZIONE DEL MOTORE

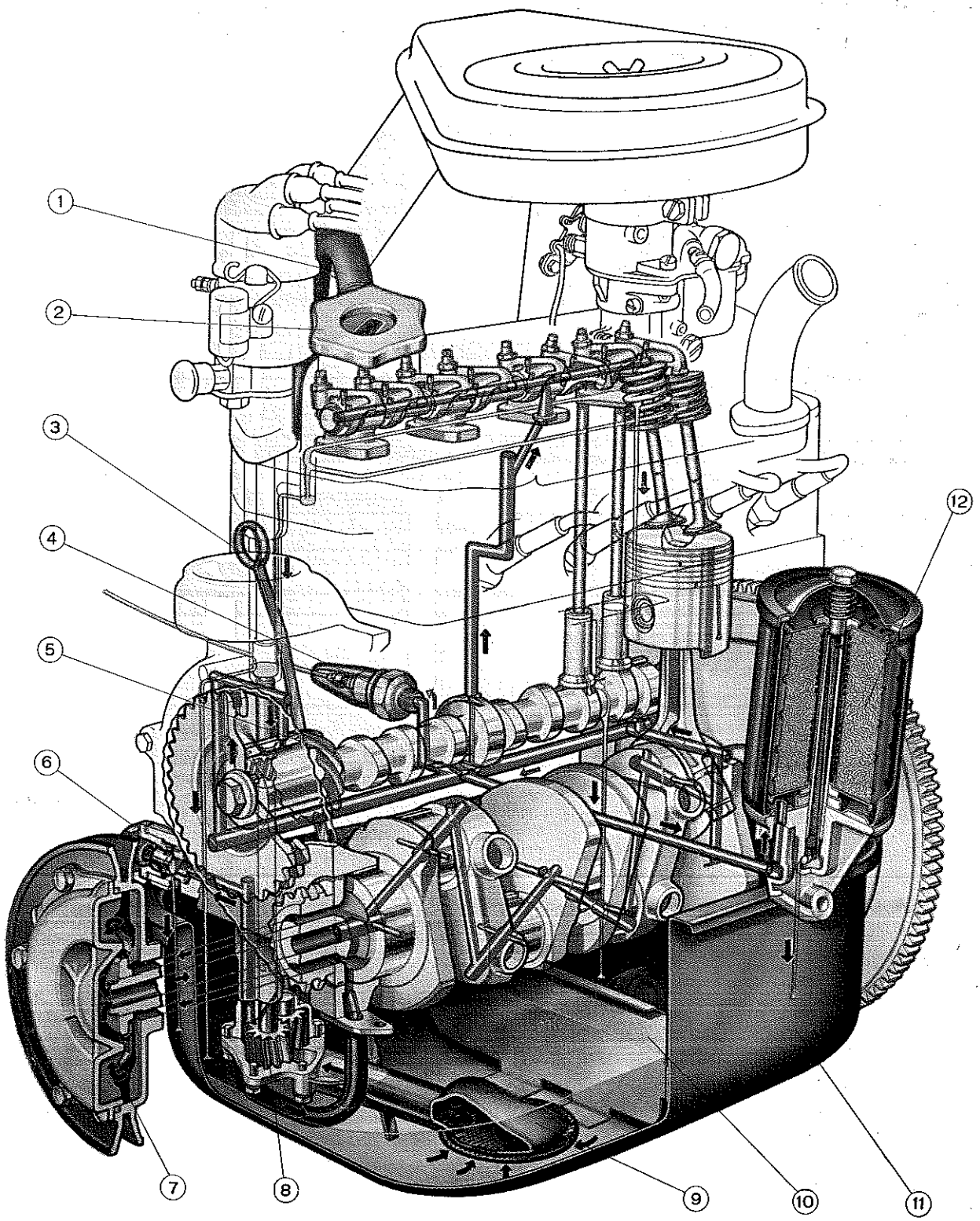



**Fig. 155 - Schema della lubrificazione del motore della vettura mod. 600 D.**

1. Sfiato vapori olio dal motore. - 2. Bocchettone olio. - 3. Asta livello olio. - 4. Trasmettitore per segnalatore insufficiente pressione olio. - 5. Ingranaggi comando pompa olio. - 6. Valvola regolazione pressione olio. - 7. Filtro centrifugo. - 8. Pompa olio ad ingranaggi. - 9. Filtro aspirazione olio. - 10. Paratia frangiflutti. - 11. Coppa olio. - 12. Filtro olio in derivazione, con cartuccia ricambiabile.

è costituito da due trecce filtranti ed è facilmente smontabile per la pulizia.

Allo scopo di evitare un eccessivo riscaldamento dell'olio, su alcuni tipi di motore è stato pure applicato un radiatore supplementare, sistemato davanti al radiatore acqua, che può essere escluso mediante un rubinetto qualora, con basse temperature esterne, non se ne accusi la necessità.

### LUBRIFICAZIONE PER MISCELAZIONE DELL'OLIO CON IL CARBURANTE

Questo sistema è molto usato nei motori a due tempi (specie nelle motociclette), ma può anche essere adottato come complemento degli altri sistemi, qualora si voglia ottenere, ad esempio, una buona lubrificazione delle valvole di aspirazione.

## POMPA OLIO

La pompa olio è l'organo meccanico che serve a mettere in circolazione l'olio lubrificante sotto pressione.

Sono molto usate pompe del tipo ad ingranaggi, formate principalmente da due ruote dentate, delle quali una conduttrice e l'altra condotta,

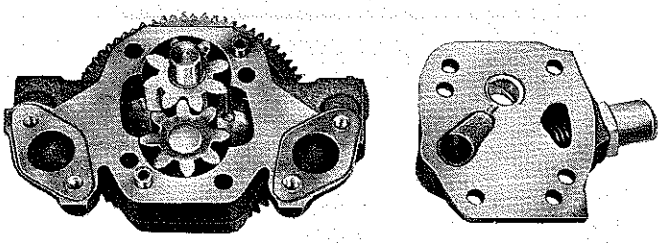


**Fig. 156 - Pompa olio scoperchiata di un motore a ciclo Diesel.**

ruotanti in apposita camera ricavata nel corpo della pompa (figg. 154 e 156).

Il funzionamento di una pompa olio appare evidente dalla fig. 156. Supponendo che i vani esistenti tra i denti degli ingranaggi siano uguali in volume ai denti stessi, si può dire che ad ogni giro ogni ingranaggio trasporta da una parte all'altra della pompa una quantità di olio corrispondente al volume della metà dell'anello comprendente i denti ed i vani della ruota dentata.

In pratica, date le perdite esistenti tra i denti ed il corpo della pompa olio e tra i singoli denti, la portata d'olio è minore.

Per ragioni di silenziosità durante il funzionamento, gli ingranaggi impiegati sono generalmente del tipo a denti elicoidali.

### MANOMETRO PRESSIONE OLIO O SEGNALATORE INSUFFICIENTE PRESSIONE

Nel sistema di lubrificazione a circolazione forzata, su alcuni veicoli viene inserito, in derivazione rispetto al condotto principale, un manometro olio, il quale misura la pressione dell'olio nel circuito di lubrificazione, equilibrando tale pressione con una forza elastica.

Il manometro è normalmente costituito da un tubo a pareti sottili ed a sezione piatta, comunicante da un lato con la tubazione di arrivo dell'olio sotto pressione e chiuso all'altra estremità; il tubo è piegato secondo una circonferenza.

Poichè il tubo è fissato ad una estremità all'apparecchio, si ha che l'altra estremità, lasciata libera, si avvicina o si allontana da quella fissa a secondo che la pressione dell'olio aumenta o diminuisce.

Per mezzo di apposito leveraggio lo spostamento viene trasmesso ad un indice indicante il valore della pressione su di un quadrante graduato.

Invece del manometro, su molti veicoli viene inserito, pure in derivazione rispetto al condotto principale, un segnalatore insufficiente pressione dell'olio.

Un trasmettitore (14, fig. 152 e 4, fig. 155) fa spegnere la luce spia sul quadro di controllo quando la pressione è normale.

### INDICATORE DEL LIVELLO OLIO NELLA COPPA

Data la grande importanza di un continuo controllo della quantità di olio lubrificante esistente nella coppa motore, ogni motore per autoveicoli è munito di un'asta indicatrice di livello, la quale porta incise due tacche indicanti rispettivamente i livelli minimo e massimo entro i quali deve risultare compreso il livello dell'olio nella coppa.

## FILTRI OLIO

I filtri olio possono essere di vario tipo e possono essere inseriti sul circuito di lubrificazione sia in derivazione che a portata totale. Sono filtri in derivazione quelli che filtrano solo una parte della portata smaltita dalla pompa e immettono l'olio filtrato nuovamente nella coppa; sono a portata totale quelli che, inseriti direttamente nel circuito di lubrificazione, sono attraversati dall'intero flusso d'olio.

I filtri in derivazione sono generalmente costituiti da un contenitore esterno metallico e da una cartuccia intercambiabile, contenente una massa filtrante in cascami di cotone (fig. 157) o dischi di carta.

I filtri a portata totale sono solitamente costituiti da serie di reti metalliche o pacchi di dischi in

lamiera, tra i quali l'olio deve trafilare. Tali dischi, ad anello, sono alternativamente collegati ad un perno che può ruotare, od alla scatola filtro esterna fissa (fig. 158).

La pulizia del filtro è ottenuta ruotando il perno e quindi i dischi collegati con lo stesso. La rotazione avviene automaticamente ogniqualvolta si agisce sul pedale della frizione.

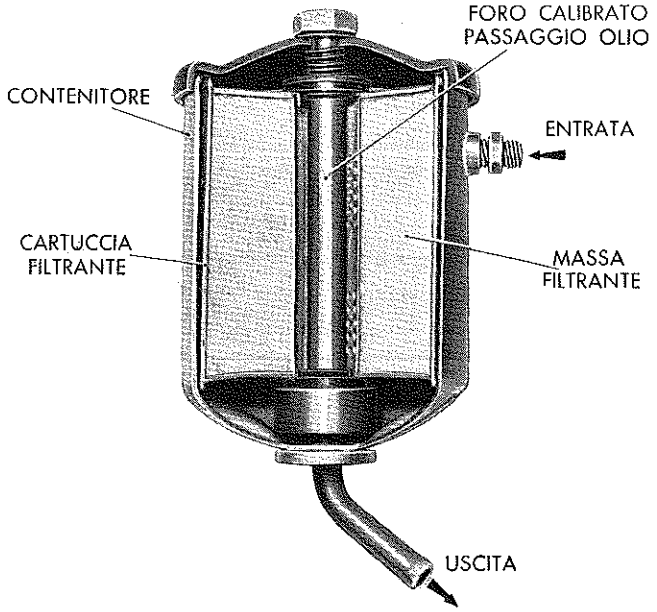



**Fig. 157 - Filtro olio a cartuccia filtrante montato su motori di autovetture.**

Buoni risultati si ottengono pure con il **filtro olio centrifugo**, adottato per le vetture modd. 500, 600 D - 1300 - 1500 e 1800, che è essenzialmente costituito da una puleggia, da un mozzo per puleggia e da un deflettore anulare (vedere 6, fig. 152 e 7, fig. 155).

Il deflettore ha un diametro inferiore a quello della puleggia e relativo mozzo, ma dimensionato in modo da far circolare radialmente l'olio fino ad una zona nella quale il campo centrifugo ha la capacità di separare le impurità.

Le nervature radiali presenti sulla superficie interna della puleggia trattengono le impurità e convogliano l'olio al centro del filtro.

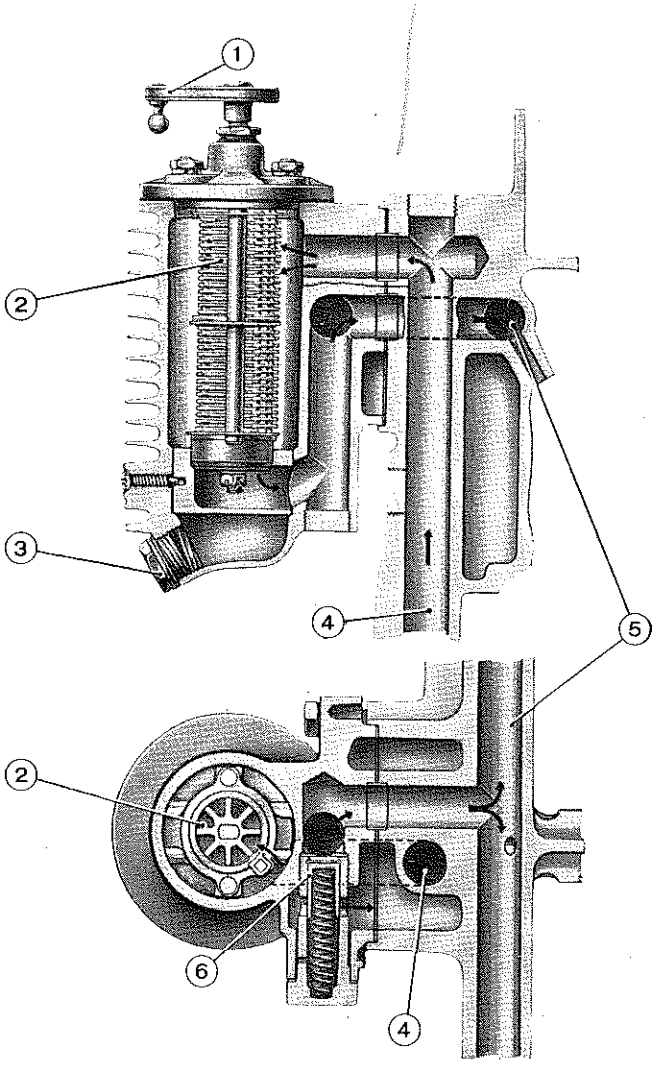



**Fig. 158 - Sezioni del filtro esterno dell'olio per i motori degli autoveicoli modd. 642 N2 - 682 N2 e derivati.**

1. Levetta comando pulizia filtro. - 2. Filtro a dischi. - 3. Tappo di scarico impurità. - 4. Condotto di arrivo dell'olio. - 5. Condotto mandata olio ai supporti albero motore. - 6. Valvola limitatrice della pressione.

L'olio proveniente dai fianchi del codolo anteriore dell'albero motore (sul codolo sono praticate due fresature longitudinali) è sospinto nella zona periferica del filtro mediante il deflettore anulare. Quindi, l'olio depurato ritorna al centro del codolo e passa nell'interno dell'albero motore attraverso la vite cava di fissaggio all'albero del mozzo e del deflettore anulare.

## ORGANI DI TRASMISSIONE

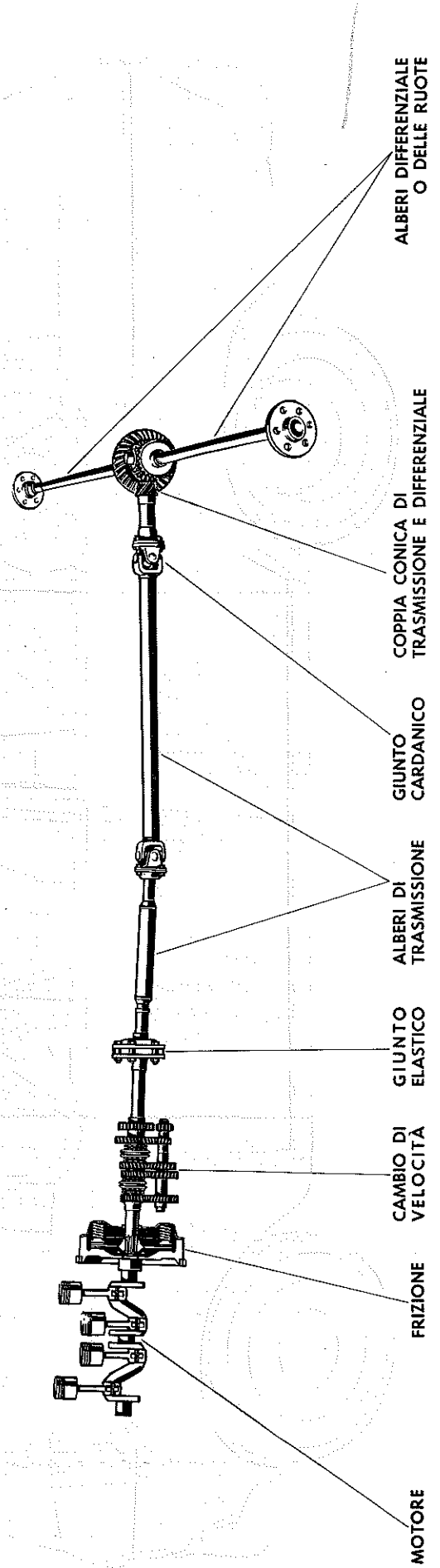



**Fig. 159 - Schema degli organi della trasmissione di una vettura.**

# ORGANI DI TRASMISSIONE


Pagina

## CAMBIO DI VELOCITÀ

Necessità del cambio . . . . . 117
Costruzione del cambio . . . . . 119
Descrizione del cambio . . . . . 120
Comando del cambio . . . . . 122
Riduttore di velocità . . . . . 123
Moltiplicatore di velocità . . . . . 125

## INNESTO A FRIZIONE

Scopo e realizzazione dell'innesto . . . 129
Tipi di innesti a frizione . . . . . 130
Comando per l'innesto a frizione . . . 131
Comando idraulico frizione . . . . . 132

## FRIZIONE AUTOMATICA

Costituzione . . . . . 133
Descrizione . . . . . 134
Funzionamento . . . . . 135

## GIUNTO IDRAULICO

Funzionamento . . . . . 136
Giunto idraulico con bloccaggio . . . . 139

## ALBERI E GIUNTI PER LA TRASMISSIONE DEL MOTO

Albero di trasmissione . . . . . 140
Giunti deformabili . . . . . 140

## COPPIA CONICA DI TRASMISSIONE - DIFFERENZIALE PONTE POSTERIORE

Coppia conica e differenziale . . . . . 142
Dispositivo bloccaggio differenziale . . 145
Doppia riduzione della trasmissione . . 145
Ponte posteriore . . . . . 145
Vetture con motore posteriore . . . . . 146

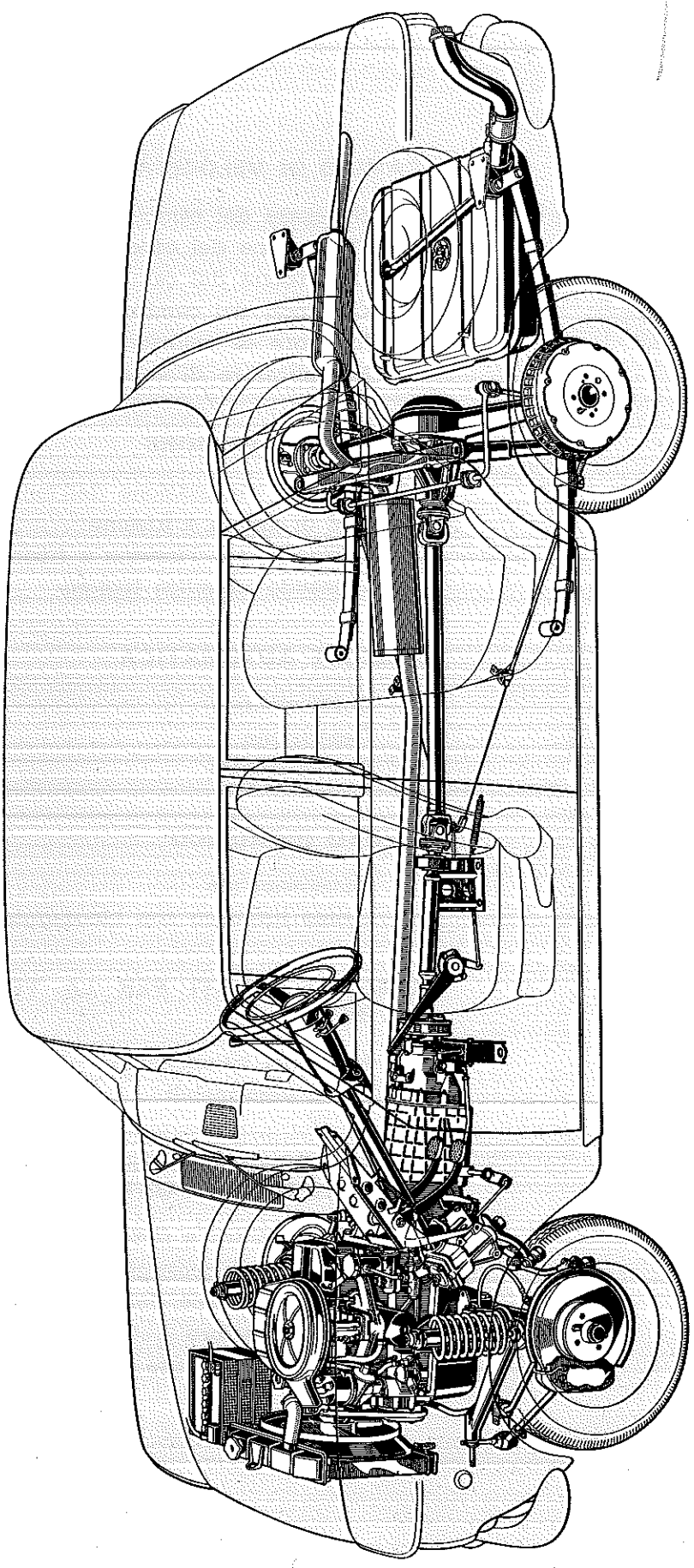


Fig. 160 - Vista prospettica degli organi meccanici delle vetture FIAT mod. 1300 e 1500.

# CAMBIO DI VELOCITÀ

## NECESSITÀ TECNICHE DEL CAMBIO DI VELOCITÀ

La **massima potenza** sviluppata da un motore è ottenuta ad una determinata velocità di regime; mentre la massima **coppia motrice** o **momento torcente** (Mt) si verifica normalmente ad una velocità alquanto inferiore.

Nell'esempio considerato nella fig. 161, risulta infatti che il massimo momento torcente si ha a 3200 giri/min., mentre la massima potenza del motore è sviluppata a 5200 giri/min.

Consideriamo quindi come **intervallo di funzionamento stabile del motore,** quell'intervallo entro il quale, al variare della resistenza incontrata dal veicolo nell'avanzamento, cioè al variare del momento resistente, corrisponde per il motore una automatica nuova condizione di equilibrio dinamico.

Nel caso preso in esame l'intervallo di funzionamento stabile del motore è quello compreso tra i 3200 giri/min. (ai quali corrisponde il massimo momento motore) ed i 5200 giri/min. (ai quali corrisponde la massima potenza sviluppata dal motore).

Considerando infatti una qualsiasi velocità di rotazione del motore compresa tra i 3200 ed i 5200 giri/min., si verifica che, qualora durante la marcia aumentino le resistenze opposte al moto del veicolo (salita, strada accidentata ecc.), le resistenze stesse verranno superate a spese della energia cinetica del veicolo, il quale diminuirà la sua velocità e di conseguenza diminuirà anche la velocità di rotazione del motore.

Con la diminuzione della velocità di rotazione del motore si ha però che il momento motore aumenta e si contrappone all'aumento del momento resistente. Si raggiunge così automaticamente una nuova condizione di regime a velocità più bassa.

La velocità di 3200 giri/min. rappresenta pertanto il limite inferiore di funzionamento stabile del motore, mentre quella di 5200 giri/min. rappresenta il limite superiore.

Se al contrario si considera una velocità di rotazione del motore inferiore ai 3200 giri/min,, il funzionamento del motore non è più stabile in quanto all'aumentare della resistenza, il motore ed il veicolo diminuiscono di velocità e contemporaneamente diminuisce anche il momento motore, così da rendere impossibile il raggiungimento di un nuovo equilibrio dinamico; la velocità del motore andrà pertanto decrescendo sino ad arrestarsi.

Da quanto sopra esposto risulta evidente la necessità assoluta di poter disporre di un organo meccanico, quale il **cambio di velocità,** il quale consenta di far funzionare il motore nel campo

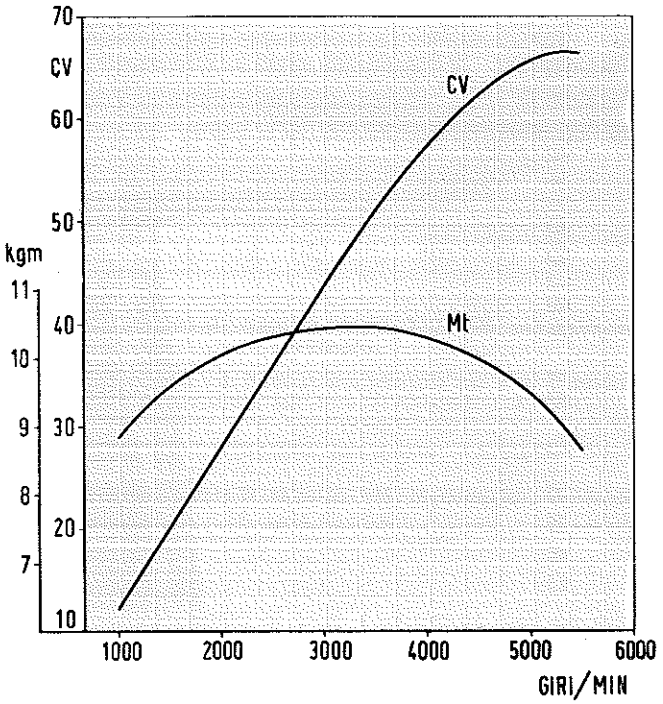



**Fig. 161 - Curve caratteristiche del motore montato sulle vetture mod. 1500.**

di stabilità ed a velocità di rotazione vicine a quella corrispondente alla massima potenza, indipendentemente dalle resistenze incontrate dal veicolo durante il moto e quindi dalle rispettive variazioni di velocità.

Il veicolo inoltre, per le esigenze più varie del suo movimento, per le condizioni offerte dal fondo stradale, per le necessità del guidatore, per il complesso variabilissimo delle resistenze passive incontrate, richiede andature di velocità molto diverse tra loro, ed è necessario che per ognuna delle stesse il motore sviluppi potenze sufficienti.

Per soddisfare contemporaneamente queste due importanti condizioni:

1) adeguata potenza sviluppata dal motore;

2) velocità convenienti realizzabili dal veicolo nell'avanzamento su strade movimentate od a pendenza variabile.

## COMPLESSIVO FRIZIONE - CAMBIO DI VELOCITÀ MODD. 1300-1500

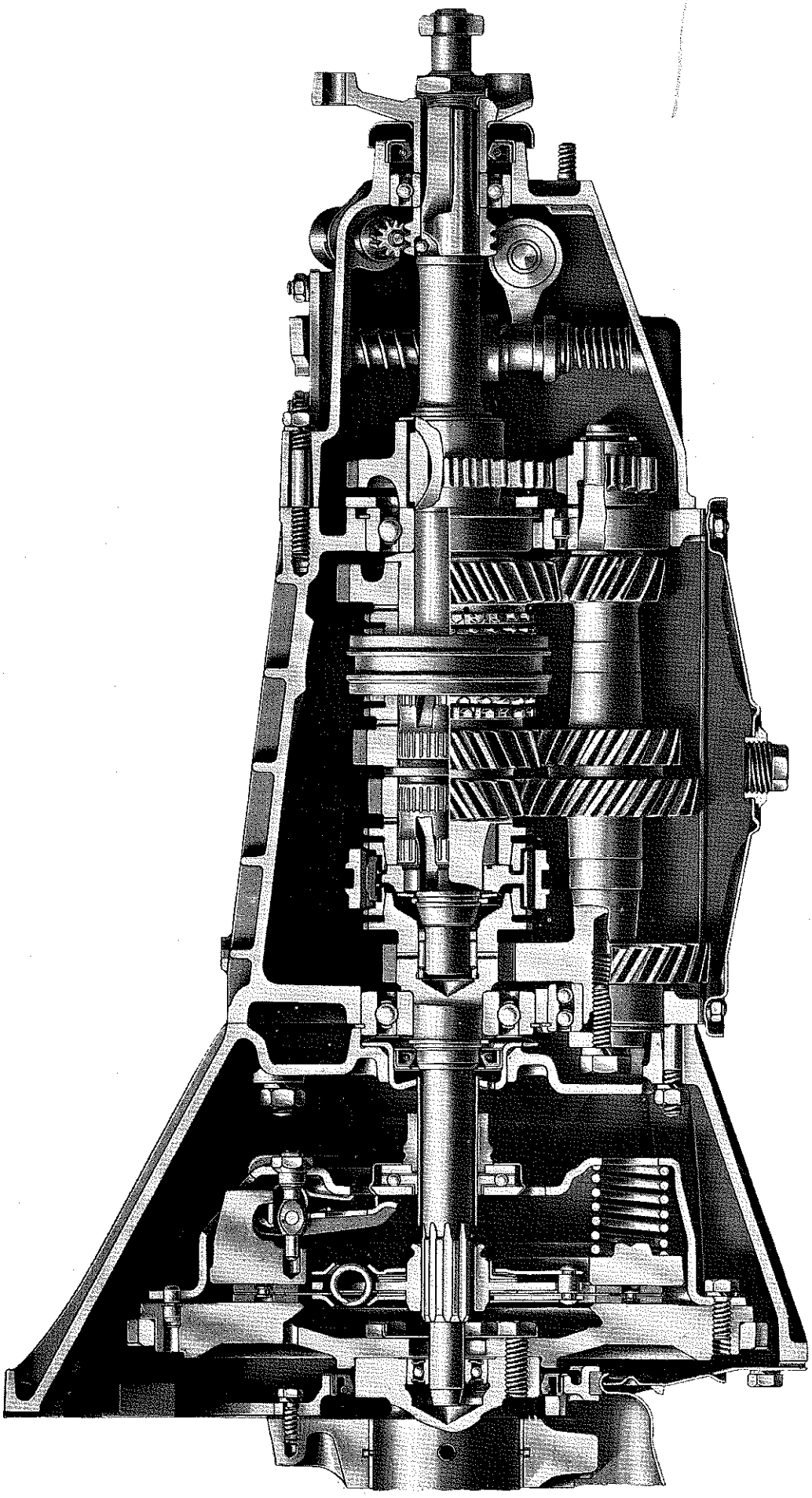


Fig. 162 - Sezione longitudinale sul complessivo frizione - cambio di velocità modd. 1300 - 1500.

È necessario l'impiego di un cambio di velocità inserito tra motore ed albero di trasmissione, il quale permetta di far assumere al veicolo la velocità più conveniente in relazione alle necessità del suo movimento, mentre il motore possa continuare, in ogni movimento, a sviluppare quella certa velocità di regime, od una ad essa molto prossima, corrispondente al massimo rendimento.

Mediante il cambio di velocità è pertanto possibile realizzare dei rapporti diversi di velocità fra la rotazione dell'albero motore e quella dell'albero di trasmissione, in modo da trasmettere alle ruote motrici delle velocità superiori od inferiori o degli sforzi più o meno grandi, in rapporto con le resistenze passive.

In altri termini si può dire che con l'impiego del cambio di velocità ad un aumento del momento resistente si fa corrispondere un rapporto diverso di demoltiplicazione dall'albero motore alle ruote motrici, in modo da ottenere sulle ruote stesse la coppia motrice necessaria all'avanzamento del veicolo.

## ESEMPIO PRATICO SULLA FUNZIONE DEL CAMBIO DI VELOCITÀ

Allo scopo di chiarire ulteriormente la funzione del cambio di velocità in un autoveicolo è opportuno riferirsi ad un esempio pratico.

Consideriamo quindi un veicolo il quale proceda su strada in piano ed in presa diretta ad una velocità costante.

Quando tale vettura viene improvvisamente a trovarsi di fronte ad un lungo tratto di strada con notevole pendenza, accade che per un primo tratto di strada la vettura riuscirà a superare il dislivello incontrato per mezzo della forza di inerzia relativa alla sua velocità di marcia; successivamente la velocità della vettura andrà gradatamente diminuendo sino ad annullarsi nel caso in cui la salita continui per lungo tratto.

Quanto sopra si verifica perchè è stato supposto che la vettura marciasse in presa diretta e quindi in condizioni tali da escludere completamente l'uso del cambio di velocità.

Impiegando ora il cambio di velocità, abbiamo che anche in tale caso un primo tratto di strada in salita potrà essere superato premendo maggiormente l'acceleratore; successivamente quando il guidatore avverte che il prolungarsi della strada in salita e quindi della resistenza opposta al movimento del veicolo, tende a provocare una eccessiva diminuzione del numero di giri del motore e quindi si manifesta la impossibilità di superare la pendenza incontrata, agirà sul cambio di velocità inserendo una marcia inferiore (3ª velocità). Tale cambiamento di marcia stabilisce un rapporto inferiore di velocità tra il numero di giri compiuti dall'albero motore e quelli effettuati dall'albero di trasmissione; si ottiene pertanto che il motore può compiere un numero di giri maggiore per ogni giro effettuato dalle ruote motrici. Ottenuta tale condizione la vettura potrà superare dislivelli superiori a quelli affrontati in presa diretta, in quanto innestando la 3ª velocità la coppia motrice alle ruote aumenta.

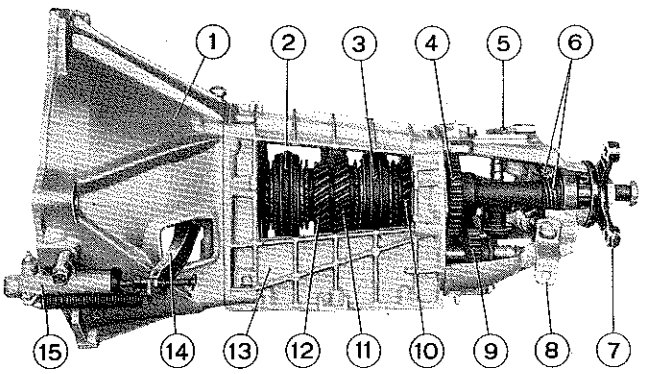



**Fig. 163 - Cambio di velocità modd. 1300-1500 parzialmente sezionato.**

1. Corpo anteriore. - 2. Manicotto scorrevole per 3ª e 4ª velocità. - 3. Manicotto scorrevole per 1ª e 2ª velocità. - 4. Ingranaggio condotto retromarcia. - 5. Leva innesto marce. - 6. Ingranaggi contachilometri. - 7. Manicotto per giunto. - 8. Leva selezione marce. - 9. Ingranaggio rinvio retromarcia. - 10. Ingranaggio 1ª velocità. - 11. Ingranaggio 2ª velocità. - 12. Ingranaggio 3ª velocità. - 13. Corpo centrale. - 14. Leva disinnesto frizione. - 15. Cilindro idraulico comando frizione.

In modo analogo si può ragionare per le altre velocità di cui un cambio di velocità normalmente dispone.

Il cambio di velocità negli autoveicoli permette quindi di aumentare la coppia motrice applicata alle ruote, oppure di aumentare la velocità con la quale le stesse girano.

In 1ª velocità, ad esempio, viene trasmesso alle ruote motrici un elevato sforzo di trazione ma una bassa velocità; in 2ª e 3ª velocità tale sforzo diminuisce proporzionalmente ed aumenta la velocità con cui le ruote girano; in presa diretta è infine possibile ottenere la massima velocità di rotazione delle ruote con una bassa coppia motrice.

# COSTRUZIONE DEL CAMBIO DI VELOCITÀ

Per la migliore utilizzazione del motore il cambio di velocità dovrebbe permettere di realizzare la variazione del rapporto di velocità tra il motore e le ruote, in modo continuo e progressivo.

In pratica però, per ragioni di carattere economico e di praticità di esercizio, si ricorre generalmente a tipi di cambio costruttivamente più semplici, di maggior rendimento meccanico, i quali realizzano un numero di rapporti fisso e limitato.

Uno degli schemi più semplici, usato per il cambio di velocità a 4 o più marce, **è quello con ingranaggi spostabili.**

Tale tipo di cambio comprende:

1) un **albero della presa diretta,** che riceve il movimento direttamente dall'albero motore attraverso uno speciale organo intermediario denominato **frizione;**

2) un **albero secondario,** disposto parallelamente all'albero della presa diretta ed inferiormente allo stesso. L'albero secondario riceve il moto per mezzo di una coppia di ingranaggi sempre in presa, dei quali quello conduttore è

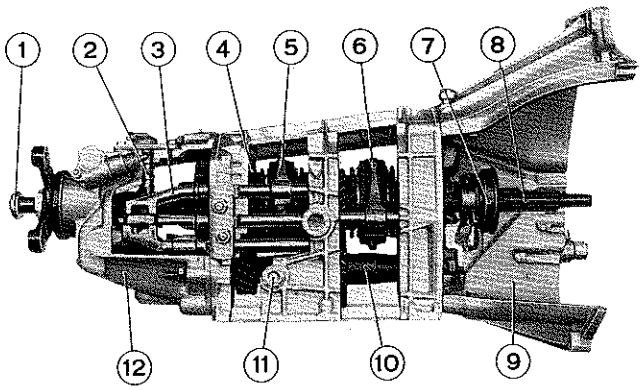



**Fig. 164 - Cambio di velocità mod. 1300-1500 parzialmente sezionato.**

1. Anello centraggio giunto. - 2. Albero comando innesto marce. - 3. Asta comando 1ª e 2ª velocità. - 4. Ingranaggio 1ª velocità. - 5. Forcella comando 1ª e 2ª velocità. - 6. Forcella comando 3ª e 4ª velocità. - 7. Cuscinetto reggispinta frizione. - 8. Albero presa continua e 4ª velocità. - 9. Corpo anteriore. - 10. Albero secondario. - 11. Tappo introduzione e livello olio. - 12. Coperchio posteriore.

montato sull'albero della presa diretta e quello condotto sull'albero secondario;

3) un **albero primario,** disposto sul prolungamento dell'albero della presa diretta e direttamente collegato, all'estremità uscente dal cambio, con l'albero di trasmissione.

Una serie di ingranaggi montati sull'albero primario e sull'albero secondario (i quali possono essere accoppiati tra loro), permette di ottenere differenti rapporti di trasmissione. In generale gli ingranaggi montati sull'albero secondario sono fissi, mentre quelli sull'albero primario possono scorrere sullo stesso;

4) un **albero di rinvio,** parallelo ai precedenti, sul quale è montato l'ingranaggio della retromarcia.

In fig. 159 è rappresentato lo schema della trasmissione del moto dal motore alle ruote. Le figure dalla 165 alla 168 rappresentano le posizioni assunte, in un cambio di velocità a 4 marce in avanti e retromarcia, dai diversi ingranaggi a secondo delle velocità innestate. Per ottenere la retromarcia è necessario invertire il senso di rotazione dell'albero primario ed a tale scopo nella fig. 169 è rappresentato un rocchetto folle, spostabile sull'albero di rinvio, il quale, quando tutti gli altri ingranaggi si trovano nella posizione di folle, cioè non sono tra loro accoppiati, può essere portato ad imboccare contemporaneamente con gli ingranaggi conduttore e condotto della 1ª marcia. L'inserzione di questo rocchetto tra i due ingranaggi accennati, inverte il senso di rotazione del primario e quindi dell'albero di trasmissione.

## DISPOSITIVI DI SINCRONIZZAZIONE

Nei cambi di velocità meccanici l'innesto delle diverse marce risulta generalmente rumoroso, in quanto è difficile avvertire, da parte del guidatore, l'istante preciso in cui le velocità periferiche degli ingranaggi da imboccare sono uguali.

Vengono pertanto montati, allo scopo di facilitare e rendere più silenzioso l'imbocco delle diverse marce, degli speciali dispositivi detti **sincronizzatori.**

Con questo sistema gli ingranaggi delle marce veloci sono sempre in presa ed a dentatura elicoidale, per la maggiore silenziosità; gli innesti per rendere gli ingranaggi rispettivamente folli oppure fissi sui propri alberi, sono del tipo **a cono di frizione ed a denti.**

# DESCRIZIONE DI UN CAMBIO DI VELOCITÀ

A maggiore illustrazione della costruzione di un cambio di velocità, riportiamo la descrizione del cambio montato sulle vetture FIAT Modd. 1300 e 1500. Tale cambio è a 4 velocità in avanti e retromarcia, con le marce in avanti silenziose e dispositivi sincronizzatori per l'imbocco rapido delle quattro velocità.

Gli ingranaggi delle marce in avanti sono sempre in presa ed a dentatura elicoidale, in modo da ottenere la massima silenziosità di marcia.

Il cambio di velocità fa corpo unico con il gruppo motore-frizione ed è costituito da tre parti separabili l'una dall'altra: un corpo anteriore

# SCHEMI DELLE MARCE DEL CAMBIO DI VELOCITÀ MODD. 1300-1500

**Fig. 165.**
**1ª velocità.**

Gli ingranaggi di presa continua fanno ruotare l'albero secondario sul quale è solidale l'ingranaggio della 1ª velocità, che trasmette la rotazione all'ingranaggio sull'albero primario.

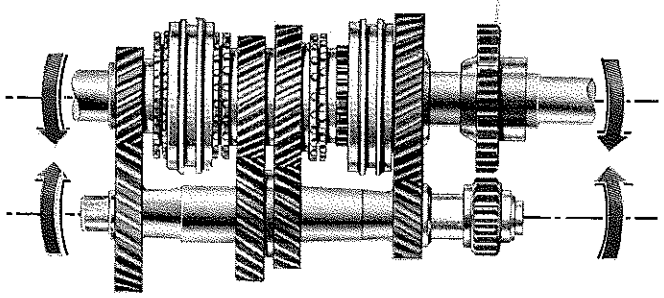


**Fig. 166.**
**2ª velocità.**

Gli ingranaggi di presa continua fanno ruotare l'albero secondario sul quale è solidale l'ingranaggio della 2ª velocità, che trasmette la rotazione all'ingranaggio sull'albero primario.

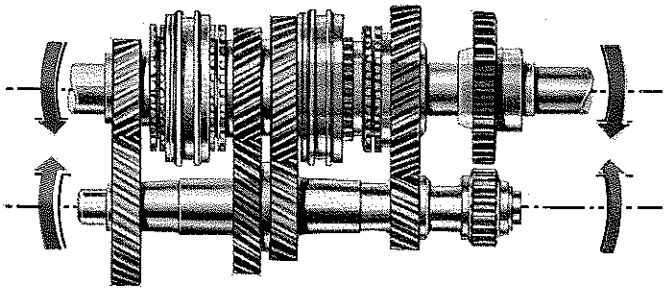


**Fig. 167.**
**3ª velocità.**

Gli ingranaggi di presa continua fanno ruotare l'albero secondario sul quale è solidale l'ingranaggio della 3ª velocità, che trasmette la rotazione all'ingranaggio sull'albero primario.

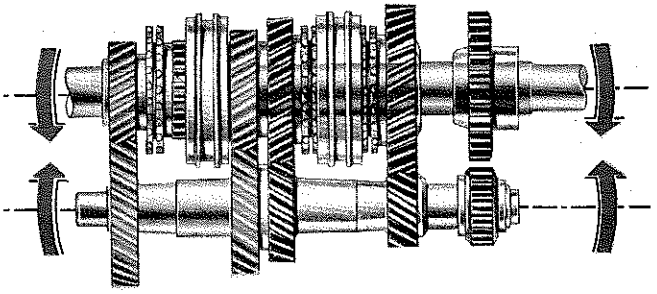


**Fig. 168.**
**4ª velocità o presa diretta.**

L'albero di presa continua viene accoppiato all'albero primario.

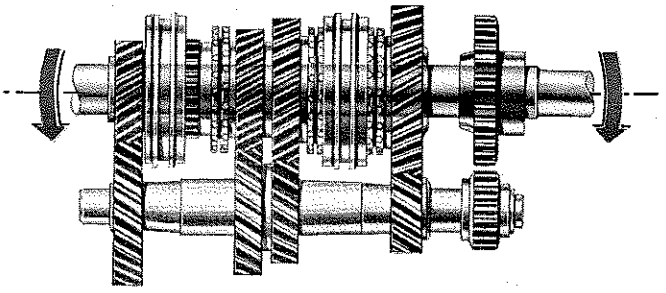
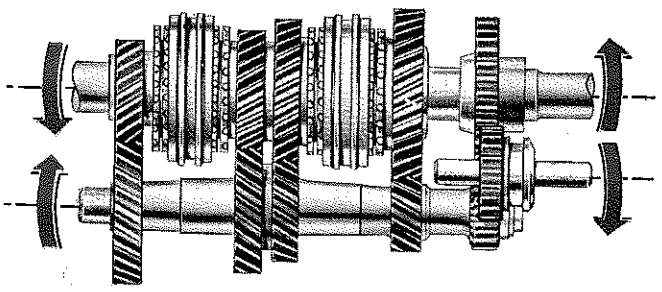


**Fig. 169.**
**Retromarcia.**

Gli ingranaggi di presa continua fanno ruotare l'albero secondario sul quale è solidale l'ingranaggio della retromarcia, il quale fa ruotare un ingranaggio intermedio che inverte il senso di rotazione all'ingranaggio della retromarcia sull'albero primario.



per l'attacco al complessivo motore-frizione; un corpo centrale contenente gli ingranaggi delle velocità in avanti, con gli alberi della presa diretta, primario, secondario, della retromarcia e le aste di inserzione delle singole velocità; un coperchio posteriore con gli ingranaggi della retromarcia e l'ingranaggio di comando del tachimetro, montato sulla plancia porta strumenti della vettura.

L'albero primario è supportato, come illustrato in fig. 162, da cuscinetti a sfere nella parte centrale e posteriore, mentre anteriormente è sostenuto da apposito cuscinetto a rulli montato dentro l'albero della presa diretta. L'albero della presa diretta è supportato a sua volta da un cuscinetto a sfere, mentre l'albero secondario è supportato nella parte anteriore da un cuscinetto a sfere e posteriormente da un cuscinetto a rulli.

## IL COMANDO DEL CAMBIO DI VELOCITÀ

Il guidatore può agire sul cambio di velocità mediante una leva montata direttamente sopra il cambio, oppure mediante un particolare leveraggio quando il comando sia installato sotto il volante guida. Anche quando il cambio è disposto lontano dal guidatore e quindi non azionabile con una leva diretta, occorre un apposito leveraggio.

Tanto la leva delle marce quanto il leveraggio, comandano lo spostamento di alcune aste montate nella scatola cambio e portanti a loro volta le forcelle di spostamento e di imbocco degli ingranaggi.

La leva a mano per il comando delle marce, ruota intorno ad una sfera con essa solidale,

1. Albero presa continua e IV velocità. - 2. Cuscinetto a sfere. 3. Anello sincronizzatore per IV velocità. - 4. Manicotto scorrevole innesto III e IV velocità. - 5. Anello sincronizzatore per III velocità. - 6. Anello sincronizzatore per II velocità. - 7. Manicotto scorrevole innesto I e II velocità. - 8. Anello sincronizzatore per I velocità. - 9. Cuscinetto a sfere intermedio. - 10. Ingranaggio condotto retromarcia. - 11. Albero primario. - 12. Ingranaggi presa continua. - 13. Ingranaggi III velocità. - 14. Ingranaggi II velocità. - 15. Ingranaggi I velocità. - 16. Ingranaggio rinvio retromarcia. - 17. Albero retromarcia. - 18. Cuscinetto a sfere anteriore. - 19. Albero secondario. - 20. Cuscinetto a rulli posteriore. - 21. Ingranaggio conduttore retromarcia.

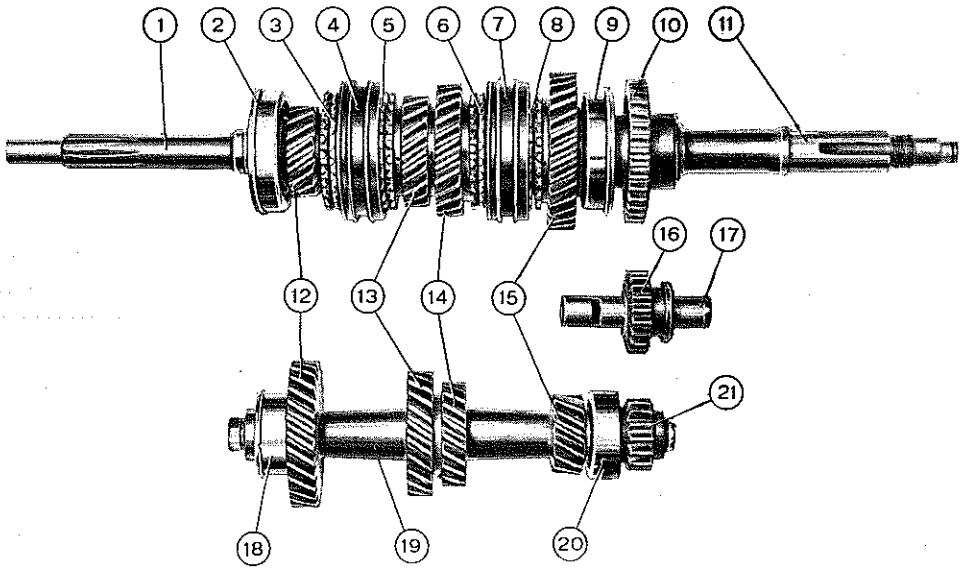



**Fig. 170 - Alberi presa continua e IV velocità, primario, secondario e della retromarcia, con ingranaggi, mozzi, manicotti e cuscinetti.**

Il numero di denti dei diversi ingranaggi ed i rapporti relativi che ne conseguono per le diverse velocità, sono riportati nella tabellina seguente. assumendo così varie posizioni. per ognuna delle quali corrisponde l'ingranamento di una coppia di ruote dentate e quindi l'inserzione di

### RAPPORTI DEL CAMBIO DI VELOCITÀ MODD. 1300 E 1500.

| PRESA CONTINUA | I$^{a}$ VELOCITÀ | II$^{a}$ VELOCITÀ | III$^{a}$ VELOCITÀ | IV$^{a}$ VELOCITÀ | RETROMARCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{29}{17} = 1{,}44$ | $\frac{29}{17} \times \frac{33}{15} = 3{,}75$ | $\frac{29}{17} \times \frac{27}{20} = 2{,}30$ | $\frac{29}{17} \times \frac{21}{24} = 1{,}49$ | 1 | $\frac{29}{17} \times \frac{34}{15} = 3{,}87$ |

una velocità. La leva di comando agisce su appositi naselli o tacche portati dalle aste del cambio, alle quali sono collegati, per mezzo di forcelle, gli ingranaggi scorrevoli da imboccare oppure i manicotti di innesto delle varie velocità.

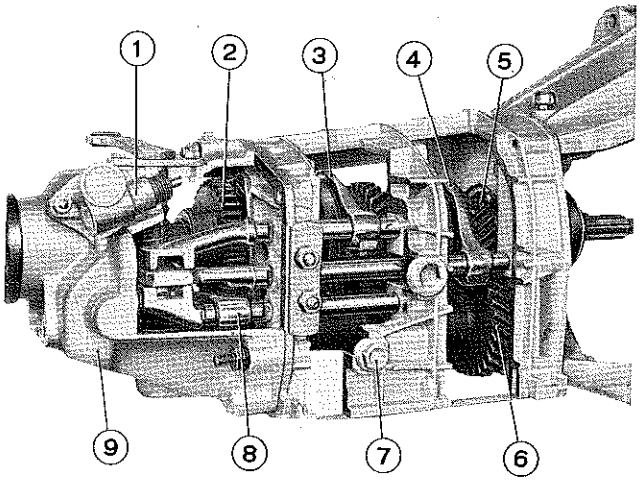



**Fig. 171 - Cambio di velocità modd. 1300-1500 parzialmente sezionato.**

1. Gruppo comando contachilometri. - 2. Ingranaggio condotto retromarcia. - 3. Forcella comando I e II velocità. - 4. Forcella comando III e IV velocità. - 5. Ingranaggio sull'albero presa diretta. - 6. Ingranaggio presa continua sull'albero secondario. - 7. Tappo livello olio. - 8. Forcella comando retromarcia. - 9. Scatola coperchio posteriore.

Allo scopo di evitare che due coppie di ruote dentate possano essere innestate contemporaneamente, vengono adottati nei cambi di velocità appositi dispositivi di sicurezza i quali impediscono lo spostamento contemporaneo di due aste.

## RIDUTTORE DI VELOCITÀ

In alcuni tipi di cambi di velocità, allo scopo di poter disporre di un numero maggiore di rapporti senza dover ricorrere ad una serie notevole di ingranaggi, con conseguente maggior complicazione nella costruzione del cambio, viene montato uno speciale organo denominato **riduttore di velocità.**

Con l'innesto del riduttore si ottiene una demoltiplicazione di tutte le marce del cambio, secondo un rapporto costante che è stabilito dalla coppia di ingranaggi del riduttore.

In fig. 174 è illustrata la sezione di un cambio di velocità per autocarro FIAT Mod. 642 N2, munito di riduttore di velocità; il cambio è a 4 marce in avanti e retromarcia, ma con l'inserzione del riduttore si ha la demoltiplicazione di tutte le marce, ottenendo così praticamente una serie di 8 velocità in avanti e di due velocità nella retromarcia.

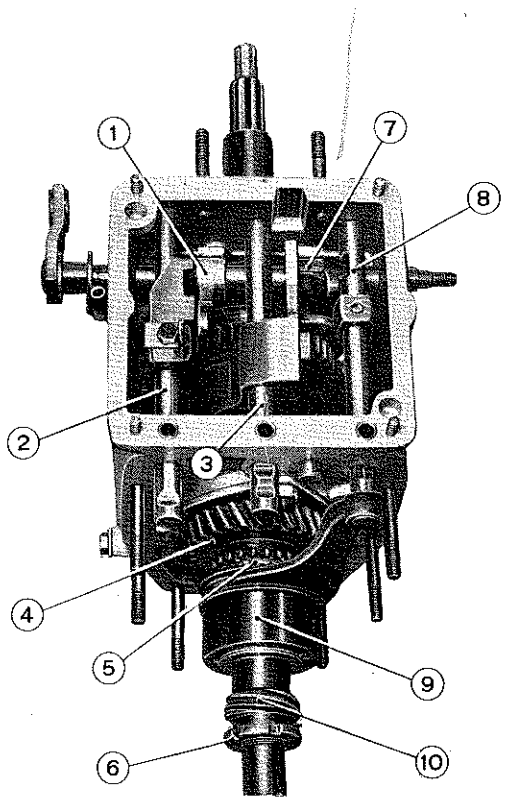



**Fig. 172 - Cambio di velocità modd. 1100-1200 senza coperchi.**

1. Eccentrico comando retromarcia. - 2. Asta comando retromarcia. - 3. Asta comando III e IV velocità. - 4. Ingranaggio II velocità. - 5. Anello sincronizzatore innesto II velocità. - 6. Ghiera di fissaggio. - 7. Eccentrico comando I, II, III, IV velocità. - 8. Asta comando I e II velocità. - 9. Manicotto scorrevole innesto II velocità. - 10. Ingranaggio conduttore comando contachilometri.

L'innesto dell'uno o dell'altro rapporto è ottenuto per mezzo di un apposito manicotto dentato, il quale scorrendo sull'albero della presa diretta può imboccare con l'innesto del rapporto normale o con l'innesto del rapporto riduttore.

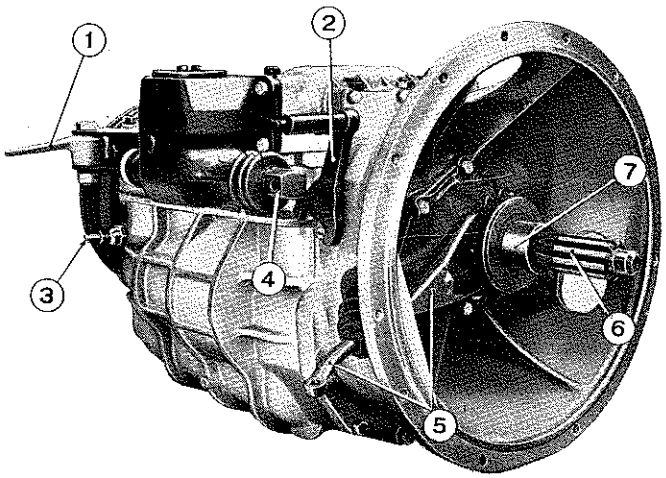



**Fig. 173 - Complessivo cambio di velocità mod. 642 N2 visto di 3/4 anteriormente dalla parte della leva a forcella per distacco frizione.**

1. Leva comando freno sulla trasmissione. - 2. Leva comando riduttore. - 3. Alberino dell'ingranaggio condotto comando contachilometri. - 4. Asse comando velocità. - 5. Leva a forcella comando distacco frizione. - 6. Albero con ingranaggio presa diretta. - 7. Manicotto per distacco frizione.

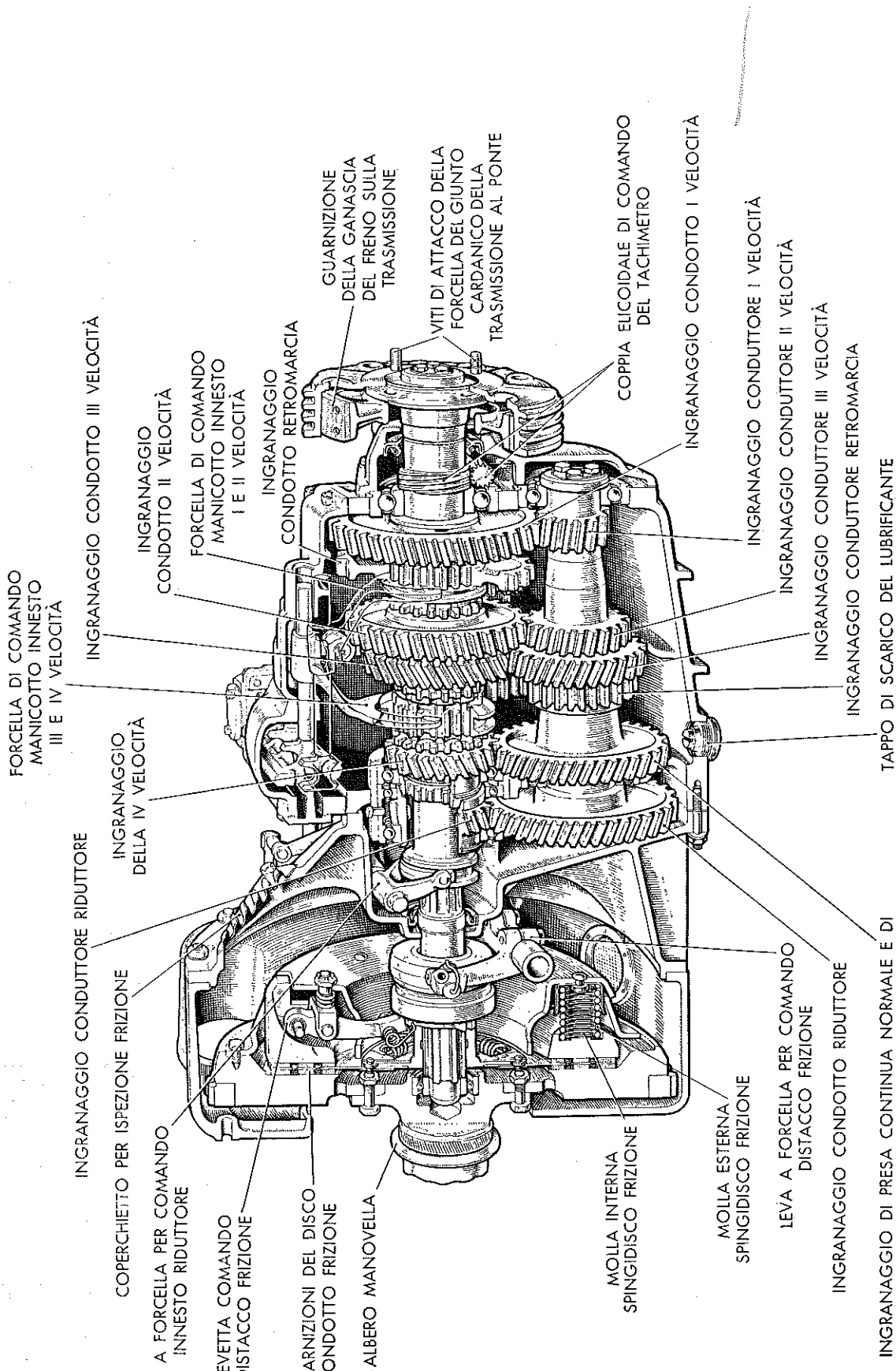



**Fig. 174 - Complessivo frizione e cambio di velocità con riduttore del mod. 642 N2 e derivati.**

## RAPPORTI DEL CAMBIO DI VELOCITÀ MODD. 642 N2 E DERIVATI A 8 VELOCITÀ E RM

| | PRESA CONTINUA | I | II | III | IV | RM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Normali | $\frac{35}{23} = 1{,}52$ | $\frac{35 \times 41}{23 \times 12} = 5{,}199$ | $\frac{35 \times 35}{23 \times 18} = 5{,}959$ | $\frac{35 \times 31}{23 \times 27} = 2{,}747$ | 1 | $\frac{35 \times 23 \times 37}{23 \times 19 \times 13} = 5{,}243$ |
| Ridotti | $\frac{39}{19} = 2{,}05$ | $\frac{39 \times 41}{19 \times 12} = 7{,}013$ | $\frac{39 \times 35}{19 \times 18} = 3{,}991$ | $\frac{39 \times 31}{19 \times 27} = 2{,}357$ | $\frac{39 \times 23}{19 \times 35} = 1{,}349$ | $\frac{39 \times 23 \times 37}{19 \times 19 \times 13} = 7{,}072$ |

## RAPPORTI DEL CAMBIO DI VELOCITÀ MOD. 643 N A 5 VELOCITÀ E RM

| PRESA CONTINUA | I | II | III | IV | V | RM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{37}{17} = 2{,}017$ | $\frac{37 \times 42}{17 \times 13} = 7{,}032$ | $\frac{37 \times 39}{17 \times 20} = 4{,}244$ | $\frac{37 \times 29}{17 \times 24} = 2{,}630$ | $\frac{37 \times 23}{17 \times 31} = 1{,}615$ | 1 | $\frac{37 \times 26 \times 48}{17 \times 18 \times 22} = 6{,}859$ |

## RAPPORTI DEL CAMBIO DI VELOCITÀ MOD. 643 N A 10 VELOCITÀ E RM

| | PRESA CONTINUA | I | II | III | IV | V | RM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Normali | $\frac{39}{18} = 2{,}166$ | $\frac{39 \times 42}{18 \times 13} = 7{,}00$ | $\frac{39 \times 39}{18 \times 20} = 4{,}23$ | $\frac{39 \times 29}{18 \times 24} = 2{,}62$ | $\frac{39 \times 23}{18 \times 31} = 1{,}61$ | 1 | $\frac{39 \times 26 \times 48}{18 \times 18 \times 22} = 6{,}83$ |
| Moltiplicati | $\frac{43}{25} = 1{,}720$ | $\frac{43 \times 42}{25 \times 13} = 5{,}56$ | $\frac{43 \times 39}{25 \times 20} = 3{,}25$ | $\frac{43 \times 29}{25 \times 24} = 2{,}08$ | $\frac{43 \times 23}{25 \times 31} = 1{,}28$ | $\frac{43 \times 18}{25 \times 39} = 0{,}79$ | $\frac{43 \times 26 \times 48}{25 \times 18 \times 22} = 5{,}42$ |

# MOLTIPLICATORE DI VELOCITÀ

Su alcune vetture viene applicato, in aggiunta al cambio, un dispositivo detto moltiplicatore di velocità. Descriviamo brevemente, a titolo di esempio, il tipo di moltiplicatore montato a richiesta sulle vetture FIAT mod. 2300.

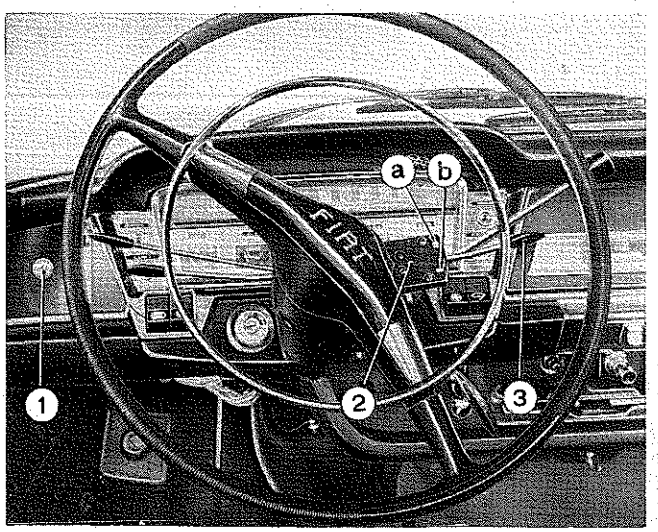



**Fig. 175 - Comandi del moltiplicatore sul volante guida.** 1. Spia moltiplicatore inserito. - 2. Commutatore: a. moltiplicatore inserito; b. moltiplicatore disinserito. - 3. Leva comando commutatore.

## GENERALITÀ

Il gruppo moltiplicatore della presa diretta è applicato, mediante l'interposizione di una apposita scatola, alla parte posteriore del cambio di velocità sull'albero di uscita (primario) del cambio stesso ed è collegato all'albero di trasmissione.

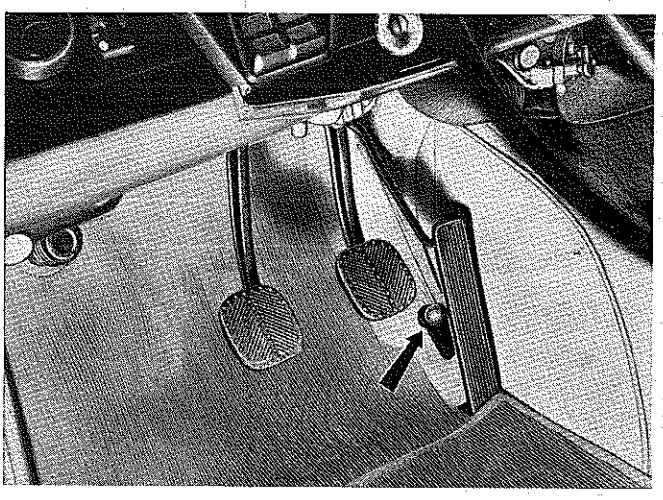


**Fig. 176 - Vista del pulsante, indicato dalla freccia, posto sotto il pedale dell'acceleratore per il disinnesto del moltiplicatore.**

Con il moltiplicatore inserito si ottiene, a parità di velocità della vettura, una maggiore silenziosità ed una minore usura degli organi del motore, in quanto il numero dei giri del motore si riduce di circa il 25%.

L'albero di uscita del moltiplicatore è trascinato direttamente in rotazione tramite un giunto unidirezionale (ruota libera) quando è inserito un rapporto normale ed è invece azionato indirettamente da un treno di ingranaggi epicicloidali quando si inserisce il rapporto moltiplicato.

Il moltiplicatore è comandato esternamente da un circuito elettrico e precisamente la manovra è effettuata tramite un commutatore a leva (2, fig. 175) posto sul riparo superiore per tubo guida lato leva comando cambio di velocità. Portando la leva (3) del commutatore nella posizione (a) contrassegnata con il segno (+) (in rosso) si innesta il moltiplicatore; portando invece la leva nella posizione (b) contrassegnata con il segno (−) (in nero) si disinnesta il moltiplicatore; il disinnesto può anche essere ottenuto spingendo a fine corsa il pedale dell'acceleratore che aziona un apposito pulsante (fig. 176) posto sul pavimento vettura.

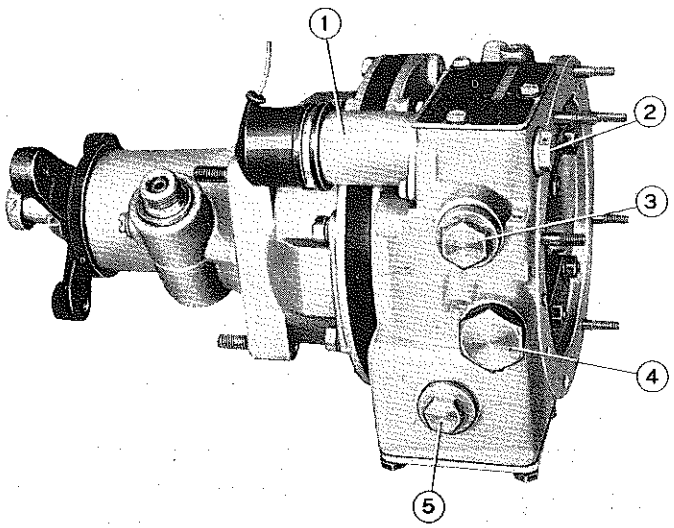



**Fig. 177 - Complessivo moltiplicatore di velocità.**

1. Complessivo elettromagnete comando innesto moltiplicatore. - 2. Tappo di accesso al dado di regolazione àncora dell'elettromagnete. - 3. Tappo per valvola di riduzione pressione olio. - 4. Tappo di accesso alla pompa olio. - 5. Tappo scarico olio.

Occorre tener presente, inoltre, che il passaggio dalla quarta velocità a qualunque altra marcia del cambio provoca automaticamente il disinnesto del moltiplicatore.

Il commutatore, il pulsante sotto il pedale acceleratore e l'interrutore di consenso sulla scatola cambio, intervengono per l'innesto ed il disinnesto del moltiplicatore tramite un teleruttore.

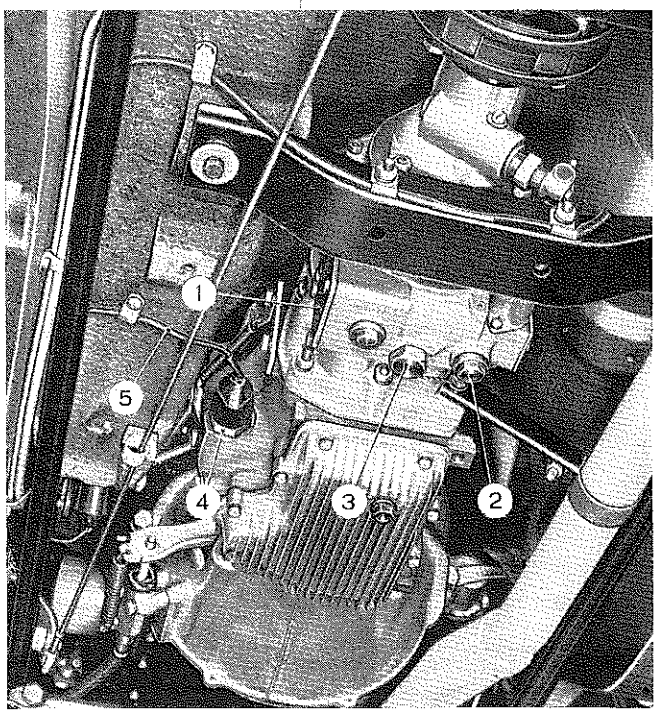



**Fig. 178 - Complessivo cambio-moltiplicatore su vettura visto dal basso.**

1. Coperchio accesso filtro olio. - 2. Tappo valvola riduzione pressione olio. - 3. Tappo pompa olio. - 4. Interruttore di consenso. - 5. Cavo portacorrente interruttore di consenso.

Il comando interno del moltiplicatore è realizzato da un circuito idraulico incorporato nella scatola stessa del moltiplicatore.

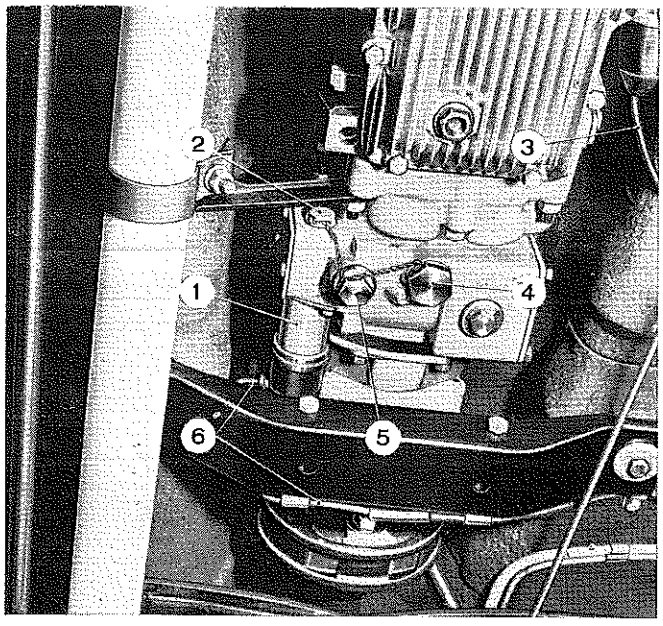



**Fig. 179 - Particolare del complessivo cambio-moltiplicatore su vettura mod. 2300.**

1. Elettromagnete. - 2. Tappo di accesso al dado di regolazione àncora elettromagnete. 3. Cavo portacorrente all'interruttore di consenso. - 4. Tappo pompa olio. - 5. Tappo valvola di riduzione pressione olio. - 6. Cavo portacorrente all'elettromagnete.

L'azionamento del moltiplicatore avviene operando sui pulsanti, senza che sia necessario agire sul pedale frizione o sull'acceleratore.

## FUNZIONAMENTO

Le figure 180 e 181 rappresentano in sezione ed in forma schematica il gruppo moltiplicatore nelle due posizioni corrispondenti all'innesto della marcia normale e di quella moltiplicata.

Quando si innesta la marcia normale (fig. 180) il movimento è trasmesso dal cambio all'albero di entrata (A, fig. 180) e da questo, a mezzo dei rulli (B) e dell'elemento esterno (C) appartenente ad un innesto unidirezionale o ruota libera, all'albero di uscita (D).

L'innesto unidirezionale trasmette il moto soltanto in una direzione e, nel caso che la velocità di rotazione delle ruote sopravanzasse il motore, l'innesto stesso verrebbe a funzionare come una ruota libera.

Per ovviare alla mancanza dell'effetto frenante del motore, che in tal modo si verificherebbe, è prevista una frizione conica (E, fig. 180), calettata con accoppiamento scanalato su un prolungamento del planetario (F) e soggetta alla spinta di molle che premono la guarnizione interna di attrito (G) sul cono esterno (H) della corona. In tal modo si blocca il treno di ingranaggi e si realizza il trascinamento del motore nonchè, quando necessario, la trasmissione del moto in senso contrario, cioè in retromarcia. Inoltre, in tali condizioni, alla pressione delle molle si aggiunge la spinta addizionale esercitata sulla frizione dal planetario stesso.

La fig. 181 illustra le posizioni relative degli elementi costituenti il gruppo moltiplicatore quando si è innestato il rapporto moltiplicato.

La frizione conica è accoppiata a mezzo di scanalature sul codolo (F, fig. 181) del planetario, che è normalmente libero di ruotare sull'albero di entrata (A), ma che ora si presenta fermo e indirettamente vincolato alla scatola esterna.

La pressione idraulica nel circuito è generata a mezzo di una pompa ed è regolata da apposita valvola riduttrice di regolazione. La pressione del circuito mette in azione due stantuffini spingendoli avanti, vincendo la reazione delle molle, e blocca la guarnizione esterna (I, fig. 181) della frizione conica (E, fig. 180) contro l'anello frenante in ghisa (L, fig. 181).

La rotazione dell'albero (A, fig. 181) mette ora in moto il portasatelliti (M), che è calettato sull'albero stesso a mezzo scanalature, e provoca la rotazione dei satelliti (N) intorno al planetario

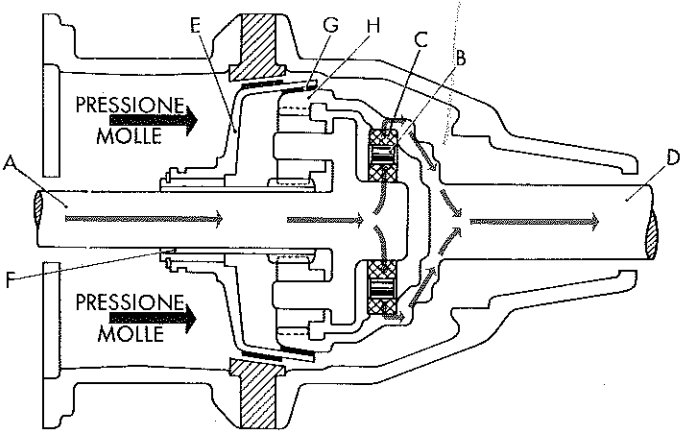



**Fig. 180 - Schema di funzionamento del moltiplicatore in posizione di marcia normale.**

A. Albero di entrata. - B. Rulli del giunto unidirezionale o ruota libera. - C. Elemento esterno del giunto unidirezionale. - D. Albero di uscita. - E. Frizione conica scorrevole. - F. Codolo del planetario. - G. Guarnizione interna frizione conica. - H. Cono esterno del complesso corona dentata-albero di uscita.

(O) che rimane fermo. I satelliti, che ingranano con la dentatura interna della corona (H), la trascinano in rotazione ad una velocità superiore a quella dell'albero di entrata. Durante la marcia moltiplicata l'elemento esterno (C) dell'innesto unidirezionale ruota a velocità superiore a quello dell'elemento interno o mozzo (P), realizzando così una differenza di velocità fra i due alberi di entrata e di uscita.

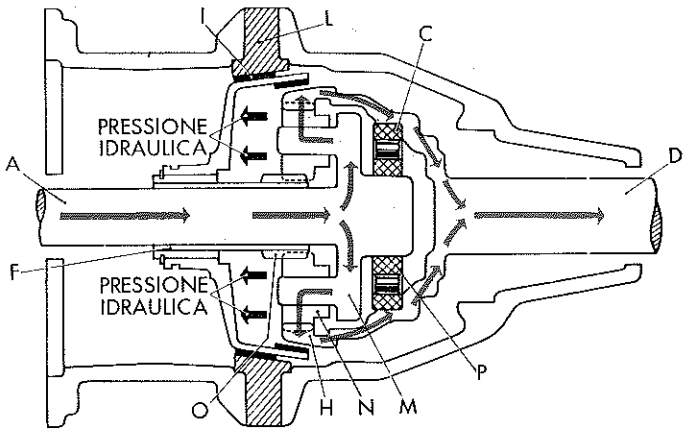


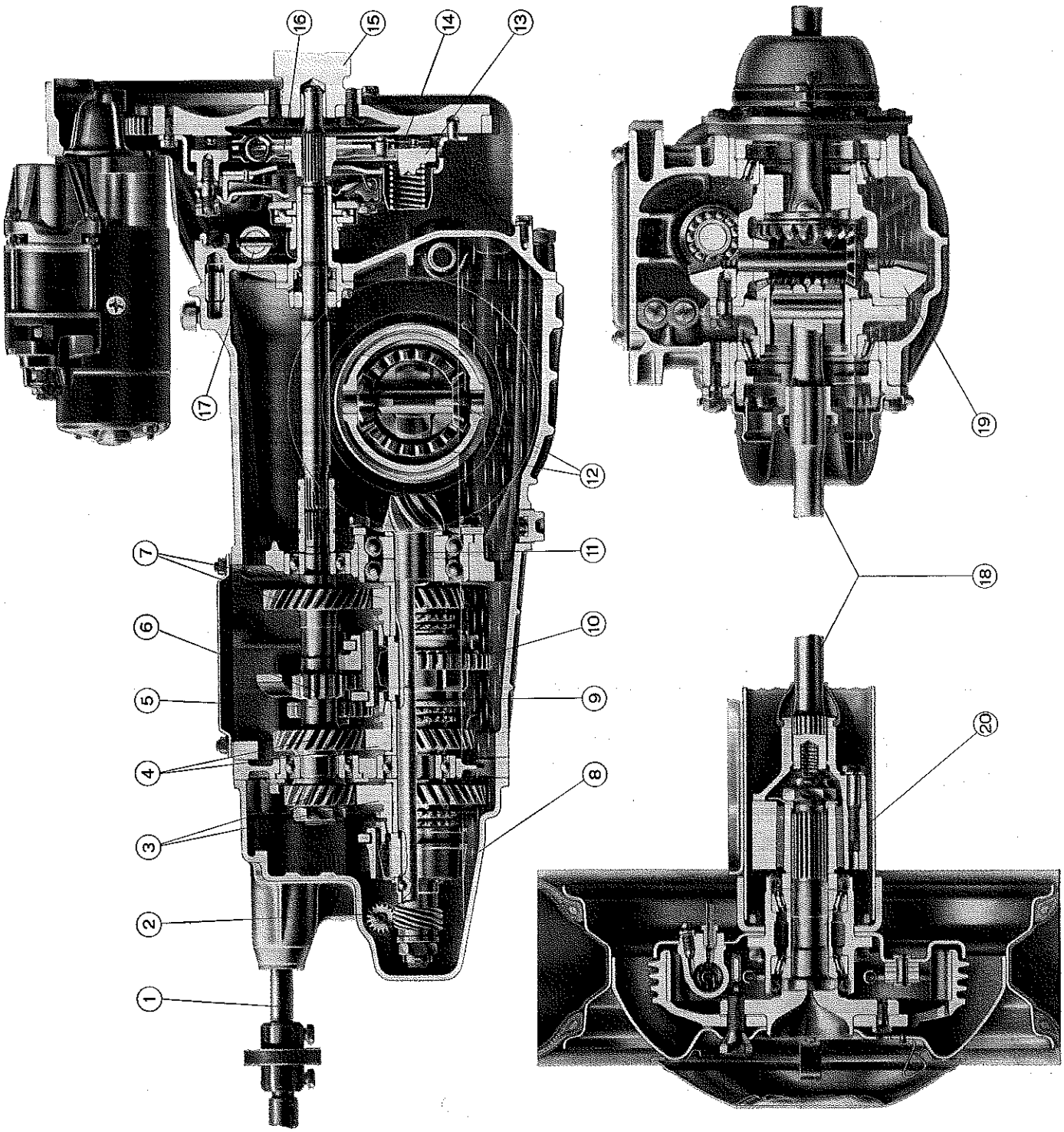

**Fig. 181 - Schema di funzionamento del moltiplicatore in posizione di marcia moltiplicata.**

A. Albero di entrata. - C. Elemento esterno del giunto unidirezionale. - D. Albero di uscita. - F. Codolo del planetario. - H. Cono esterno del complesso corona dentata-albero di uscita. - I. Guarnizione esterna della frizione conica. - L. Anello frenante in ghisa. - M. Portasatelliti. - N. Satelliti. - O. Planetario - P. Mozzo del giunto unidirezionale o ruota libera.

**Fig. 182.**

**Sezioni dei complessivi frizione, cambio di velocità, gruppo di trasmissione, differenziale, ruota posteriore mod. 600 D.**

1. Asta comando cambio. - 2. Comando contachilometri. - 3. Ingranaggi II velocità. - 4. Ingranaggi III velocità. - 5. Ingranaggio scorrevole RM. - 6. Ingranaggio conduttore I velocità. - 7. Ingranaggi IV velocità. - 8. Manicotto innesto II velocità. - 9. Manicotto innesto III e IV velocità. - 10. Ingranaggio scorrevole I velocità e RM. - 11. Albero secondario con pignone conico. - 12. Planetari e satelliti differenziale. - 13. Anello spingidisco frizione. - 14. Disco frizione. - 15. Albero motore. - 16. Mozzo elastico disco frizione. - 17. Comando disinnesto frizione. - 18. Semialbero articolato del differenziale. - 19. Corona conica. - 20. Giunto elastico per albero ruota posteriore.



# INNESTO A FRIZIONE

## SCOPO DELL'INNESTO A FRIZIONE

Nel capitolo precedente è stata posta in evidenza la necessità, in un motore a combustione interna, di impiegare uno speciale organo meccanico, il **cambio di velocità,** in modo da poter variare opportunamente, secondo le esigenze del moto del veicolo, il rapporto tra il numero di giri compiuti nell'unità di tempo dal motore e dall'albero di trasmissione.

Lo scopo dell'innesto a frizione, può essere pertanto riassunto nei seguenti punti principali:

1) Permettere l'avviamento del motore a veicolo fermo.

2) Facilitare la manovra del cambio di velocità.

3) Consentire una indipendenza tra il moto di rotazione dell'albero motore e della trasmissione, rendendo possibile un accoppiamento dolce e progressivo dei due organi.

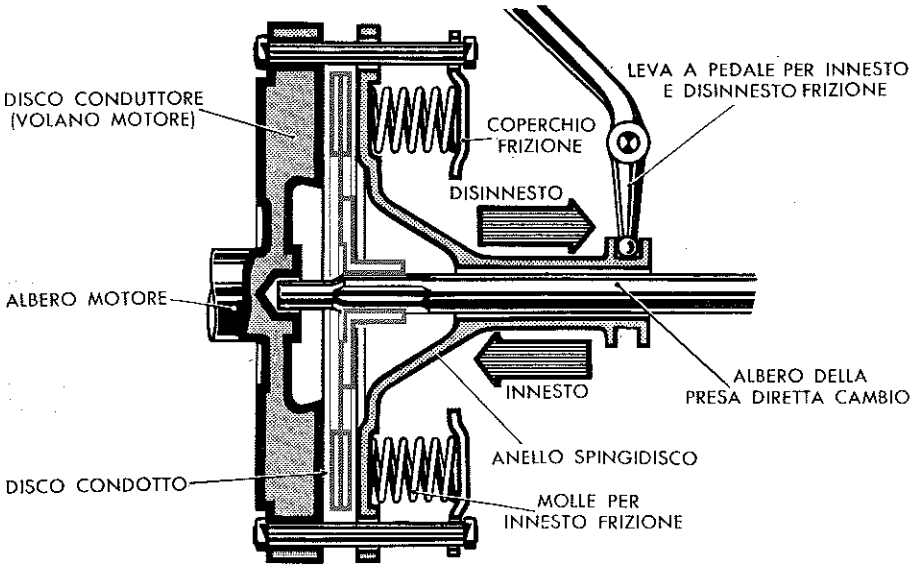



**Fig. 183.**
**Schema di un innesto a frizione a disco unico (monodisco).**
Lo schema è disegnato in posizione di disinnesto.

Allo scopo di facilitare la manovra del cambio di velocità e permettere che la stessa avvenga nelle migliori condizioni, è però necessario avere la possibilità di rendere il motore indipendente dalla trasmissione e di collegarlo alla stessa, a volontà, anche quando le velocità di rotazione sono differenti.

È inoltre indispensabile che il motore possa essere avviato indipendentemente dal carico a cui può essere sottoposta la trasmissione e che il veicolo possa essere decelerato oppure arrestato senza dover contemporaneamente arrestare anche il motore.

Da tali considerazioni appare evidente la necessità di dotare il motore di un organo meccanico il quale permetta al guidatore di eliminare, in determinate condizioni di funzionamento, l'accoppiamento tra albero motore ed albero della presa diretta del cambio di velocità. Questo organo viene denominato: «**innesto a frizione**» od anche semplicemente **frizione.**

## REALIZZAZIONE DELL'INNESTO A FRIZIONE

L'innesto a frizione è costituito da una parte motrice che trascina la parte condotta, utilizzando a tale scopo l'attrito esistente tra due superfici che sono premute una contro l'altra e ruotanti una colla parte motrice, l'altra con la parte condotta.

Nelle frizioni per autoveicoli attualmente più usate, tali superfici sono generalmente piane.

Gli elementi principali di un innesto a frizione (fig. 183) comprendono:

1) **Un disco** ruotante con l'albero motore, costituito normalmente dal **volano motore.**

2) **Un disco** ruotante con l'albero della presa diretta del cambio di velocità, montato su di un mozzo scorrevole sull'albero stesso, **(disco condotto).**

3) Un complessivo **anello spingidisco,** che permette di premere fortemente il disco con-

dotto contro il volano motore e ruotante con lo stesso.

La trasmissione del moto tra l'albero motore e l'albero della presa diretta del cambio di velocità, viene ottenuta premendo fortemente tra loro il disco conduttore ed il disco condotto. Tale pressione è fornita da una serie di molle poggianti da un lato contro l'anello spingidisco e dall'altro contro il coperchio della frizione, collegato al disco conduttore (volano motore).

Affinchè non vi sia scorrimento relativo tra i dischi conduttore e condotto, durante la trasmissione del moto, è necessario che la pressione esercitata dalle molle, unitamente al coefficiente di attrito tra le superfici a contatto, sia opportunamente calcolato in base alla coppia motrice da trasmettere.

Nella posizione normale di «**frizione innestata**», l'anello spingidisco è tutto spostato verso il volano motore e quindi preme il disco condotto contro il volano stesso; dal volano il moto viene trasmesso per attrito al disco condotto e da questi all'albero della presa diretta del cambio di velocità.

Quando il guidatore voglia interrompere la trasmissione del moto dal motore alla trasmissione, deve premere a fondo il pedale della frizione.

In tali condizioni, per mezzo di un particolare sistema di leve, atto a diminuire lo sforzo di pressione sul pedale, l'anello spingidisco viene allontanato dal volano motore, le molle della frizione sono compresse, e viene a cessare la pressione che manteneva a contatto il disco condotto con il volano motore.

La frizione, quando il pedale è premuto a fondo, è **disinnestata** e la trasmissione del moto dal motore al cambio di velocità risulta quindi interrotta. Il disco conduttore (volano motore) ruoterà secondo il regime imposto al motore, mentre quello condotto ruoterà trascinato unicamente dal cambio di velocità, collegato, tramite la trasmissione, alle ruote.

## TIPI DI INNESTI A FRIZIONE

Con l'adozione di guarnizioni resistenti, dotate di elevati coefficienti di attrito, i tipi di frizione, oggi adatte agli autoveicoli, sono a secco e si possono riassumere nei seguenti:

1) **a disco unico o monodisco;**
2) **a dischi multipli.**

### INNESTO A FRIZIONE MONODISCO

Questo tipo di innesto è oggi molto impiegato per la sua semplicità costruttiva, facilità di manutenzione ed efficacia di funzionamento.

Esso è costituito da un disco metallico, solidale con l'albero della presa diretta del cambio di velocità e rivestito sulle due faccie con una speciale guarnizione adatta per ottenere un elevato coefficiente di attrito tra le superfici a contatto.

Il disco viene compresso, per l'azione o di una sola molla centrale ed assiale o di più molle periferiche, tra due superfici piane formate l'una dal volano motore e l'altra da un anello spingidisco spostabile assialmente sotto l'azione del pedale di comando e collegato con il volano motore.

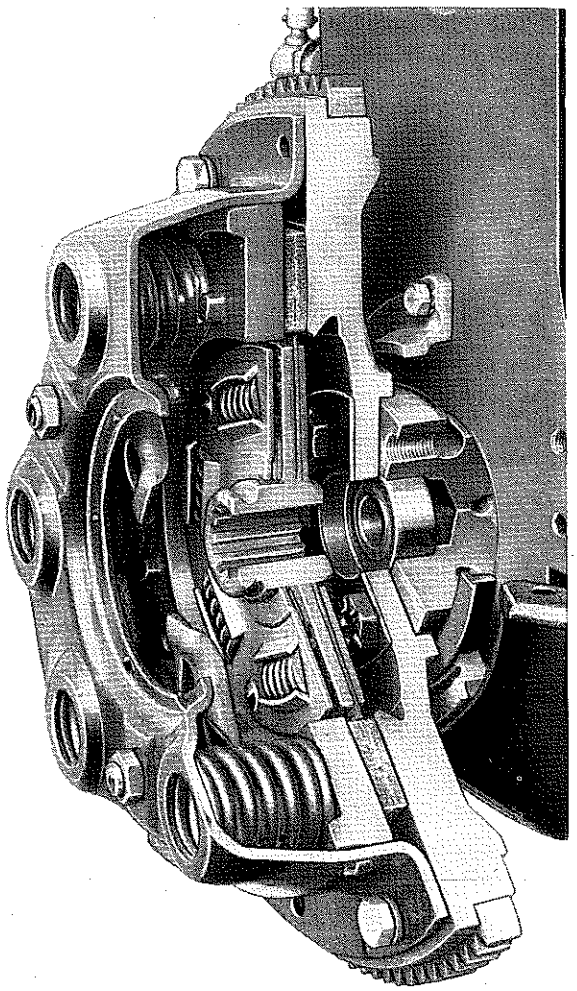


**Fig. 184 - Particolare di un motore sezionato sul complessivo frizione, sul volano e sull'estremità posteriore dell'albero motore.**

Le guarnizioni di rivestimento delle superfici laterali del disco condotto possono essere costruite con materiali di diverso genere; attualmente sono formate quasi esclusivamente da prodotti a base di amianto, i quali presentano un coefficiente di attrito assai elevato e sufficientemente costante, oltre ad una buona resistenza, agli innalzamenti di temperatura.

Il disco condotto è scorrevole sull'albero scanalato della presa diretta per mezzo di un mozzo, al quale può essere collegato con un attacco rigido oppure elasticamente. Spesso il disco è attaccato al proprio mozzo in modo elastico e questo sia allo scopo di smorzare le vibrazioni od i sovraccarichi istantanei, sia per compensare le piccole aplanarità del disco condotto che, qualora l'attacco fosse rigido, non permetterebbero di ottenere un perfetto combaciamento con i dischi conduttori.

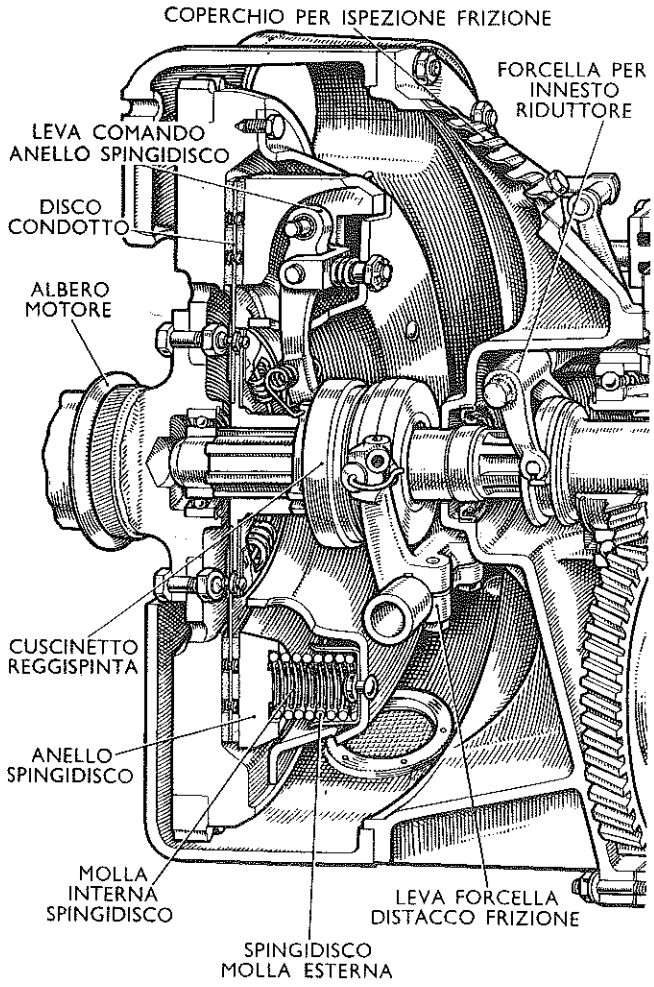



**Fig. 185 - Frizione dei modd. 642 N2 e derivati.**

Allo scopo di migliorare la dolcezza e la progressività di innesto della frizione, i dischi condotti vengono costruiti con tagli radiali od obliqui, più o meno svergolati, in modo che all'inizio del contatto appoggiano solo in parte contro i dischi conduttori; man mano che la pressione d'innesto aumenta, il disco si deforma venendo infine a combaciare perfettamente. Prima di raggiungere tale condizione è necessario che il collare di comando compia una certa corsa, durante la quale è reso possibile un innesto dolce e graduale.

### INNESTO A FRIZIONE A DISCHI MULTIPLI

Questo tipo di innesto è una ampliazione del tipo precedente in quanto in luogo di un solo disco condotto, solidale con l'albero della presa diretta e compresso tra due superfici (volano motore ed anello spingidisco) solidali con l'albero motore, è costituito da più dischi condotti serrati tra più dischi conduttori.

Gli innesti a frizione a dischi multipli possono essere formati da dischi di frizione completamente metallici, oppure le superfici a contatto possono essere una metallica e l'altra rivestita con materiale a forte coefficiente d'attrito, come già descritto per le frizioni monodisco.

Qualora gli innesti siano formati solo da dischi metallici, è necessario che gli stessi siano lubrificati, e funzionano pertanto a bagno d'olio. Tali tipi di innesti sono molto progressivi ma presentano vari inconvenienti, tra i quali i più gravi sono dati dalla incostanza del coefficiente di attrito dovuta al lubrificante, le cui caratteristiche variano con la temperatura di funzionamento, e dalla notevole corsa che i collari di disinnesto devono fare affinchè i dischi si allontanino sufficientemente per interrompere la trasmissione del moto.

## IL COMANDO PER L'INNESTO A FRIZIONE

L'innesto ed il disinnesto della frizione sono normalmente ottenuti con apposito pedale, il quale comanda per mezzo di un opportuno leveraggio, una leva a forcella imboccante con il manicotto di comando del disinnesto frizione.

Quando il pedale della frizione viene premuto, la leva a forcella, che è articolata su di un perno solidale con la scatola della frizione, provoca lo spostamento assiale del manicotto sul quale è investita e, per mezzo di apposito cuscinetto reggispinta, comprime le leve di disinnesto della frizione, lasciando libero il disco condotto ed interrompendo così la trasmissione del moto.

Allo scopo di impedire che, tenendo il piede appoggiato sul pedale, si provochi involontariamente lo slittamento della frizione, è necessario che, prima di iniziare il disinnesto, il pedale compia una corsa a vuoto; in un secondo tempo si avrà poi la corsa utile di disinnesto.

Per ottenere questa corsa a vuoto del pedale viene pertanto lasciato un certo giuoco tra il cuscinetto reggispinta e gli elementi che ne provocano lo spostamento, giuoco registrabile per mezzo di apposita vite che collega l'estremità della leva a forcella con la tiranteria comandata dal pedale frizione.

# COMANDO IDRAULICO FRIZIONE

Il comando della frizione può essere facilitato con un dispositivo idraulico del tipo montato sui modd. 1300, 1500, 1600 S, 1800 e 2300.

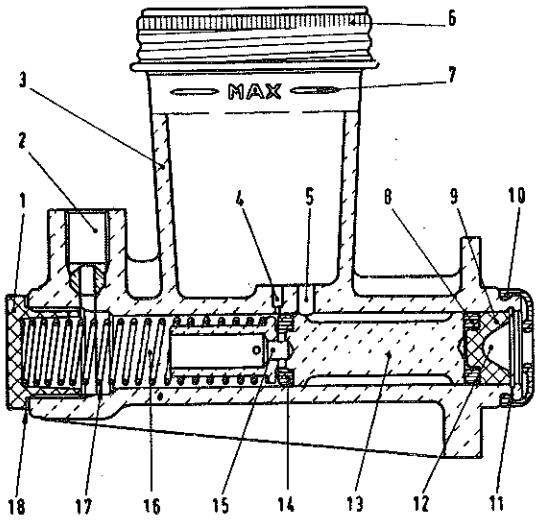



**Fig. 186 - Pompa comando idraulico frizione.**

1. Tappo chiusura cilindro e sede per molla. - 2. Sede per raccordo tubo rigido di collegamento al tubo flessibile. - 3. Corpo e serbatoio pompa. - 4. Foro di compensazione. - 5. Foro per entrata liquido nel cilindro. - 6. Coperchio serbatoio. - 7. Segno di riferimento per livello massimo del liquido. - 8. Anello di tenuta. - 9. Stantuffo. - 10. Cuffia per puntale e cilindro. - 11. Anello elastico di sicurezza. - 12. Sede per puntale. - 13. Porta anello flottante. - 14. Anello valvola flottante. - 15. Fori sul porta anello per passaggio liquido. - 16. Camera di compressione del liquido. - 17. Molla richiamo stantuffo. - 18. Guarnizione.

Il comando idraulico della frizione è costituito da una pompa, simile a quella dei freni, munita di relativo serbatoio, che, azionata dal pedale, invia il liquido ad un cilindretto fissato al corpo anteriore della scatola cambio.

Il puntale del cilindretto è collegato direttamente alla leva a forcella di comando disinnesto frizione. Il puntale è filettato e mediante la rotazione della testa e del dado ivi avvitati, è possibile effettuare la registrazione della corsa a vuoto del pedale.

Il circuito idraulico comando frizione è completamente indipendente da quello dei freni.

Il liquido passa dal serbatoio (3, fig. 186) alla pompa attraverso il foro (5) e trafila fra gli spazi del porta anello flottante (13) ed il corpo pompa; quindi passa attraverso i fori (15) del porta anello e riempie tutto l'impianto.

Agendo sul pedale della frizione il puntale spinge in avanti lo stantuffo (9, fig. 186) e quindi il porta anello (13), facendo aderire l'anello valvola (14) contro la parete anteriore del porta valvola e chiudendo così il passaggio alla camera anulare del porta valvola; proseguendo nella corsa, l'anello valvola (14) passa sul foro di compensazione (4), chiudendo ogni comunicazione con il serbatoio di alimentazione (3).

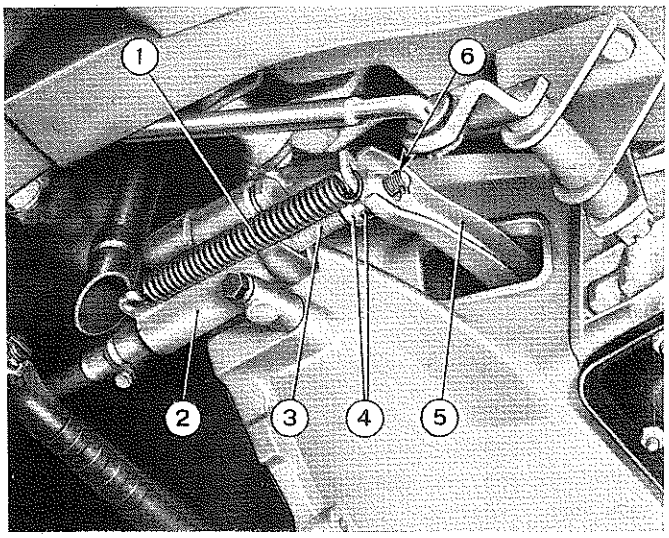



**Fig. 188 - Cilindro comando idraulico frizione fissato al corpo anteriore della scatola cambio (mod. 1300).**

1. Molla richiamo leva. - 2. Cilindro comando idraulico frizione. - 3. Puntone. - 4. Dado e testa per regolazione corsa a vuoto pedale frizione. - 5. Leva a forcella comando disinnesto frizione. - 6. Copiglia di sicurezza.

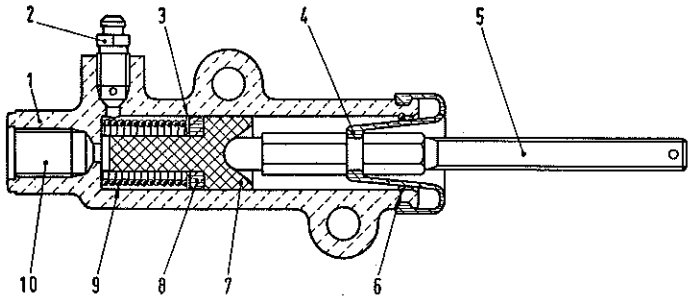



**Fig. 187 - Cilindro comando idraulico frizione.**

1. Corpo del cilindro. - 2. Vite spurgo aria. - 3. Scodellino. - 4. Cuffia per puntale e cilindro. - 5. Puntale filettato di azionamento leva a forcella disinnesto frizione. - 6. Anello elastico. - 7. Stantuffo. - 8. Anello di tenuta. - 9. Molla. - 10. Sede per raccordo tubo flessibile di entrata liquido.

In questo istante ha inizio la compressione del liquido che, agendo sulla parete anteriore dell'anello e sulla faccia interna, assicura la tenuta dell'anello stesso anche ad alte pressioni di esercizio.

La pressione idraulica trasmessa nel cilindretto (1, fig. 187) agisce sullo stantuffo (7) e quindi provoca lo spostamento del puntale (5), che aziona la leva a forcella di comando disinnesto frizione.

Nel cilindretto (1) l'anello di tenuta (8), anche in posizione di riposo, è compresso assialmente dallo scodellino (3) premuto dalla molla (9);

la pressione idraulica agisce sull'anello (8, figura 187) radialmente ed assialmente in modo da migliorare la tenuta col crescere della pressione.

Al rilascio del pedale, l'azione concomitante della molla, di richiamo della leva a forcella di comando disinnesto frizione, e quella (17, fig. 186) della pompa, rimandano il liquido alla pompa stessa ed i vari organi riprendono la posizione di riposo; si ristabilisce così la libera comunicazione fra l'impianto ed il serbatoio di carico.

# FRIZIONE AUTOMATICA

Su alcuni modelli di vetture viene fornita, a richiesta, una frizione automatica.

Detta frizione viene definita automatica, in quanto le operazioni di innesto e disinnesto della frizione, sia durante l'avviamento o l'arresto della vettura, sia durante i cambi marcia, avvengono automaticamente, senza che il conducente debba agire su alcun organo particolare a ciò destinato. Il pedale frizione è pertanto abolito.

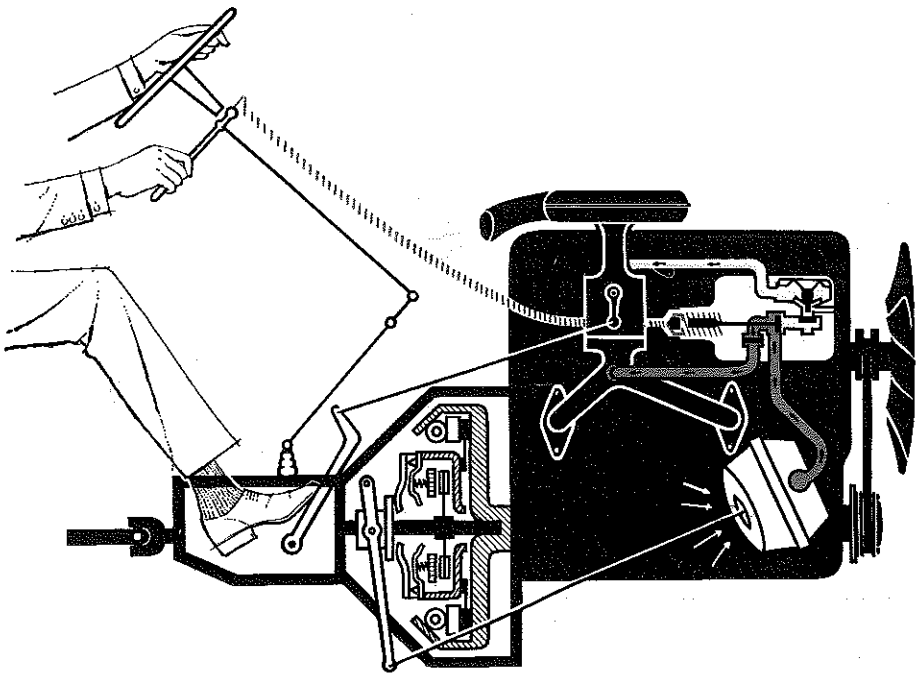


Fig. 189 - Schema di funzionamento della frizione automatica.

## COSTITUZIONE

Il complessivo meccanico della frizione automatica è costituito da:

— una frizione d'avviamento applicata sul volano motore;

— una frizione principale collegata al disco condotto (1, fig. 191) della frizione di avviamento;

— una serie di masse (3) disposte alla periferia dell'anello spingidisco (2) della frizione d'avviamento, le quali, per effetto centrifugo, premono l'anello stesso sul disco condotto;

— un disco condotto (5) della frizione principale, calettato sull'albero della presa continua del cambio di velocità;

— una flangia (6), sopportata da un cuscinetto a sfere e da uno a rullini, che collega la scatola (4) della frizione principale all'estremità posteriore dell'albero motore;

— una ruota libera (7), montata tra detta flangia (6) e la flangia di supporto (8) fissata al volano del motore.

La ruota libera non permette alla frizione principale di ruotare ad un numero di giri superiore a quello del motore.

Perciò, qualora la velocità di rotazione della frizione principale, tenda a superare quella del motore, la ruota libera blocca la frizione di avviamento ed il motore agisce da freno sugli organi della trasmissione.

I dispositivi elettro-pneumatici sono costituiti da:

— un interruttore elettrico (a, fig. 190), posto nella leva comando marce;

— un elettromagnete (b, fig. 190), collegato all'interruttore suddetto;

— una valvola di distribuzione, comandata dall'elettromagnete, la quale è collegata, mediante due tubazioni, al collettore di aspirazione del motore ed al carburatore, in corrispondenza del diffusore;

— un servofrizione a depressione (fig. 190), collegato mediante una tubazione alla valvola di distribuzione e, meccanicamente, alla leva comando disinnesto frizione;

— un serbatoio di riserva della depressione (fig. 190), anch'esso collegato con una tubazione alla valvola di distribuzione.

chiodati alcuni segmenti elastici in lamiera d'acciaio muniti di guarnizioni in bronzo sinterizzato. Tali segmenti presentano una lieve centinatura per permettere gradualità d'innesto della frizione.

Il disco condotto è collegato senza giuoco alla scatola della frizione principale (4, fig. 191) e centrato rispetto ad essa mediante lamiere elastiche, capaci di trasmettere la coppia e di assorbire piccoli spostamenti assiali relativi.

La scatola (4) della frizione principale è sopportata mediante le flange (6 ed 8, fig. 191), un cuscinetto a sfere ed uno a rullini sistemato in una sede dell'albero motore.

Una ruota libera (7) è montata tra le flange (6 ed 8); questa impedisce che il regime del motore scenda al di sotto di quello della frizione.

La frizione principale è montata sulla scatola (4) come una normale frizione sul volano.

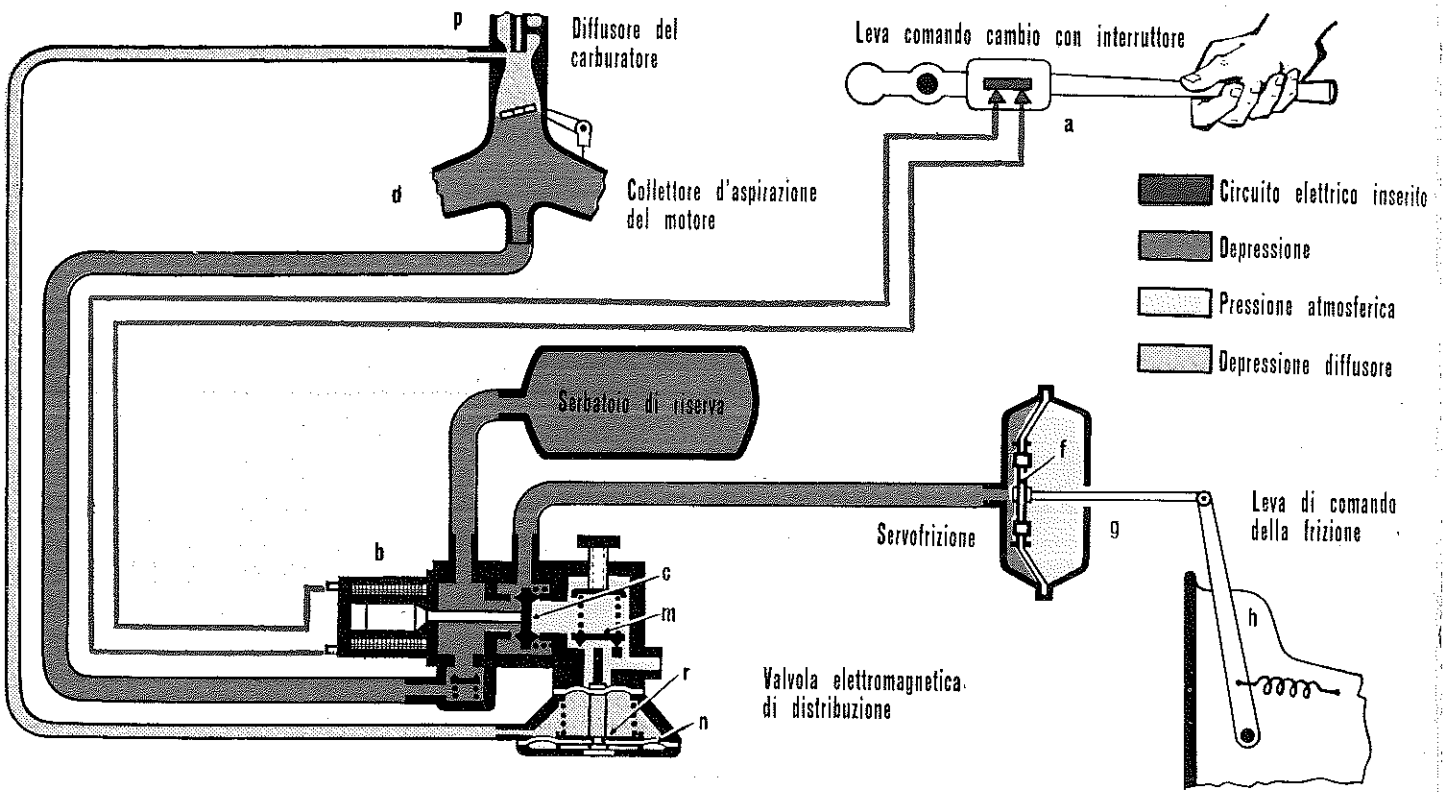



**Fig. 190 - Schema di funzionamento dei comandi della frizione: disinnesto della frizione principale.**

## DESCRIZIONE

La frizione d'avviamento (vedere la fig. 191), munita di masse ad azione centrifuga, è fissata al volano motore. Ogni massa centrifuga è formata da rulli cilindrici. I rulli di estremità della massa rotolano su guide piane ricavate sull'anello spingidisco; il rullo centrale, a forma di botte, rotola su una superficie conica della scatola della frizione che è fissata al volano.

Il disco condotto (1) della frizione d'avviamento è formato da un anello portante, sul quale sono

Il funzionamento della frizione è il seguente: all'avviamento, premendo il pedale dell'acceleratore ed aumentando quindi il numero dei giri del motore, le masse centrifughe vengono spinte verso l'esterno, per cui l'anello spingidisco (2, fig. 191), vincendo il carico delle molle antagoniste, preme contro il disco condotto (1), ed innesta progressivamente la frizione ottenendo la messa in moto del veicolo. L'avvio inizia circa a 950÷1000 giri/min del motore; a 1500 giri/min può già venir trasmesso tutto il momento torcente. Lo slittamento della frizione di avviamento viene

quindi a cessare, con partenza a pieno gas, a circa 1500 giri/min, mentre con partenze più graduali lo slittamento ha termine ad un regime di giri inferiore.

La frizione principale rimane innestata durante tutto il periodo d'avviamento ed entra in azione solo durante il cambio marce.

Rallentando il veicolo, la frizione di avviamento, rimane innestata fino ad un regime del motore di circa 1000 giri/min, per cui l'effetto frenante del motore, attraverso la frizione di avviamento rimane efficace fino a questo numero di giri.

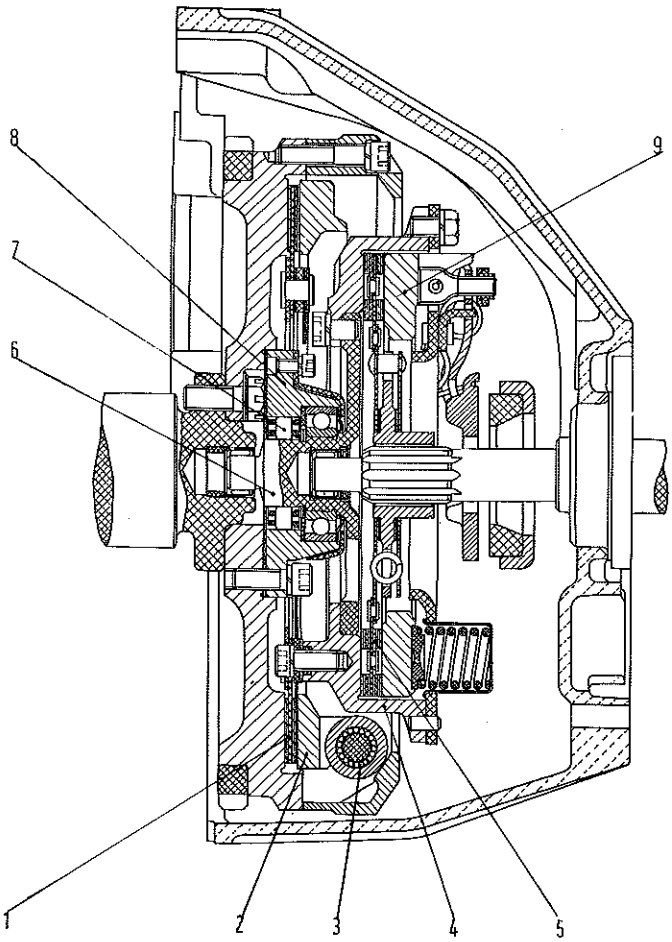



**Fig. 191 - Sezione longitudinale del complessivo frizione.**

1. Disco condotto della frizione d'avviamento. - 2. Anello spingidisco della frizione di avviamento. - 3. Massa centrifuga della frizione di avviamento. - 4. Scatola della frizione principale. - 5. Disco condotto della frizione principale. - 6. Flangia sopporto scatola frizione principale. - 7. Ruota libera. - 8. Flangia di supporto della ruota libera. - 9. Anello spingidisco della frizione principale.

Quando il regime del motore si abbassa ulteriormente, la frizione di avviamento si disinnesta, ma entra in funzione la ruota libera, che trasmette la coppia frenante del motore direttamente alla frizione principale, cortocircuitando la frizione di avviamento. L'effetto frenante del motore è perciò efficace senza interruzioni fino al raggiungimento del numero di giri minimo e, togliendo l'accensione del motore, fino all'arresto della vettura.

La ruota libera realizza un collegamento sicuro con il motore, anche parcheggiando il veicolo su strade in pendenza. Si deve solo fare attenzione che, quando il veicolo è fermo **in discesa**, sia innestata una **marcia avanti**, mentre quando il veicolo è fermo **in salita** sia invece innestata la **retromarcia**. Anche durante la messa in moto del motore, spingendo o trainando la vettura, la ruota libera realizza un collegamento positivo tra il motore e la frizione principale.

## FUNZIONAMENTO

Manovrando il cambio durante la marcia, la frizione principale si disinnesta automaticamente e si reinnesta gradualmente in funzione delle condizioni di marcia della vettura non appena si rilascia la leva comando cambio.

La successione delle fasi di disinnesto e reinnesto avviene nel seguente modo:

Agendo sulla leva comando cambio (ved. figura 190) l'interruttore (a), in essa contenuto; chiude il circuito dell'elettromagnete (b); questo sposta la valvola (c, fig. 190) ponendo in comunicazione il servofrizione col serbatoio di riserva della depressione. In questa condizione la differenza di pressione agente sulla membrana (f) del servofrizione produce il disinnesto della frizione.

Tale disinnesto avviene in un tempo sufficientemente breve e tale da non disturbare il cambio della marcia anche nelle manovre più rapide.

Rilasciando la leva comando cambio ha inizio la fase di reinnesto. Questa si divide in due parti: nella prima si ottiene una rapida riduzione della depressione nel servofrizione fino ad un valore prefissato; nella seconda si completa l'innesto che viene graduato a seconda della posizione dell'acceleratore.

Rilasciando la leva, l'interruttore (a, fig. 190) apre il circuito dell'elettromagnete e la valvola (c) ritorna nella posizione di riposo. Da questo momento il servofrizione è comandato dalla valvola di riduzione (m, fig. 190).

Questa fa sì che la depressione nel servofrizione si riduca in un tempo brevissimo ad un valore prefissato, che può essere tarato agendo sulla vite di regolazione (6, fig. 192) della valvola stessa. È questa la prima fase del reinnesto che permette un accostamento rapido dello spingidisco.

Nella seconda fase la gradualità della parte finale dell'innesto è regolata da un ugello tarato posto in parallelo alla valvola (m) e dal regolatore a membrana (r, fig. 190).

Se alla manovra di cambio marcia non segue azione sull'acceleratore, l'innesto della frizione viene regolato in modo relativamente lento e graduale unicamente dall'ugello che tara la riduzione della depressione nel servofrizione.

Agendo invece sull'acceleratore non appena completata la manovra di cambio marcia, la depressione esistente in tale condizione nel diffusore del carburatore (p, fig. 190) comanda il regolatore a membrana (r, fig. 190), che con una spinta tiene sollevata la valvola (m) permettendo un più rapido reinnesto totale della frizione.

Con questo tipo di regolazione si viene ad ottenere un innesto molto dolce o graduale nel passaggio a marce inferiori ed un innesto pronto senza eccessivi slittamenti del disco condotto nelle manovre rapide di cambio marcia in accelerazione.

Nella valvola elettromagnetica di distribuzione è pure contenuta un'altra valvola di «non ritorno», che ha la funzione di garantire che il vuoto permanga nel serbatoio anche nel caso in cui, per arresto del motore od altre cause, venisse a mancare la depressione nel collettore d'aspirazione.

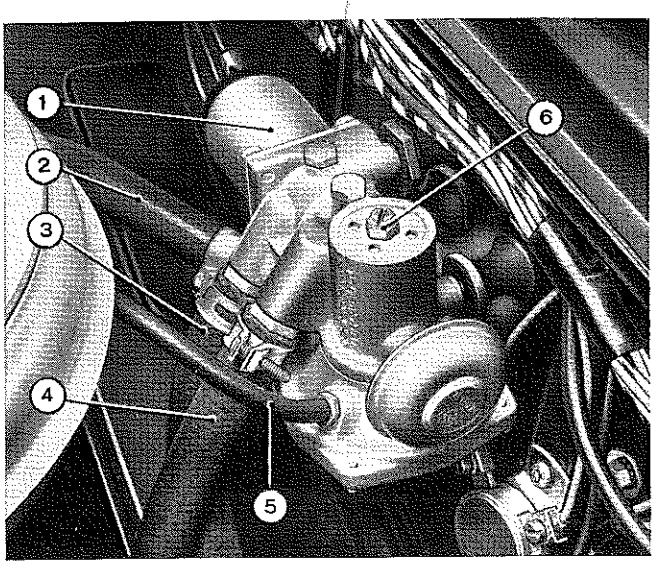



**Fig. 192 - Complessivo della valvola elettromagnetica di distribuzione della depressione aria.**

1. Elettromagnete. - 2. Tubazione collegata al collettore di aspirazione. - 3. Tubazione collegata al serbatoio riserva depressione. - 4. Tubazione collegata al servofrizione. - 5. Tubazione collegata al raccordo di presa al carburatore. - 6. Vite e dado per regolazione valvola di distribuzione.

**NOTA** - La leva comando marce è sensibile al minimo spostamento, il quale provoca il funzionamento dell'elettromagnete e il conseguente disinnesto frizione. Nella marcia normale il guidatore non deve perciò tenere le mani appoggiate alla leva del cambio.

# GIUNTO IDRAULICO

## FUNZIONAMENTO

Il funzionamento di un giunto idraulico può paragonarsi a quello di due ventilatori posti di fronte.

Consideriamo un ventilatore, azionato da un motorino elettrico, che invia corrente d'aria contro le palette di una girante disposta di fronte.

Questa, essendo disposta a breve distanza dal ventilatore e potendo girare a folle su un alberino, sotto l'azione della corrente d'aria si mette in moto e può ruotare ad un numero di giri quasi uguale a quello del ventilatore.

Questo è un esempio di trasmissione del moto senza un collegamento diretto fra le due parti e senza che sia necessario uno sfregamento.

La trasmissione ha luogo per mezzo di un agente intermedio che, in questo caso, è la corrente d'aria.

Al posto dei ventilatori noi mettiamo dei veri rotori di turbina.

La ruota solidale al motore la chiamiamo ruota di pompa o girante motrice e la ruota condotta, collegata agli organi di trasmissione della vettura, la chiamiamo ruota di turbina o girante condotta.

Ogni ruota o girante è formata da una serie di palette disposte in modo da creare delle celle o comparti compresi tra la zona centrale e la zona periferica della girante stessa.

Le giranti sono avvicinate fra loro con le palette alla distanza di 1 mm e sono racchiuse in un contenitore il quale viene parzialmente riempito con olio speciale.

La circolazione dell'olio, che dà luogo alla trasmissione della coppia motrice, avviene nel modo seguente:

quando il motore viene avviato, la rotazione della pompa (girante conduttrice) fa sì che l'olio contenuto nelle sue celle ruoti con essa, e per effetto della forza centrifuga sia lanciato anche in senso radiale, assumendo un movimento destrorso (secondo le lancette dell'orologio). Perciò l'olio dalla pompa entra nella turbina dalla zona più periferica delle sue celle, spingendosi con moto circolare destrorso, come già detto,

nelle celle stesse verso la parte centrale, e ritornando nelle celle della pompa continua il suo ciclo circolatorio dalla pompa alla turbina e viceversa.

L'olio circolando nel modo descritto imprime un impulso alla turbina, per cui questa si mette in movimento.

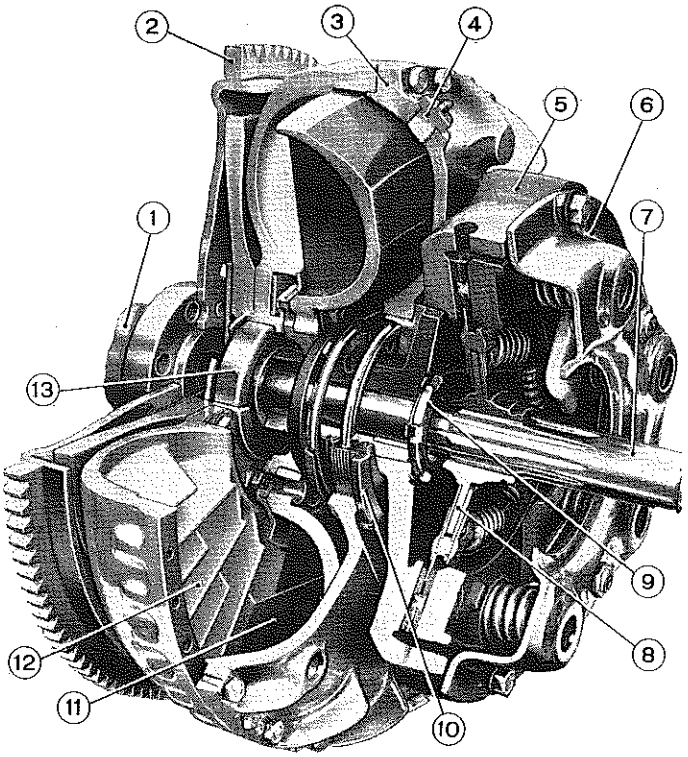
Bisogna però notare che la circolazione sopra descritta continua solo finchè esiste una differenza nella velocità di rotazione delle due parti, poichè la forza centrifuga sull'olio contenuto nella pompa, che gira più velocemente, è allora maggiore della forza centrifuga agente sull'olio contenuto nella turbina, che gira più lentamente.

molla a spirale, ma è necessario mettere in evidenza che il passo della spirale viene a variare in ragione della velocità di rotazione della pompa. Se il motore gira adagio, lo slittamento (differenza di giri fra la pompa e la turbina) è rilevante e la spirale avrà un passo lungo ed un raggio di movimento che non raggiunge la profondità delle celle. Man mano che la velocità di rotazione del motore (e perciò della pompa) viene ad aumentare (ed anche quella della turbina), la spirale avrà le spire più avvicinate ed il raggio di movimento di circolazione raggiungerà la profondità delle celle.

Abbiamo accennato sommariamente alla circolazione dell'olio nel giunto per effetto della rota-

**Fig. 193.**

**Gruppo giunto idraulico e frizione di una vettura visti parzialmente sezionati.**




1. Albero manovella. - 2. Piastra con corona dentata per avviamento motore. - 3. Semiscatola posteriore. - 4. Tappo per introduzione e scarico olio dal giunto. - 5. Volano. - 6. Coperchio frizione. - 7. Albero presa continua. - 8. Disco condotto della frizione. - 9. Ghiera fissaggio volano. - 10. Ghiera di tenuta sulla semiscatola posteriore. - 11. Ruota di turbina a girante condotta. - 12. Ruota di pompa a girante motrice. - 13. Cuscinetto a sfere.

Si è visto così che l'olio ha due moti: è fatto circolare dalla pompa attorno al proprio asse e circola anche attorno alle celle in moto vorticoso. Dalla combinazione di questi due moti ne risulta una circolazione, la cui direzione può essere paragonata a quella del filo di una molla a spirale destrorsa, le cui estremità siano congiunte fra loro in modo da formare un anello.

Nelle celle della pompa l'olio acquista una velocità che è massima all'uscita, mentre entrando nelle celle della turbina la velocità viene a ridursi.

La pompa fornisce così di energia cinetica l'olio, che la trasmette alla turbina.

Abbiamo accennato alla circolazione dell'olio paragonandola allo sviluppo ad anello di una

zione del motore; prima di esporre più ampiamente il funzionamento ed il comportamento delle parti al variare della velocità del motore e della coppia resistente, dobbiamo far rilevare quanto avviene nel giunto nel caso che sia la trasmissione a trascinare il motore.

Quando la vettura è lanciata ed il guidatore solleva il piede dall'acceleratore, il motore riduce il numero di giri, mentre la velocità della vettura rallenta poco alla volta, quando non rallenta affatto nel caso che si trovi in discesa. Con la marcia del cambio innestata, la turbina o girante condotta in un primo tempo, dalla velocità relativa leggermente inferiore a quella della pompa o girante conduttrice, viene a girare allo stesso numero di giri, e si ha un temporaneo equilibrio nella rota-

zione delle due giranti, per poi verificarsi una maggiore velocità della turbina che trascina la pompa e con essa il motore, che in questo caso agisce come freno sulla trasmissione.

La circolazione dell'olio nel giunto, quando è la turbina che trascina la pompa, avviene in senso contrario, cioè con andamento sinistrorso. La turbina diventa pompa e viceversa la pompa diventa turbina.

Con quanto precedentemente esposto abbiamo cercato di spiegare in generale il funzionamento del giunto idraulico.

Con il veicolo fermo, anche con una marcia del cambio ingranata, è possibile l'avviamento del motore senza premere il pedale della frizione, in quanto fra motore e trasmissione non c'è collegamento diretto, ma esiste soltanto un fluido, l'olio, contenuto nel giunto.

Avviando il motore, la ruota di pompa, essendo solidale, fa turbinare l'olio nel giunto e, se la vettura non è frenata, si mette in moto lentamente o più rapidamente, ma sempre con elasticità, a seconda dell'azione esercitata sul pedale dell'acceleratore e della marcia che si trova ingranata.

Se viceversa la vettura è frenata e la ruota di turbina deve restare ferma essendo trattenuta da una marcia e dalla frizione, allora l'olio, fatto turbinare vorticosamente dalla ruota di pompa, verrà centrifugato e lanciato, attraverso lo spazio di un millimetro esistente fra le due ruote, nella camera per la circolazione ed il raffreddamento dell'olio. Da questa camera l'olio rientrerà nella pompa attraverso apposite feritoie, per essere nuovamente proiettato fuori, ripetendosi il ciclo fino a quando non sarà avviata la vettura o staccata la marcia del cambio.

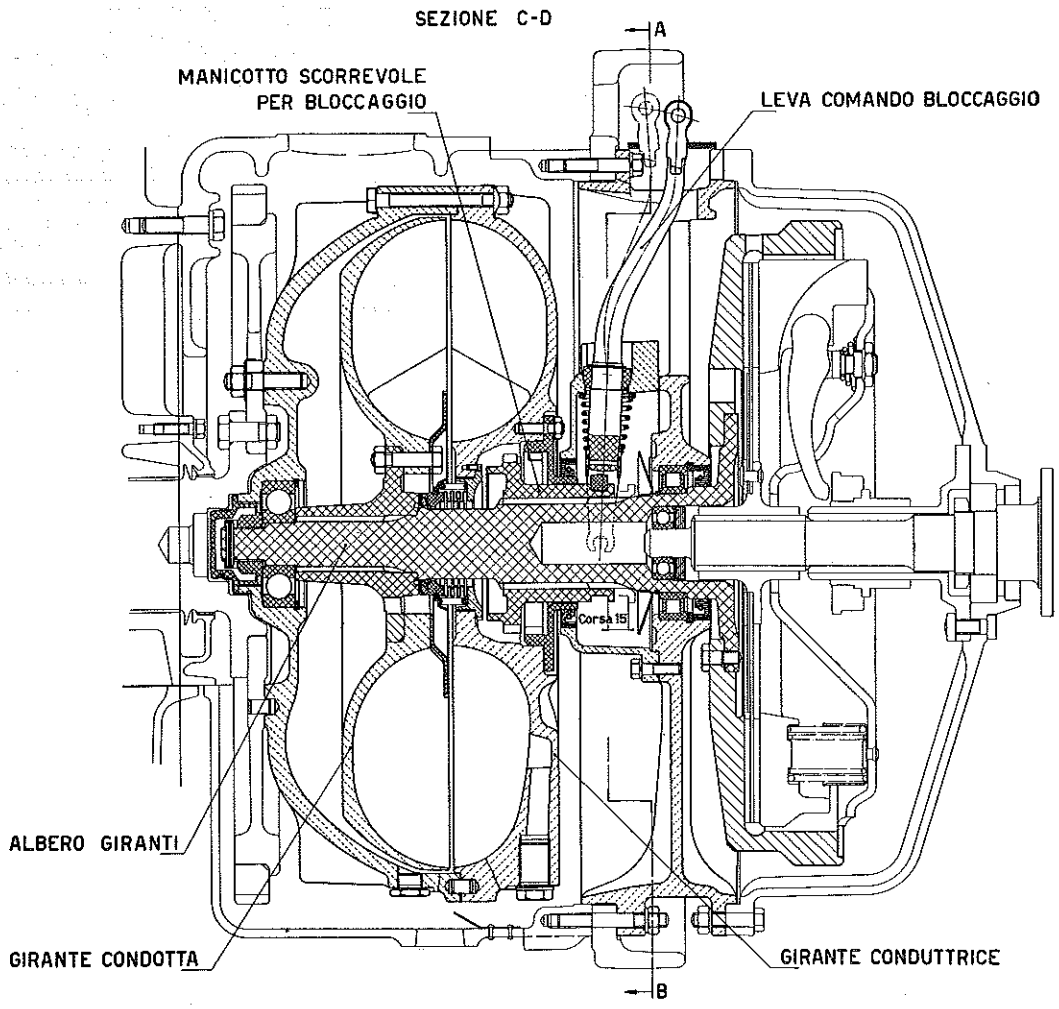



**Fig. 194 - Sezione longitudinale di un giunto idraulico con dispositivo di bloccaggio per autobus.**

(Vedere la sezione trasversale a pagina seguente).

# GIUNTO IDRAULICO CON BLOCCAGGIO MONTATO SU AUTOBUS

Il giunto con bloccaggio (ved. figg. 194 e 195) viene generalmente montato su autobus, con freno a mano sulla trasmissione anzichè sulle ruote.

Questo giunto è provvisto di un sistema di bloccaggio che permette di realizzare il collegamento meccanico diretto e rigido (all'interno del giunto stesso) fra la girante conduttrice e l'albero delle giranti portante il volano frizione, annullando così lo scorrimento relativo delle due giranti del giunto, proprio della trasmissione idraulica.

Tale bloccaggio è stato realizzato per consentire di avere durante lo stazionamento del veicolo, specie su strade in pendenza, la massima coppia frenante possibile di trattenuta alle ruote, compresa quindi quella di attrito e d'inerzia del gruppo motore-trasmissione.

Il comando del bloccaggio (innesto e disinnesto) avviene unicamente ed esclusivamente con autoveicolo e motore fermi, essendo collegato, a mezzo di apposita tiranteria, con il comando del freno motore (vedere la descrizione a pag. 195) e della portata pompa iniezione, per cui, manovrando il bloccaggio del giunto, viene preventivamente esclusa l'alimentazione del combustibile al motore ed inserito il freno motore.

Data la particolare conformazione del sistema di collegamento, tale manovra non è però reversibile: ossia, manovrando il freno motore non viene bloccato il giunto idraulico.

Il bloccaggio del giunto idraulico serve quindi particolarmente per lo stazionamento del veicolo come sicurezza, in aggiunta al freno a mano sulla trasmissione.

In caso di emergenza, quando per particolari necessità si debba escludere il giunto idraulico (ad esempio: giunto inefficiente per avaria occasionale) e mantenere egualmente in moto il veicolo (con mezzi propri), si può neutralizzare il collegamento fra comando bloccaggio e freno motore e quindi permettere la marcia (lenta) del veicolo.

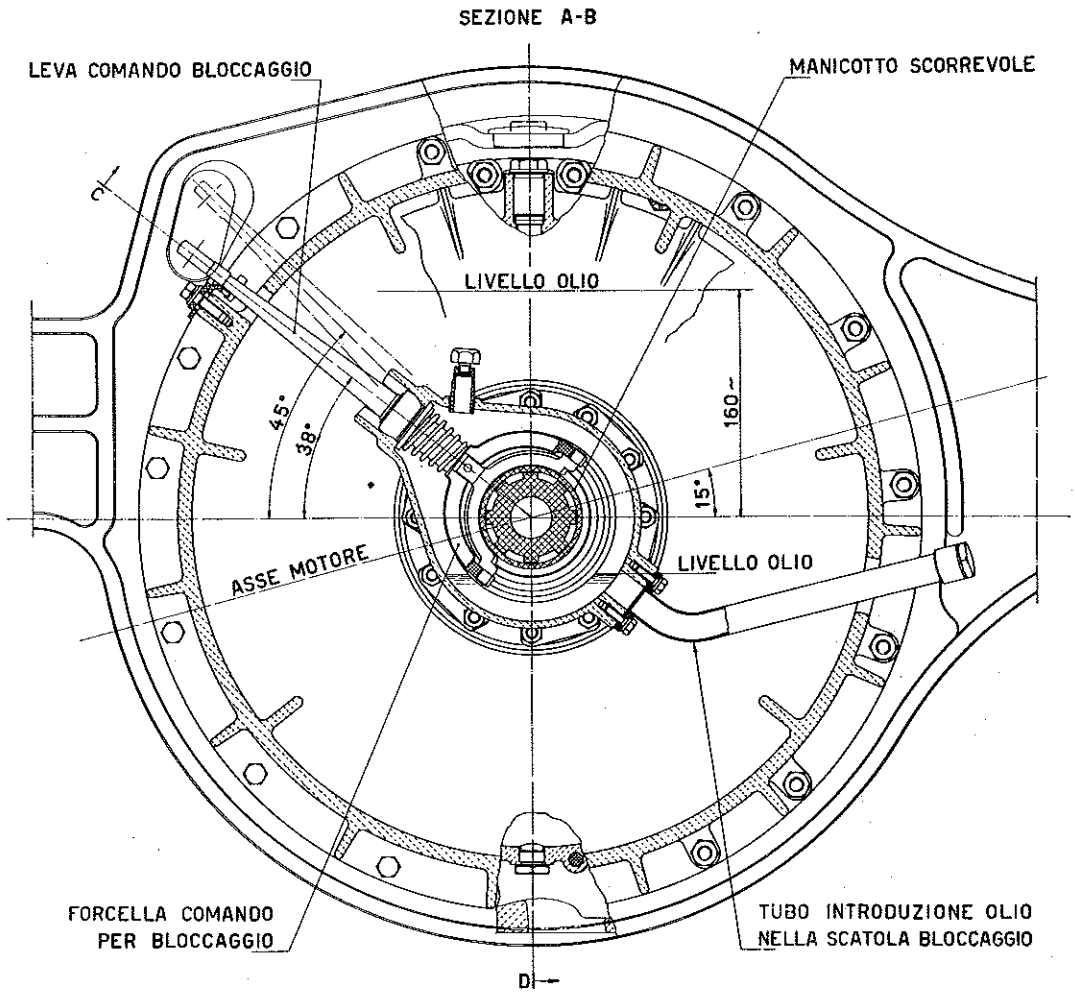



**Fig. 195 - Sezione trasversale del giunto idraulico con dispositivo di bloccaggio per autobus.**
(Vedere la sezione longitudinale a pagina precedente).

# ALBERI E GIUNTI PER LA TRASMISSIONE DEL MOTO

Il moto di rotazione dell'albero primario del cambio di velocità viene trasmesso alle ruote motrici posteriori per mezzo di appositi organi di trasmissione comprendenti:

1) l'**albero di trasmissione;**

2) i **giunti di trasmissione;**

3) la **coppia conica di trasmissione** con il **gruppo differenziale** ed i semi-alberi.

## ALBERO DI TRASMISSIONE

L'albero di trasmissione ha lo scopo di collegare l'albero primario del cambio di velocità con la coppia conica di trasmissione ed il gruppo differenziale, trasmettendo il moto senza che lo stesso abbia a subire variazioni nella velocità angolare di rotazione.

Molto usati sono gli alberi di trasmissione tubolari (fig. 196).

Qualora l'albero di trasmissione fosse molto lungo a causa della distanza esistente tra il cambio di velocità ed il ponte posteriore, sarebbe necessario ricorrere a dimensioni eccessive; in tali casi vengono costruiti alberi di trasmissione in due tronchi, dei quali il primo è compreso tra il cambio ed un supporto intermedio fissato al telaio del veicolo, ed il secondo tra detto supporto ed il ponte posteriore (fig. 197).

Alle estremità degli alberi di trasmissione sono saldati gli attacchi per i giunti elastici di collegamento o per i giunti cardanici, oppure vengono saldati dei perni scanalati allo scopo di permettere un accoppiamento scorrevole assialmente, necessario in ogni albero di trasmissione per consentire le variazioni di lunghezza che l'albero subisce a causa del molleggiamento del ponte posteriore.

## GIUNTI DEFORMABILI

### PER LA TRASMISSIONE DEL MOTO

La necessità dell'impiego di giunti deformabili (elastici od a snodo) per il collegamento dell'albero di trasmissione, da una parte con gli organi conduttori e dall'altra con gli organi condotti, è resa evidente dalle condizioni di funzionamento della trasmissione:

1) **Il ponte posteriore è montato, normalmente, ad una altezza inferiore rispetto al cambio di velocità.**

2) Le diverse condizioni del fondo stradale provocano oscillazioni del ponte posteriore, con

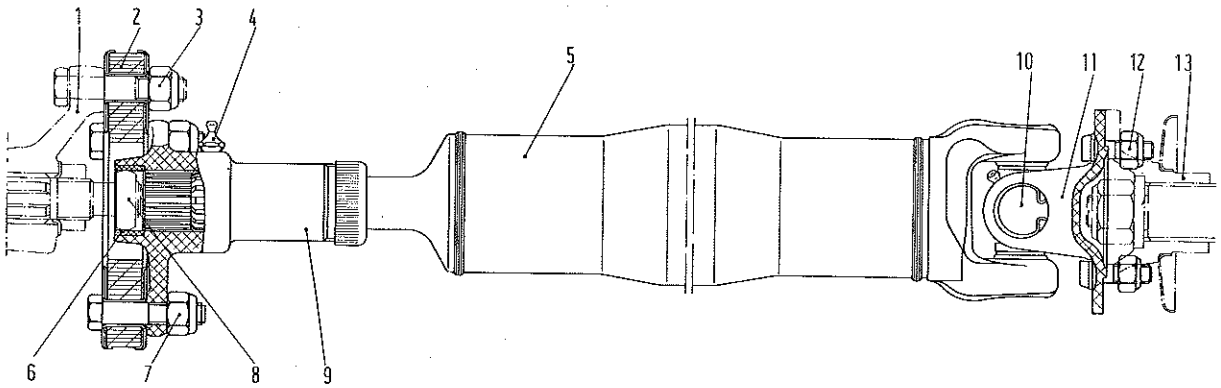



**Fig. 196 - Complessivo albero di trasmissione in un tronco montato sui modelli 1100 escluso 1100 Lusso.**

1. Manicotto a forcella sull'albero primario cambio di velocità. - 2. Giunto flessibile. - 3. Dado autobloccante fissaggio giunto al manicotto. - 4. Ingrassatore per manicotto scorrevole. - 5. Albero. - 6. Boccola per centraggio giunto flessibile. - 7. Dado fissaggio giunto flessibile all'albero. - 8. Anello sull'albero primario cambio di velocità per accoppiamento con la boccola 6. - 9. Manicotto scorrevole. - 10. Crociera del giunto cardanico. - 11. Flangia a forcella del giunto cardanico. - 12. Dado di unione albero di trasmissione al manicotto a flangia sul pignone. - 13. Manicotto a flangia sul pignone conico.

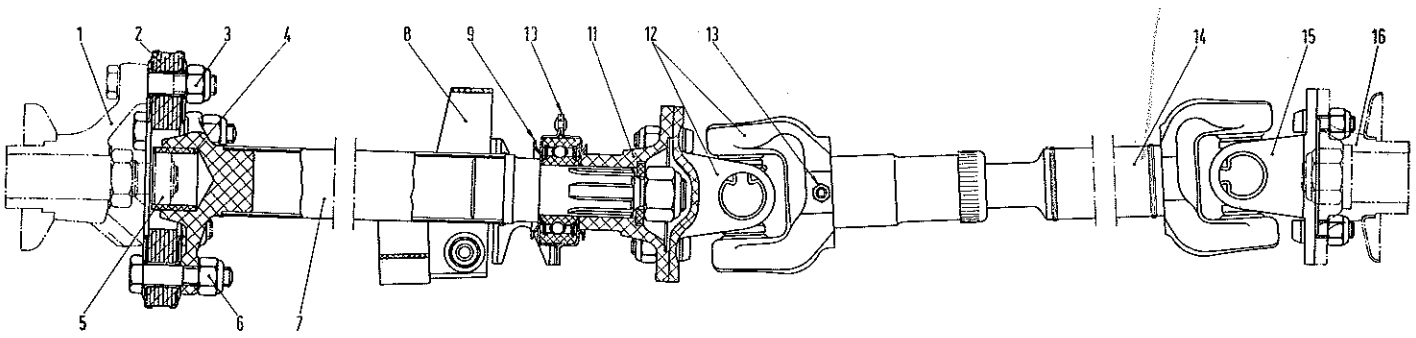



**Fig. 197 - Complessivo albero di trasmissione in due tronchi montato sui modelli 1100 lusso, 1200 gran luce e 1200 cabriolet.**

1. Manicotto a forcella sull'albero primario cambio di velocità. - 2. Giunto elastico. - 3. Dado autobloccante di fissaggio giunto al manicotto. - 4. Boccola per centraggio giunto flessibile. - 5. Anello sull'albero primario cambio di velocità per accoppiamento con la boccola 4. - 6. Dado di fissaggio giunto elastico all'albero anteriore. - 7. Albero anteriore. - 8. Mensola per sostegno scatola porta cuscinetto 10. - 9. Anello paraolio e polvere del cuscinetto. - 10. Scatola porta cuscinetto del supporto centrale albero anteriore. - 11. Manicotto a flangia di collegamento albero anteriore a quello posteriore. - 12. Giunto cardanico anteriore. - 13. Ingrassatore per manicotto scorrevole. - 14. Albero posteriore. - 15. Flangia a forcella del giunto cardanico. - 16. Manicotto a flangia sul pignone conico.

la conseguente **continua variazione, durante la marcia, della distanza tra il pignone conico ed il telaio della vettura.**

Vengono quindi impiegati, per l'attacco dell'albero di trasmissione, speciali giunti deformabili di vario tipo, tra i quali quelli maggiormente adottati sono i **giunti elastici** ed i **giunti cardanici.**

## GIUNTI ELASTICI

I giunti elastici servono a collegare due alberi rotanti, i quali siano coassiali od il cui disallineamento non sia molto forte; sono formati da due elementi rigidi, calettati sulle estremità degli alberi, trasmettentisi il moto di rotazione attraverso elementi intermediari elastici e deformabili.

Come intermediari elastici sono normalmente impiegati elementi di gomma, oppure dischi costituiti da strati di tele speciali, gommate, compresse e sovrapposte.

Le figg. 196 e 197 rappresentano, a sinistra (2), un tipo di giunto flessibile per trasmissione, nel quale l'elemento elastico è formato da tasselli di gomma.

Tale giunto è composto di due coperchi in lamiera stampata, di due anelli condotti, di tre denti conduttori e di sei tasselli elastici in gomma, che costituiscono la parte elastica di trasmissione della coppia motrice.

I coperchi in lamiera ed i denti conduttori, sfalsati di 120° l'uno rispetto all'altro, sono collegati con tre viti rispettivamente al manicotto sull'albero primario del cambio di velocità ed al manicotto sull'albero di trasmissione.

## GIUNTI CARDANICI

I giunti cardanici servono a trasmettere il moto di rotazione tra due alberi i cui assi siano paralleli, oppure tra due alberi i cui assi concorrano in un punto e formino un angolo che può variare durante la trasmissione del moto.

Schematicamente il giunto cardanico più comunemente adottato nel campo automobilistico, è formato da una crociera a braccia uguali, sulle quali si investono le forcelle terminali dei due alberi da collegare (vedere le figg. 196, 197 e 198).

Allo scopo di facilitare la rotazione delle forcelle sui rispettivi perni del giunto e diminuire l'attrito relativo, vengono montati appositi cuscinetti o dispositivi a rullini.

Con la trasmissione del moto per mezzo di un giunto cardanico si ha una variazione della legge del moto da prima del giunto (albero conduttore) a dopo il giunto (albero condotto). Tale variazione è dovuta alle proprietà meccaniche che regolano la trasmissione del moto con un giunto cardanico.

Qualora si voglia realizzare una trasmissione senza alterare la legge del moto tra due alberi

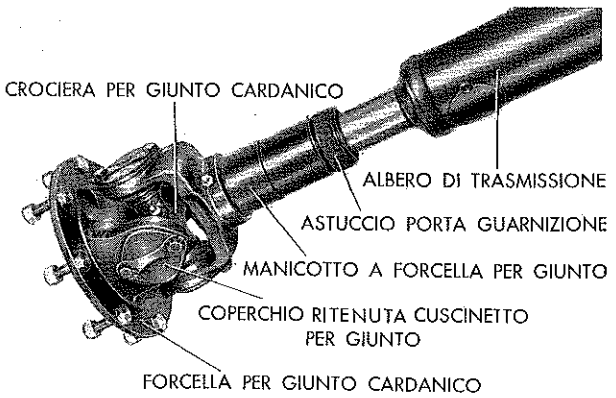



**Fig. 198 - Giunto cardanico ed albero di trasmissione di un autocarro.**

paralleli o formanti un angolo tra loro, è necessario montare sempre, alle estremità dell'albero di trasmissione, **due giunti cardanici.**

In tali condizioni la variazione del moto prodotta dal primo giunto cardanico viene annullata dal secondo giunto.

# COPPIA CONICA DI TRASMISSIONE DIFFERENZIALE - PONTE POSTERIORE

## COPPIA CONICA E DIFFERENZIALE

Per trasmettere il moto di rotazione dell'albero di trasmissione alle ruote motrici, dato che l'albero è situato generalmente nel piano longitudinale della vettura, mentre l'asse di rotazione delle ruote è in piano normale allo stesso, è necessario ricorrere ad una coppia di ruote dentate coniche (fig. 199). La dentatura delle ruote coniche può essere diritta, a spirale od ipoidale (fig. 201). La trasmissione di detto moto è anche possibile mediante una coppia vite-ruota elicoidale.

Quando si vogliono ottenere forti rapporti di riduzione vengono adottate doppie riduzioni ottenute con l'impiego di ingranaggi conici ed ingranaggi cilindrici (fig. 202).

Sul differenziale è fissata la corona conica che riceve il moto dall'albero di trasmissione e lo trasmette alle ruote motrici mediante gli ingranaggi contenuti nella scatola interna del differenziale. Detti ingranaggi, come vedremo nella pagina seguente, hanno anche lo scopo di permettere alle ruote di girare ad una velocità diversa, in rapporto alla differente lunghezza delle traiettorie percorse dalle stesse quando il veicolo marcia in curva. In curva, infatti, la ruota esterna motrice dovrà compiere, rispetto a quella interna, un percorso tanto più lungo quanto minore è il raggio di curvatura, da cui ne consegue che la velocità di rotazione della ruota esterna dovrà

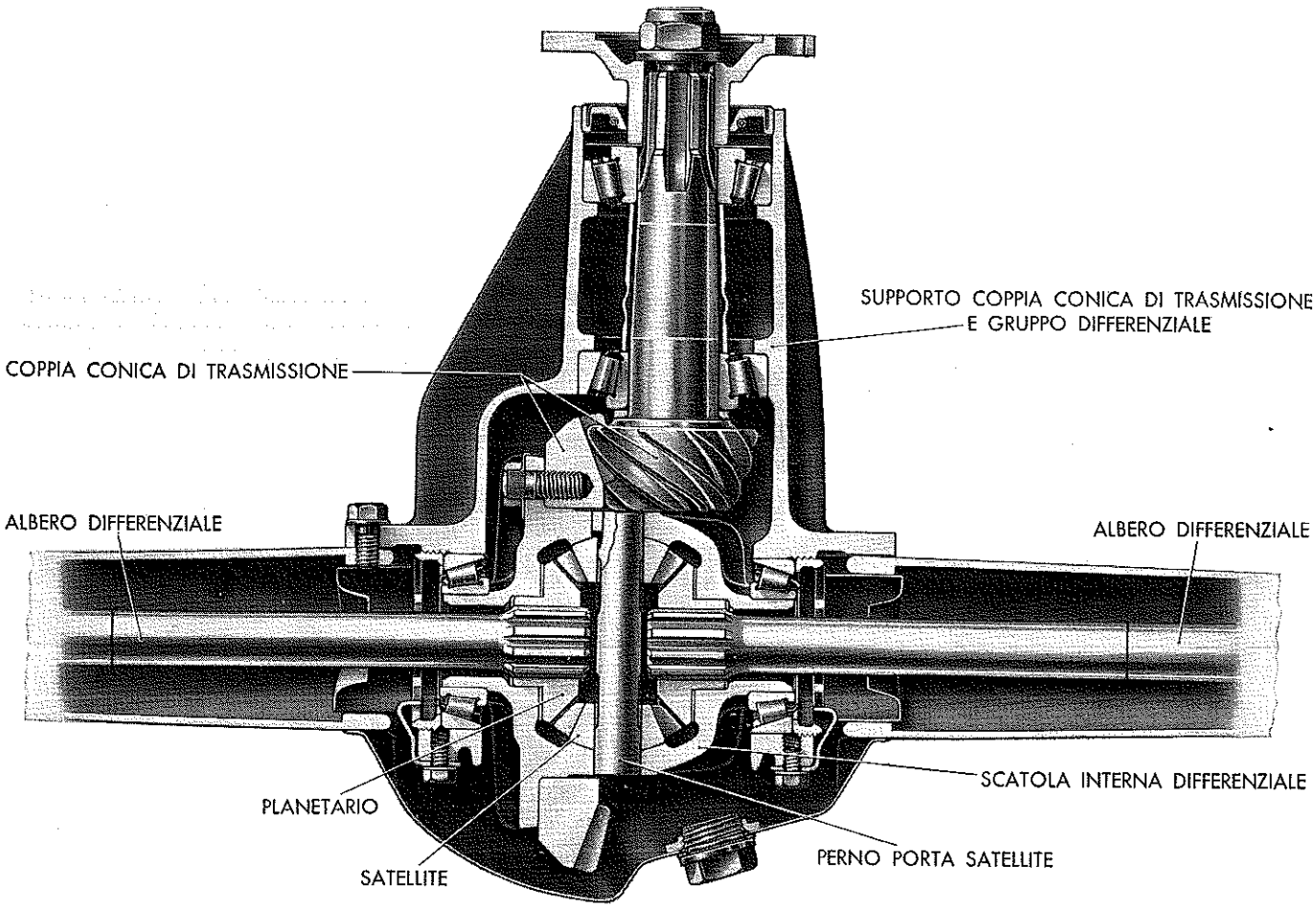



**Fig. 199 - Complessivo coppia conica di trasmissione e gruppo differenziale.**

essere maggiore di quella della ruota interna, allo scopo di eliminare strisciamenti della ruota esterna, più veloce, sul terreno. Qualora si verificasse tale fenomeno si avrebbe infatti in curva una marcia difettosa del veicolo e si produrrebbe una usura eccessiva dei pneumatici.

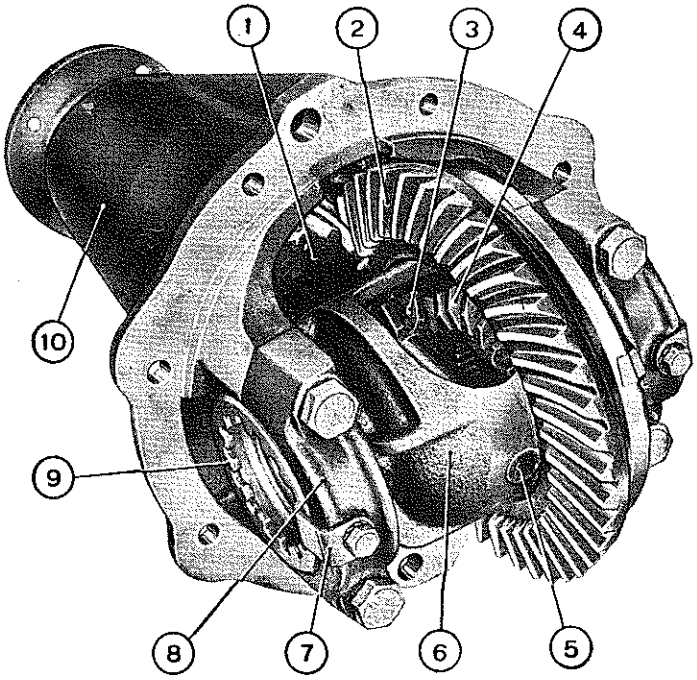



**Fig. 200 - Gruppo di riduzione e differenziale.**

1. Pignone conico. - 2. Corona conica. - 3. Ingranaggio satellite. - 4. Ingranaggio planetario. - 5. Asse porta satelliti. - 6. Scatola interna differenziale. - 7. Piastrina di bloccaggio ghiera. - 8. Cappello per supporto differenziale. - 9. Ghiera registro cuscinetti a rulli scatola interna differenziale. - 10. Supporto.

Il differenziale permette di variare, in curva, proporzionalmente, la velocità di rotazione delle ruote motrici. L'albero di comando delle ruote è pertanto diviso in due parti, semi-assi, solidali ciascuna ad una ruota, le quali ricevono il moto da un ruotismo ripartitore della coppia motrice.

In fig. 200 è rappresentato un complessivo coppia conica di trasmissione e gruppo differenziale, normalmente adottato su autoveicoli.

Le ruote motrici sono comandate da due semialberi, allineati sullo stesso asse e portanti all'estremità opposta alle ruote, una ruota dentata conica definita « planetario ».

I planetari, calettati sui due semi-alberi differenziale, imboccano in presa continua con una serie di due o più rocchetti conici denominati « satelliti », montati folli sul loro asse. L'asse dei satelliti, che risulta normale all'asse dei planetari, è montato solidale con uno speciale dispositivo detto « scatola interna del differenziale ».

Sulla scatola è fissata la corona dentata conica, la quale imbocca costantemente con il pignone conico di trasmissione, collegato a sua volta all'albero di trasmissione.

## FUNZIONAMENTO DEL DIFFERENZIALE

La scatola del differenziale, ruotando, trascina in rotazione l'albero porta satelliti e poichè gli stessi sono folli sull'albero, le forze trasmesse dall'albero ai satelliti e da questi ai planetari si ripartiscono in parti uguali, in modo che ai planetari risultano applicate due coppie uguali.

Il differenziale usato in tale modo, cioè in rettilineo, è un ruotismo che consente di suddividere in due parti uguali, sui semi-assi, la coppia motrice trasmessa dalla scatola interna.

Quando il veicolo percorre un rettilineo, i due semi-assi e quindi le due ruote posteriori montate sugli stessi ruotano con la stessa velocità angolare (che è uguale a quella della scatola interna del differenziale) ed esercitano perciò attraverso i planetari delle azioni uguali sui satelliti.

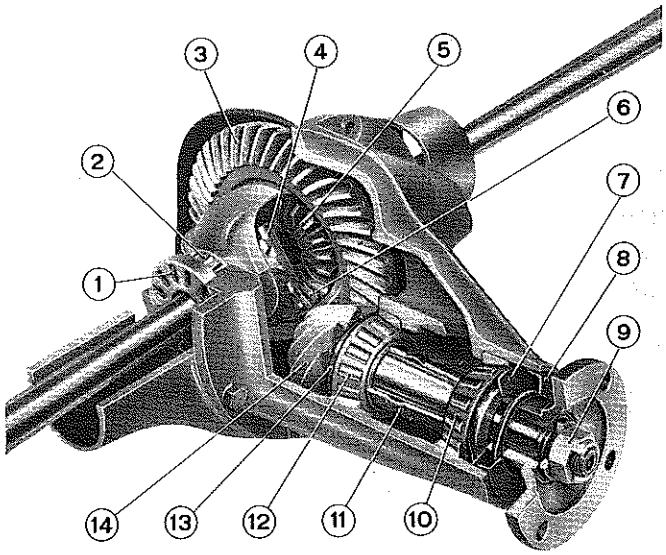



**Fig. 201 - Gruppo differenziale e coppia ipoidale di trasmissione.**

1. Ghiera per cuscinetto scatola interna. - 2. Cuscinetto a rulli per scatola interna. - 3. Corona conica. - 4. Perno porta satelliti. - 5. Planetario. - 6. Satellite. - 7. Disco paraolio. - 8. Guarnizione tenuta olio. - 9. Dado fissaggio manicotto. - 10. Cuscinetto a rulli anteriore pignone. - 11. Distanziale elastico. - 12. Cuscinetto a rulli posteriore pignone. - 13. Anello appoggio pignone. 14. Pignone conico.

Ogni satellite essendo quindi soggetto a due forze uguali per opera dei due planetari che tentano di farlo ruotare in senso opposto, rimane fermo rispetto al proprio asse e funziona come un semplice arpionismo di ingranamento rispetto ai planetari.

In tali condizioni la scatola interna, i satelliti ed i semi-assi girano in blocco e ad ogni giro della scatola corrisponde un giro delle ruote;

il differenziale è pertanto escluso e non ha alcuna funzione agli effetti di differenziare la velocità delle due ruote, in quanto queste compiono lo stesso numero di giri nell'unità di tempo.

In pratica però anche quando il veicolo marcia su di un rettilineo, per l'ineguaglianza del fondo stradale, per la differenza di attrito, per l'eventuale strisciamento, le due ruote motrici possono ruotare con velocità leggermente diverse.

Se al contrario il veicolo percorre una curva, le due ruote compiono traiettorie di differente lunghezza e quindi la ruota esterna deve poter accelerare rispetto a quella interna. Le forze applicate alle ruote saranno pertanto diverse ed ogni satellite sarà sollecitato dai planetari con forze di differente intensità, in modo da essere sollecitato dalla ruota più veloce a rotolare sul planetario della ruota più lenta.

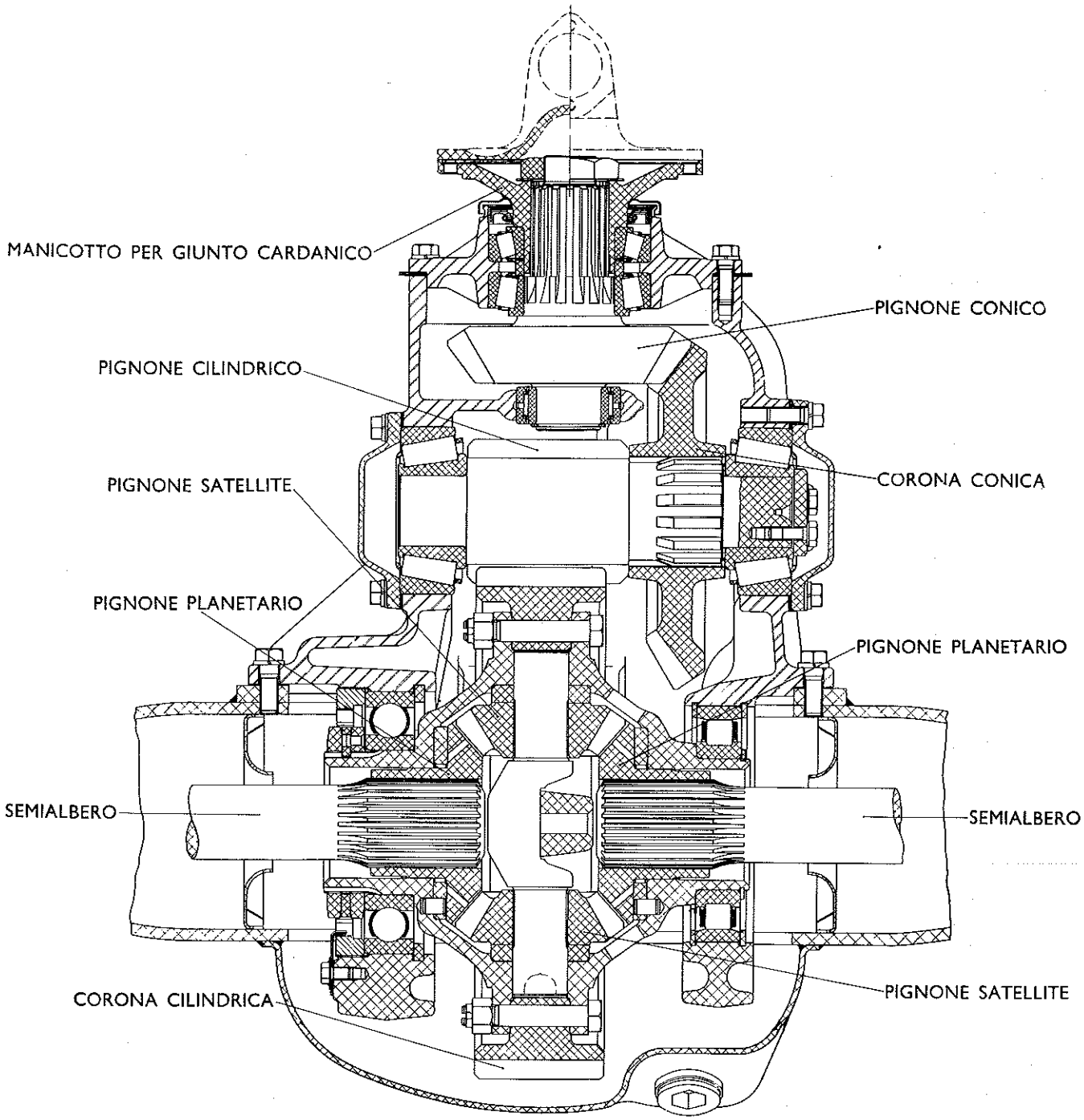



**Fig. 202 - Sezione del ponte posteriore sulla doppia coppia di riduzione e sul differenziale mod. 682 N 2.**

In tale condizione i satelliti non sono più fermi sul loro asse, ma vengono ad essere dotati di un moto relativo rispetto ai planetari, che consente di aumentare la velocità della ruota

esterna alla curva, e ritardare di conseguenza quella della ruota interna.

Ad ogni giro della scatola interna del differenziale non corrisponde più un giro delle ruote motrici, ma la semisomma algebrica delle velocità dei planetari.

## DISPOSITIVO DI BLOCCAGGIO DEL DIFFERENZIALE

Il gruppo differenziale permette di ottenere l'indipendenza di rotazione delle ruote motrici, condizione indispensabile per la marcia in curva ma che, in determinati casi, può dar luogo ad inconvenienti nel funzionamento del veicolo.

Infatti, nei casi in cui si abbia una aderenza insufficiente anche su di una sola ruota motrice a causa, ad esempio, del terreno fangoso o sdrucciolevole, si ha che durante lo sforzo applicato alle ruote per la partenza, la ruota non fa presa sul terreno e quindi slitta. Lo slittamento produce un aumento di velocità nella rotazione della ruota stessa e quindi, per quanto esposto in precedenza, la velocità dell'altra ruota motrice diminuisce.

Al limite si avrà che una ruota è ferma e l'altra ruota velocemente; in tali condizioni è evidente come la partenza ed il moto del veicolo risultino impossibili.

È quindi necessario alcune volte, specie su veicoli speciali e militari, prevedere la possibilità di escludere il funzionamento del gruppo differenziale, impedendo il moto relativo degli elementi che lo compongono.

A tale scopo viene montato uno speciale **dispositivo di bloccaggio del differenziale,** costituito da un innesto a denti, scorrevole su uno dei semi-assi, e capace di rendere solidale il semi-asse con il mozzo della scatola interna del differenziale (fig. 203).

Naturalmente il bloccaggio del differenziale deve essere inserito a veicolo fermo e deve essere usato solo eccezionalmente e quando il veicolo è in marcia rettilinea, perchè qualora il veicolo marciasse in curva si avrebbe che, non appena la ruota inefficiente ritrovasse buone condizioni di aderenza, si manifesterebbero sforzi anormali nei semi-alberi e nel differenziale, capaci di provocarne la rottura.

Il bloccaggio del differenziale è in generale un ripiego che deve essere usato con particolare attenzione per evitare inconvenienti; i semi-alberi debbono essere proporzionati più abbondantemente in quanto, quando il differenziale è libero, su ogni semi-albero si ha una coppia motrice che è la metà di quella agente sulla scatola interna differenziale, mentre con differenziale bloccato tutta la coppia motrice può essere applicata ad un solo semi-albero.

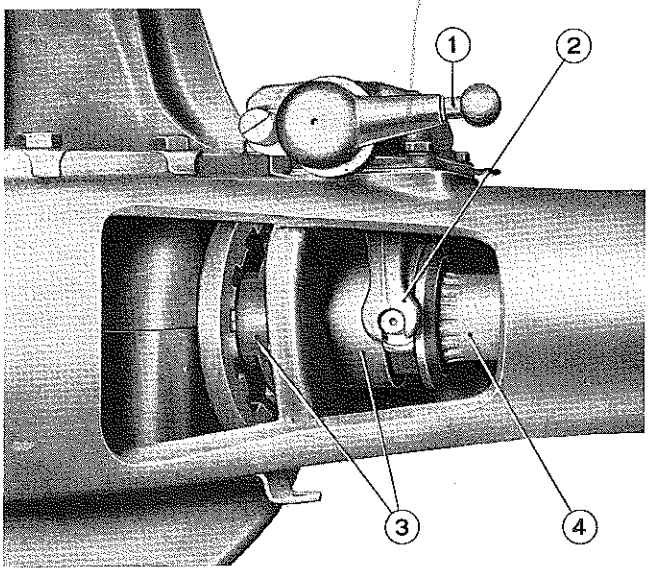



**Fig. 203 - Bloccaggio del differenziale di un'autoveicolo speciale.**

1. Leva comando innesto e disinnesto. - 2. Forcella. - 3. Manicotto scorrevole con denti per il bloccaggio del differenziale. - 4. Albero differenziale.

## DOPPIA RIDUZIONE DELLA TRASMISSIONE

La doppia riduzione, come illustrato in fig. 202, è realizzata per mezzo di una coppia di ingranaggi conici, dei quali il primo costituisce il pignone vero e proprio, mentre il secondo porta sul suo gambo un ingranaggio elicoidale imboccante con una ruota a dentatura pure elicoidale, la quale è collegata alla scatola interna del differenziale.

In tali condizioni una prima riduzione è ottenuta attraverso gli ingranaggi conici ed una seconda con gli ingranaggi elicoidali.

# PONTE POSTERIORE

Si definisce comunemente come **ponte posteriore** un assale rigido il quale serve a collegare tra loro le ruote motrici del veicolo e nello stesso tempo funge da sostegno di tutti gli organi meccanici che comunicano il moto alle ruote stesse.

Il ponte è normalmente composto da un corpo centrale a forma circolare, nel quale trovano alloggiamento la coppia conica di trasmissione ed il gruppo differenziale e da due braccia laterali racchiudenti i semi-assi di comando delle ruote motrici.

I ponti possono inoltre essere a scatola portante oppure ad alberi portanti.

Nei ponti a scatola portante le estremità delle due braccia laterali del ponte costituiscono i perni sui quali sono montate le ruote motrici, girevoli su cuscinetti a sfere od a rulli. I semi-assi motori passano internamente alle braccia del ponte e sono collegati esternamente ai mozzi delle ruote.

Ne risulta quindi che, con tale tipo di ponte, i semi-alberi del differenziale hanno il solo compito di trasmettere il moto alle ruote e sono sollecitati unicamente a torsione per la trasmissione della coppia motrice.

La scatola-ponte sopporta al contrario tutto il peso del veicolo e le coppie di flessione che ne derivano.

In tali condizioni una eventuale rottura di un semi-asse non provoca la perdita della ruota motrice, in quanto la stessa è sostenuta dal ponte, ma causa unicamente la mancata trasmissione del moto. Questi tipi di ponte sono montati sugli autocarri ed autobus.

Nei tipi di ponte ad alberi portanti i semi-alberi sono supportati ad una estremità dalla scatola interna del differenziale o dai planetari ed all'estremità opposta da un cuscinetto a sfere od a rulli montato dentro le braccia del ponte. Le ruote motrici sono supportate dalla parte dei semi-alberi sporgente di sbalzo dal ponte.

Contrariamente al caso precedente, si ha che i semi-alberi sono ora sollecitati a torsione dalla coppia motrice ed anche a flessione dalle forze agenti sulle ruote. Questi tipi di ponte sono montati sulle vetture.

Nelle figure 205 e 206 sono illustrati due tipi diversi di ponte, rispettivamente ad alberi portanti di un'autovettura od a scatola portante di un autocarro.

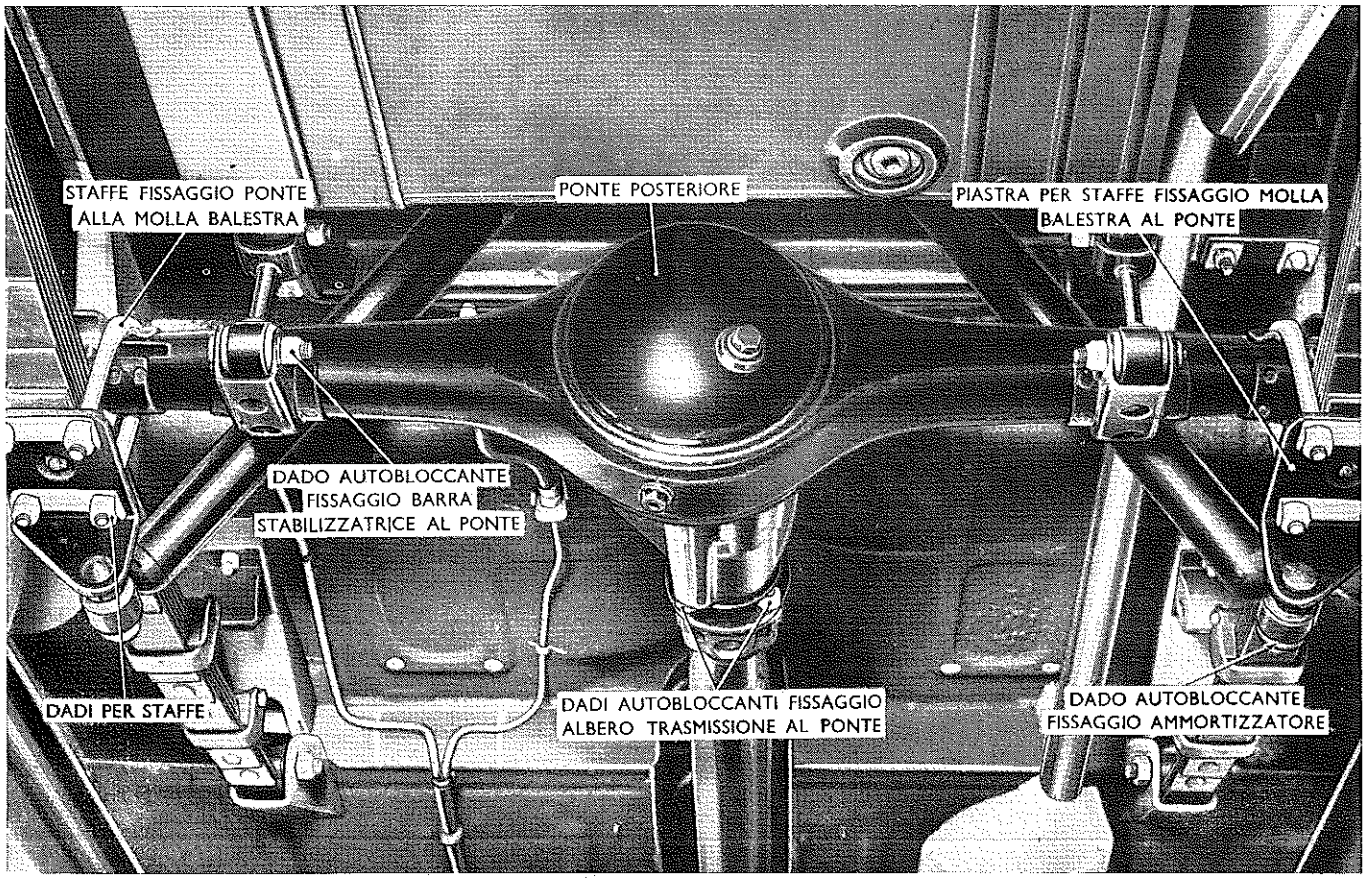



**Fig. 204 - Ponte posteriore montato sulle vetture 1100 e 1200, visto posteriormente dal basso.**

## VETTURE CON MOTORE POSTERIORE

Le vetture Fiat modd. 500, 600 e derivati, aventi il gruppo motopropulsore disposto posteriormente, non hanno il ponte posteriore.

La trasmissione del moto alle ruote avviene mediante semialberi articolati (vedere la fig. 207) che collegano gli ingranaggi planetari del gruppo differenziale con gli alberi delle ruote mediante giunti a pattino scorrevoli. I semialberi articolati sono poi collegati agli alberi delle ruote mediante giunti elastici.

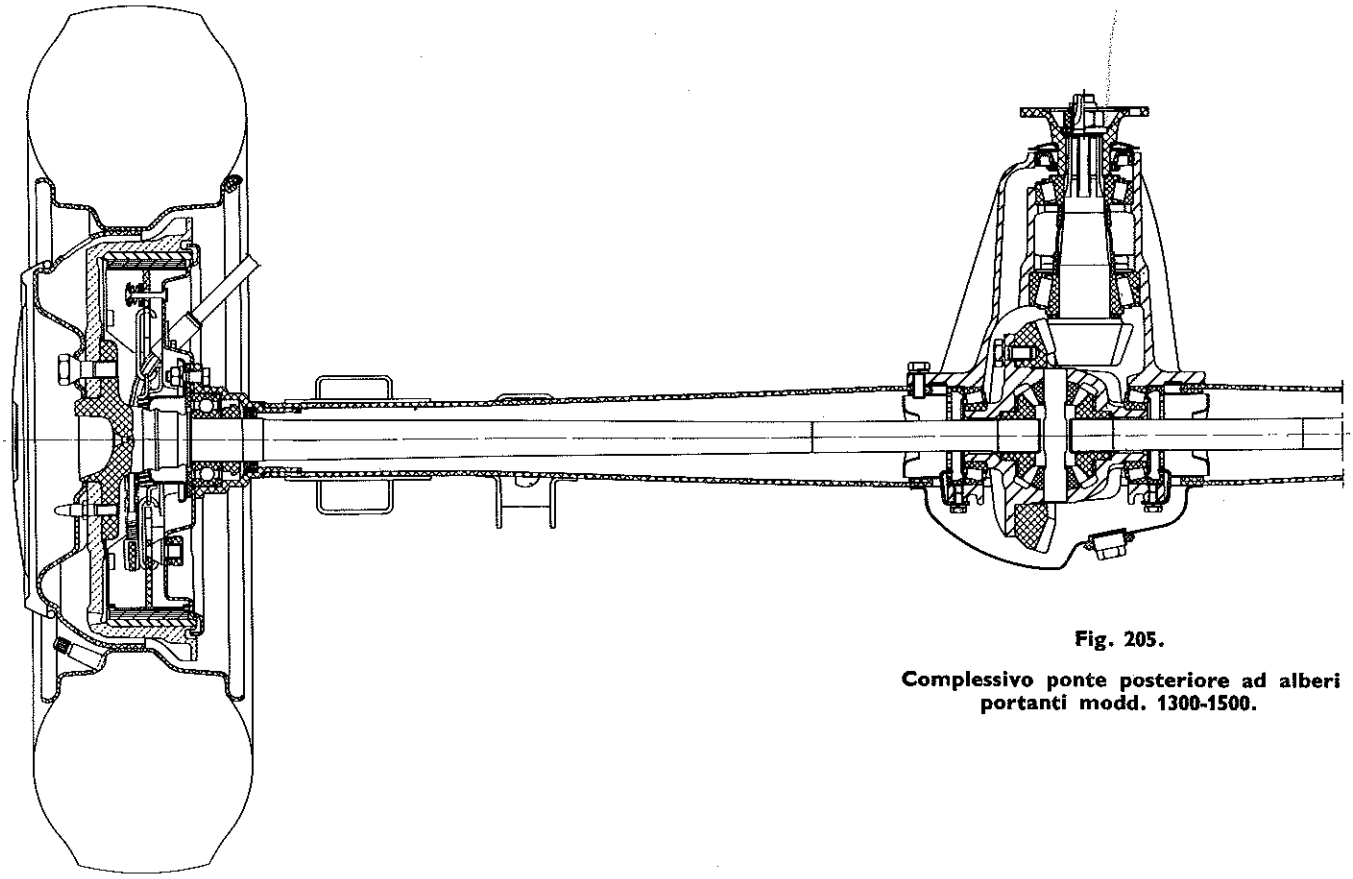


**Fig. 205.**

**Complessivo ponte posteriore ad alberi portanti modd. 1300-1500.**

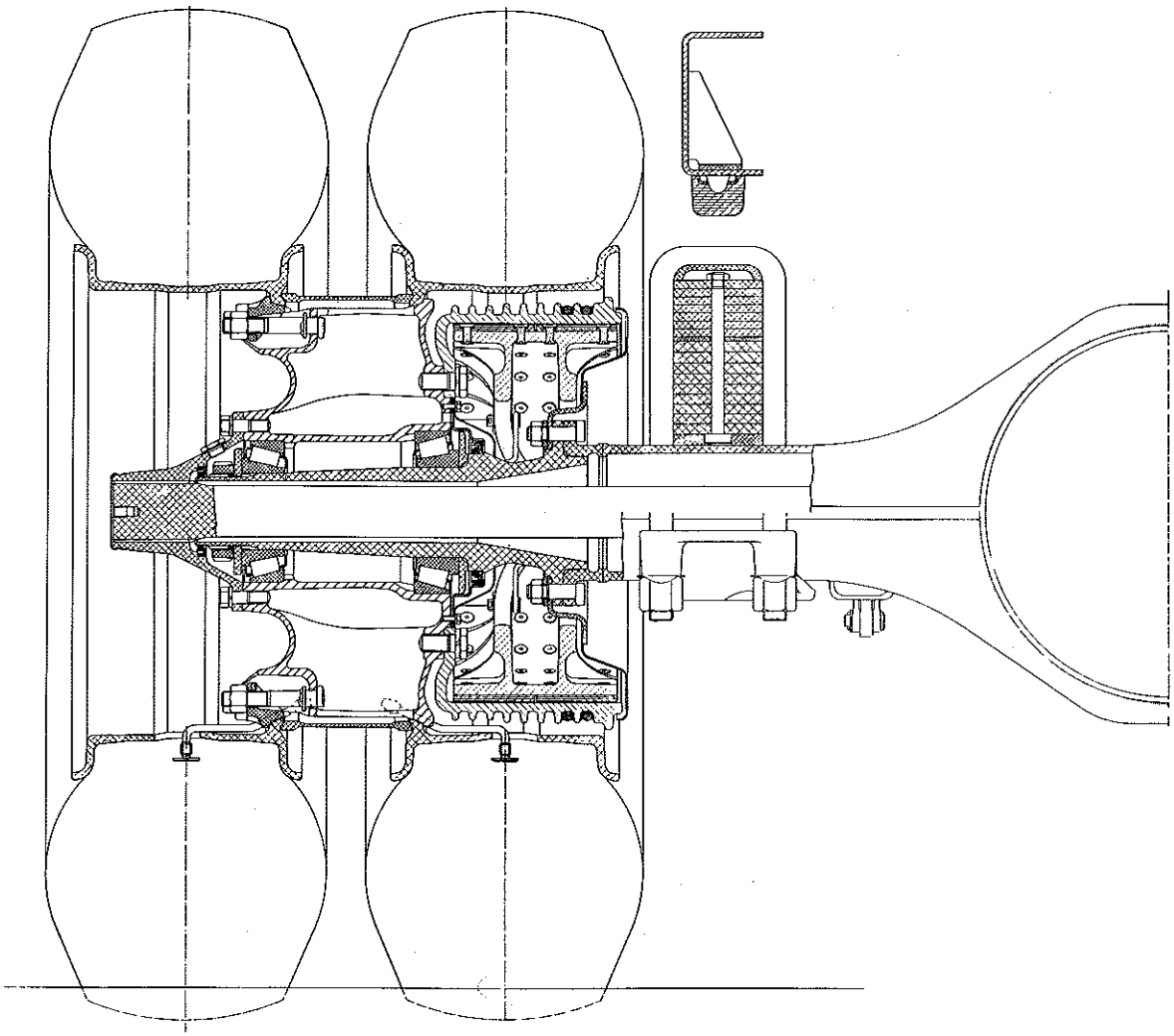


**Fig. 206.**

**Complessivo ponte posteriore a scatola portante di autocarri e di autobus.**

Sezione su una coppia di ruote.

## TRASMISSIONE ALLE RUOTE DELLA VETTURA MOD. 600

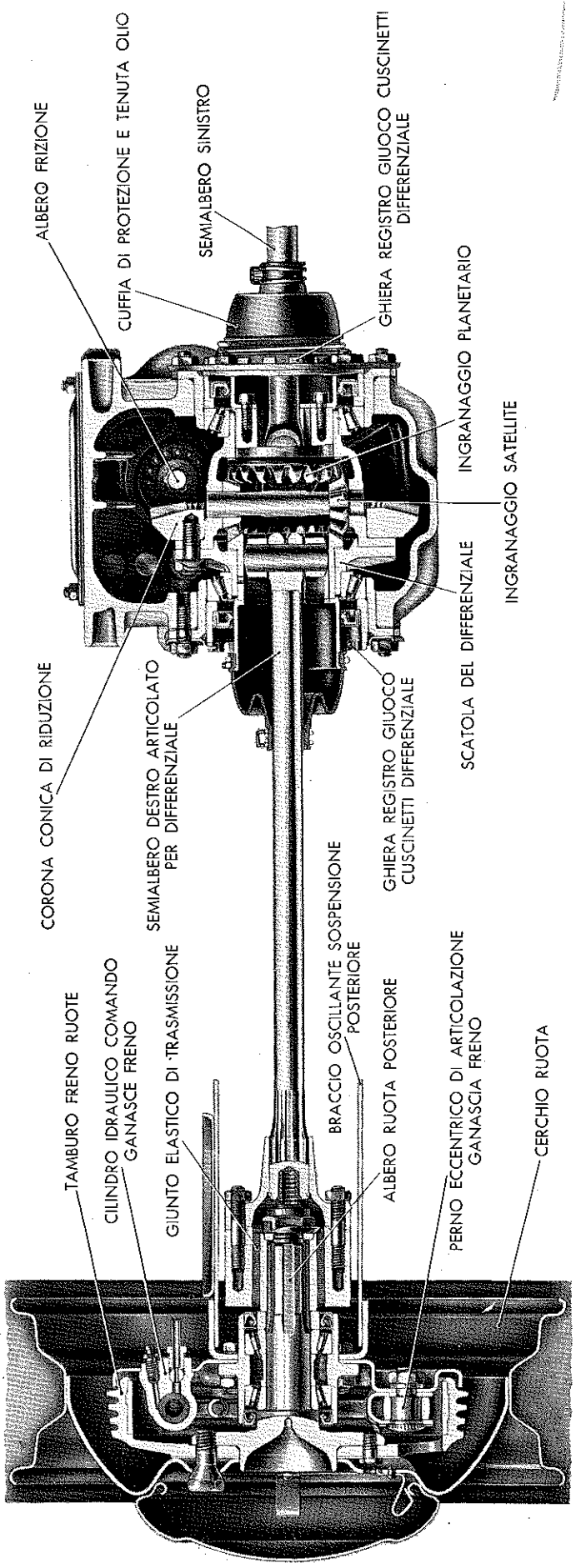



**Fig. 207 - Sezione su una ruota e sul gruppo differenziale della vettura con gruppo propulsore posteriore mod. 600.**

# ORGANI DI DIREZIONE DI SOSPENSIONE E DI FRENATURA


Pagina

**GUIDA E STERZO** . . . . . 151

Organi della direzione . . . . . 152
Convergenza ed inclinazione delle ruote anteriori . . . . . 156
Autocarro con due assali anteriori e quattro ruote sterzanti . . . . . 157
Servosterzo idraulico . . . . . 158
Servosterzo idraulico Fiat tipo F 1 . . . 159
Sterzo idraulico a vite . . . . . 162

**SOSPENSIONE** . . . . . 165

Molle . . . . . 166
Barre di torsione . . . . . 168
Sospensione pneumatica . . . . . 170
Ammortizzatori . . . . . 172
Pneumatici . . . . . 176

**FRENATURA DEGLI AUTOVEICOLI** . . . . 178

Freni a disco . . . . . 185
Servofreno per autovetture . . . . . 187
Servofreni per autocarri ed autobus . . 189
Distributore Duplex . . . . . 191
Frenatura ausiliaria con il motore . . . . 195

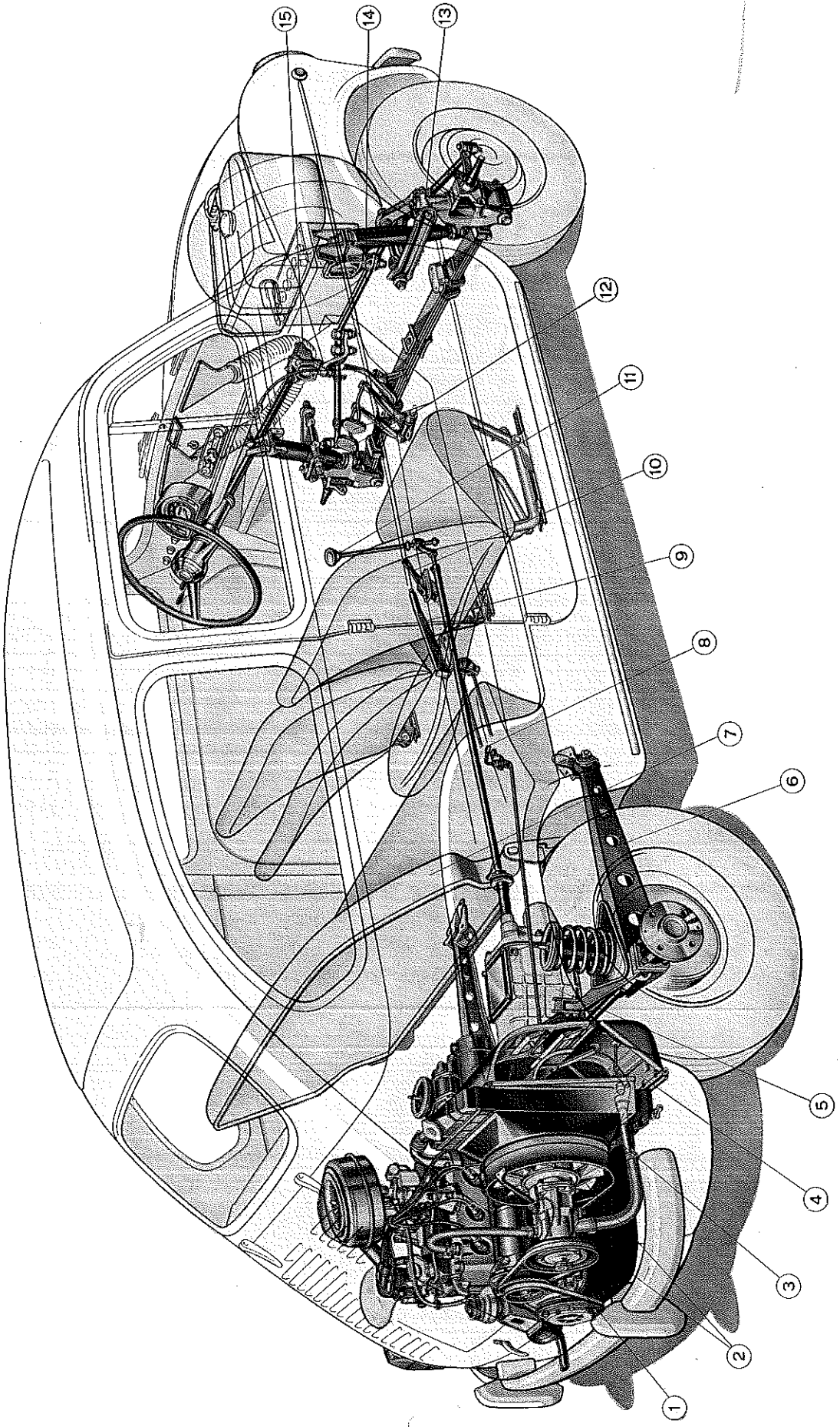



**Fig. 208 - Vista prospettica degli organi meccanici della vettura Fiat mod. 600 D.**

1. Motore. - 2. Pompa acqua e ventilatore. - 3. Radiatore acqua. - 4. Sportello regolazione aria raffreddamento motore. - 5. Cambio. - 6. Sospensione posteriore. - 7. Schienale ribaltabile per piano di carico. - 8. Comando riscaldamento interno. - 9. Freno a mano. - 10. Comando dispositivo avviamento carburatore. - 11. Leva cambio. - 12. Pedali frizione e freni. - 13. Sospensione anteriore. - 14. Tiranteria sterzo. - 15. Scatola guida.

# GUIDA E STERZO

Gli organi della guida e dello sterzo hanno lo scopo di variare la direzione di marcia del veicolo, in modo da permettere allo stesso l'effettuazione di un percorso curvilineo.

La caratteristica costruttiva degli organi meccanici che comandano il movimento di curvatura, deve rispondere alla necessità di eliminare, o per lo meno di ridurre al minimo, lo strisciamento delle ruote sul terreno. Per realizzare tale condizione fondamentale è necessario che le quattro ruote di un veicolo descrivano delle circonferenze aventi tutte lo stesso centro istantaneo di rotazione, come illustrato nella fig. 209.

Un'altra condizione, al fine di non diminuire la stabilità del veicolo quando deve percorrere in velocità una curva, è quella di avere la massima superficie d'appoggio sul terreno, perciò sugli autoveicoli la rotazione delle ruote anteriori avviene intorno a due perni portati dalle estremità dell'assale o della sospensione anteriore (A e B, fig. 209).

Anche con tale sistema di sterzo, allo scopo di eliminare strisciamenti delle ruote sul terreno, è necessario che gli assi delle quattro ruote concorrano costantemente, durante la curva, nello stesso centro di rotazione. Poichè le ruote posteriori restano sempre parallele tra loro, ne consegue che gli assi delle ruote anteriori, in curva, dovranno incontrarsi sul prolungamento dell'assale posteriore. Gli angoli di rotazione $\alpha$ e $\beta$ (fig. 209) delle ruote anteriori sono pertanto diversi, e per sterzate decise risulta che la ruota anteriore, interna alla curva, gira di un angolo $\alpha$ maggiore dell'angolo $\beta$ della ruota esterna alla curva.

La soluzione pratica di tale problema è solamente approssimata ed è realizzata per mezzo di un quadrilatero articolato, come rappresentato in fig. 210.

Poichè lo sterzo opera in modo del tutto identico per le rotazioni destre e sinistre, ne consegue che durante la marcia in rettilineo esso deve essere simmetrico rispetto all'asse longitudinale del veicolo. I bracci AB e DC (fig. 210) del qua-

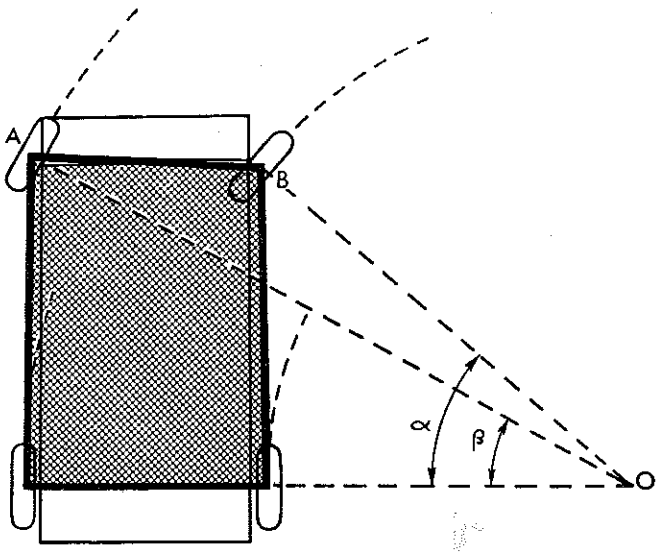



**Fig. 209 - Lo sterzo adottato sugli autoveicoli.**
Sterzano le sole ruote, mentre l'assale rimane fermo.

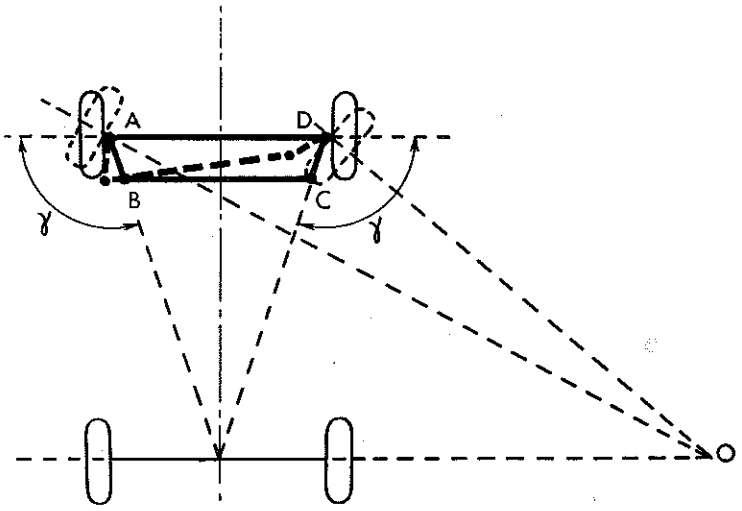



**Fig. 210.**

**Realizzazione del sistema di sterzo a quadrilatero su di un autoveicolo.**

drilatero articolato formano lo stesso angolo $\gamma$ con i fusi delle ruote ed i loro prolungamenti debbono incontrarsi nel punto di mezzo dell'assale posteriore.

In tali condizioni risulta che la curva descritta dai punti di incontro degli assi delle ruote anteriori, durante il movimento di sterzata, è assai prossima a mantenersi sul prolungamento dell'assale posteriore, come dovrebbe teoricamente avvenire per l'eliminazione di qualsiasi strisciamento tra ruote e terreno.

Vengono adottate, sugli autoveicoli, tanto soluzioni a quadrilatero articolato con asta di collegamento BC posteriore all'assale come in fig. 210, quanto con asta BC anteriore all'assale; nel primo caso i bracci AB e DC sono convergenti, mentre nel secondo i bracci sono divergenti.

## ORGANI DELLA DIREZIONE

Per ottenere l'orientamento delle ruote anteriori nella direzione voluta, il veicolo è dotato di un complesso di organi meccanici che possono essere così riassunti:

— **Assale o bracci oscillanti della sospensione anteriore.**

— **Fusi a snodo.**

— **Organi dello sterzo.**

— **Comando dello sterzo.**

### ASSALE O BRACCI OSCILLANTI DELLA SOSPENSIONE ANTERIORE

**L'assale** rappresenta l'organo portante del sistema di direzione, collega le due ruote anteriori e sulle stesse scarica una parte del peso del veicolo; deve quindi essere robusto e rigido.

Per consentire la rotazione delle ruote, l'assale termina alle estremità con dei perni a forma affusolata denominati **fusi,** sui quali girano le ruote tramite opportuni cuscinetti. I fusi sono a loro volta collegati all'assale per mezzo di perni, in modo da poter ruotare rispetto all'assale e

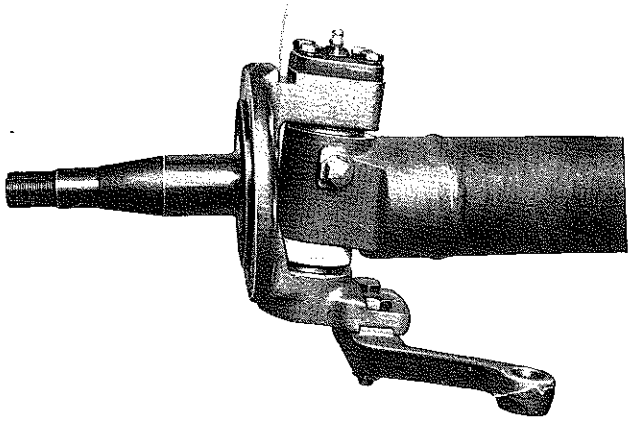


**Fig. 211 - Particolare di un assale anteriore con il fuso a snodo ed il perno d'articolazione.**

provocare così il cambiamento della direzione di marcia.

Gli assali sono muniti inoltre delle piastre di attacco delle balestre per il collegamento elastico al telaio.

Nel caso di **sospensione anteriore a ruote indipendenti,** sistema attualmente adottato su quasi tutti i modelli di vetture, l'assale non esiste ed in tale caso il perno del fuso a snodo è portato dal sistema di collegamento tra ruote e telaio,

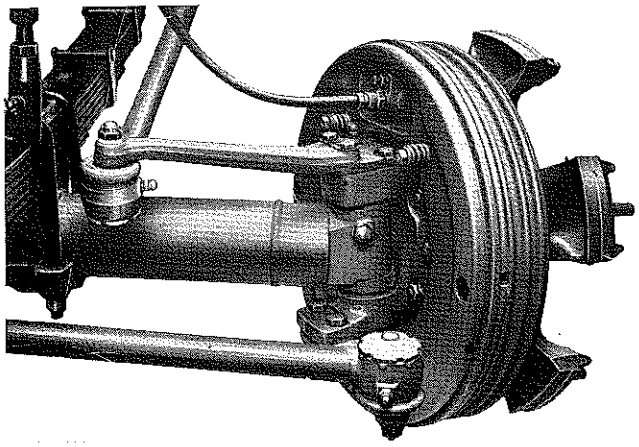


**Fig. 212 - Particolare dello sterzo sulla ruota destra di un autocarro medio.**

È visibile la leva sul fuso a snodo collegata al tirante longitudinale di comando ed, in basso, il tirante trasversale che collega le due ruote.

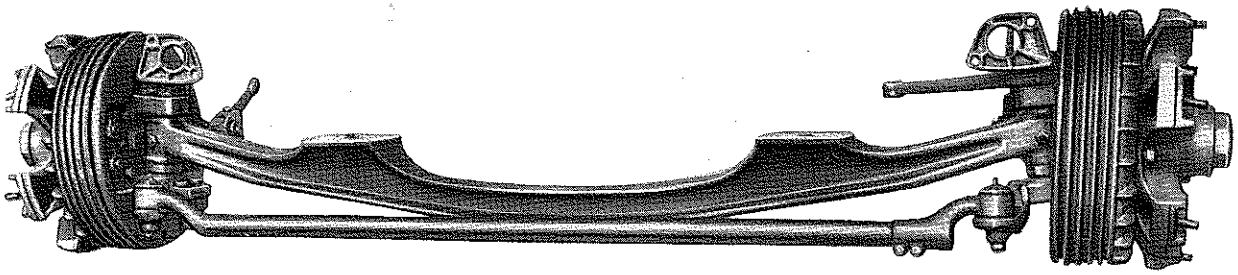


**Fig. 213 - Complessivo assale anteriore di un autocarro pesante.**

normalmente costituito da bracci oscillanti applicati all'ossatura della carrozzeria oppure ad uno speciale telaio.

## FUSI A SNODO

I fusi a snodo sono i due elementi estremi articolati all'assale o della sospensione anteriore a ruote indipendenti e sugli stessi girano folli le ruote, supportate da cuscinetti a rulli conici.

La forma del fuso è generalmente tronco conica nella parte di supporto della ruota, mentre varia a secondo dei casi nell'attacco con l'assale. Nel tipo di fuso riportato in fig. 211 è possibile vedere come lo stesso sia collegato all'assale per mezzo di due supportini facenti parte del fuso stesso; tali supportini possono essere costruiti con cuscinetti interni di bronzo o di acciaio temperato, oppure con cuscinetti a sfere dei tipi sia portanti che di spinta o con cuscinetti a rulli conici che adempiono contemporaneamente alla funzione portante e di reggispinta.

Nel caso esaminato i supportini del fuso a snodo contengono un cuscinetto portante a rullini ed un cuscinetto reggispinta.

Il collegamento tra i supportini del fuso a snodo e l'assale è ottenuto per mezzo di un perno riportato, detto anche **perno di snodo,** il quale può essere di varia forma: pieno o forato, a diametro costante od a diametro variabile.

## ORGANI DELLO STERZO

Il funzionamento dello sterzo sulle ruote anteriori avviene per mezzo dei seguenti organi e nel modo sottodescritto.

Sui fusi a snodo sono montati dei bracci, chiamati anche **leve di accoppiamento,** i quali sono collegati tra loro per mezzo di un tirante trasversale che rende le due ruote solidali tra loro nel movimento di orientazione.

Nella fig. 214, in luogo di un solo tirante trasversale di unione delle leve di accoppiamento, si hanno un tirante centrale e due laterali (destro e sinistro) in quanto il sistema di comando dello sterzo comprende anche un supporto di rinvio.

I tiranti di collegamento delle leve di accoppiamento sono comandati da una leva di direzione, azionata a sua volta dal **comando dello sterzo.**

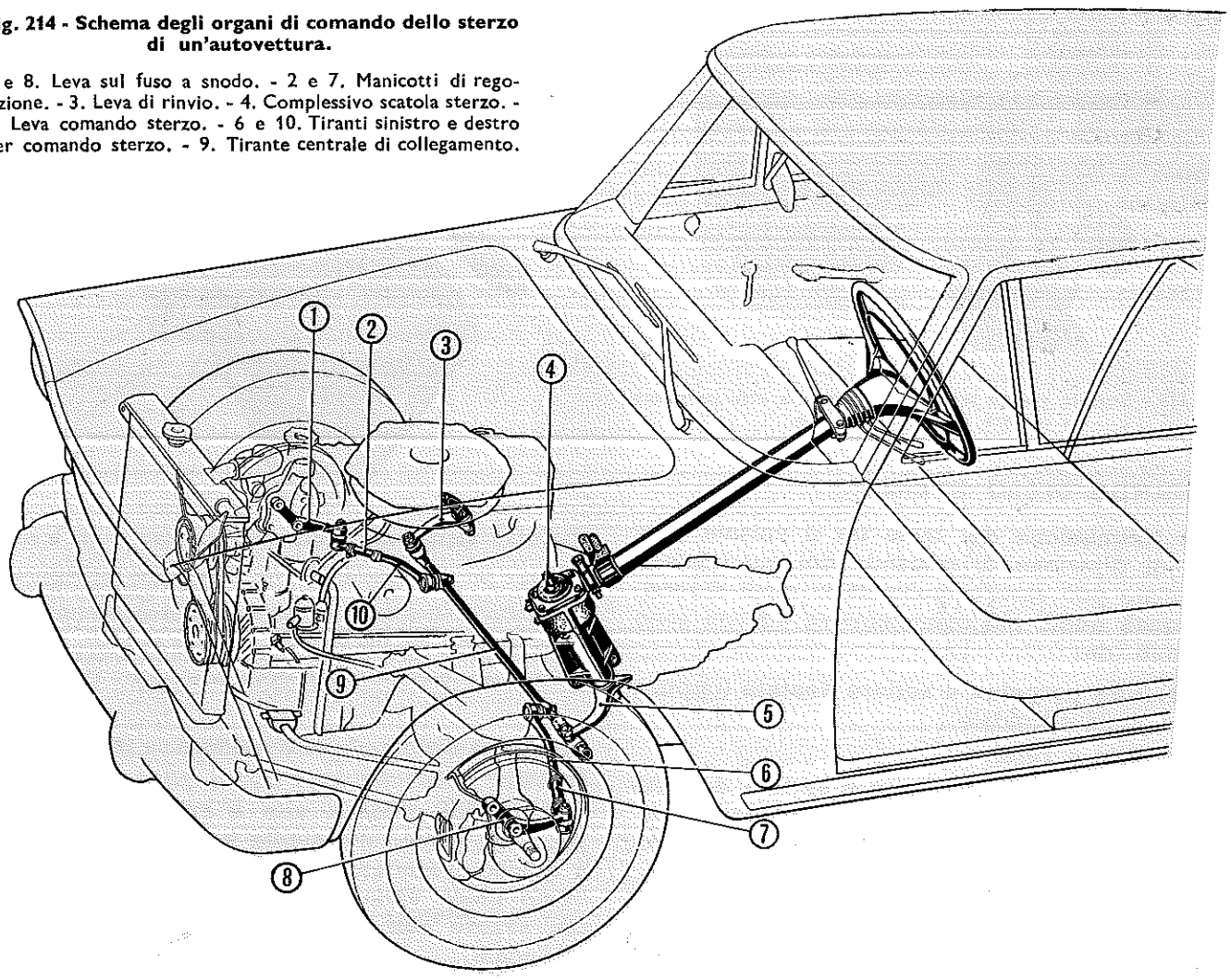



**Fig. 214 - Schema degli organi di comando dello sterzo di un'autovettura.**

1 e 8. Leva sul fuso a snodo. - 2 e 7. Manicotti di regolazione. - 3. Leva di rinvio. - 4. Complessivo scatola sterzo. - 5. Leva comando sterzo. - 6 e 10. Tiranti sinistro e destro per comando sterzo. - 9. Tirante centrale di collegamento.

L'unione tra i diversi tiranti e le rispettive leve può essere ottenuta con articolazioni cilindriche o sferiche; le articolazioni cilindriche sono adottabili solo quando gli assi di snodo sono paralleli ed i fusi non si spostano lungo tali assi (spostamenti che avvengono, ad esempio, nelle sospensioni con ruote indipendenti); nei casi in cui le estremità delle leve si muovono in piani diversi si usano invece articolazioni del tipo sferico.

I dispositivi di articolazione dei tiranti laterali con le leve di accoppiamento sono generalmente riportati ed avvitati sulle estremità dei tiranti stessi, in quanto deve essere possibile, all'atto del montaggio, variare la lunghezza dei tiranti per ottenere il parallelismo od una leggera convergenza in avanti delle ruote anteriori. Parallelismo o convergenza (nella maggior parte dei casi) che sono necessari per la sterzatura del veicolo.

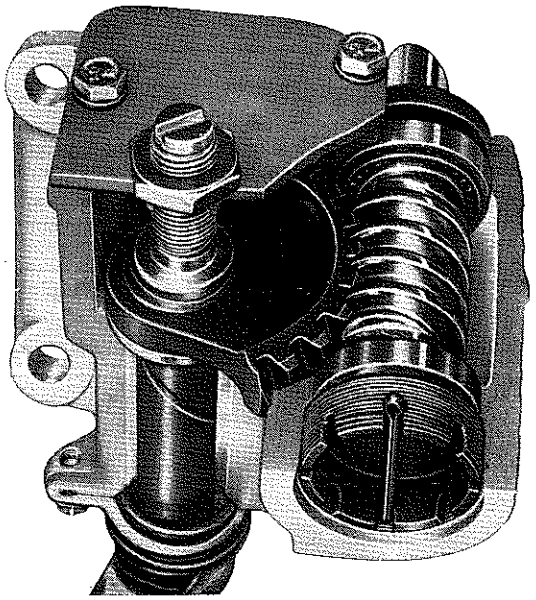


**Fig. 215 - Scatola sterzo sezionata del tipo a vite perpetua e settore dentato elicoidale.**

## COMANDO DELLO STERZO

La trasmissione del moto tra il volante e la leva di direzione di comando del quadrilatero articolato può essere realizzata in modi diversi, dei quali quelli più comunemente adottati sono costituiti da:

1) **Vite perpetua e settore dentato** (oppure vite e ruota elicoidale).

2) **Vite e rullo.**

Nel tipo di guida con **vite e settore dentato elicoidali**, come illustrato in fig. 215, il volante di direzione è solidale con un albero, chiamato **piantone guida**, il quale porta all'estremità inferiore una vite senza fine, opportunamente supportata per mezzo di cuscinetti a sfere, la cui sede di alloggiamento è ricavata nella **scatola sterzo.**

Il montaggio della vite è tale da impedire alla stessa qualsiasi spostamento assiale, consentendole unicamente il movimento di rotazione.

La vite ingrana a sua volta con un settore dentato il cui albero può ruotare intorno al proprio asse, in quanto è montato su cuscinetti a sfere od a rulli. Sull'albero del settore dentato è montata la leva di comando del complessivo sterzo.

Quando il volante viene ruotato, la rotazione si trasmette alla vite elicoidale e quindi, attraverso l'imbocco della vite con il settore dentato, al settore stesso. La rotazione del settore e del suo albero producono uno spostamento della leva di comando dello sterzo calettata sull'albero e quindi provocano lo spostamento del quadrilatero articolato comandato dalla leva stessa.

In luogo del settore dentato può essere impiegata, con lo stesso risultato, una ruota elicoidale.

Allo scopo di eliminare gli eventuali giuochi creatisi, sono previste nella scatola sterzo opportune registrazioni, atte a consentire la ripresa del giuoco assiale della vite, del giuoco longitudinale dell'albero porta settore e del giuoco tra vite e settore.

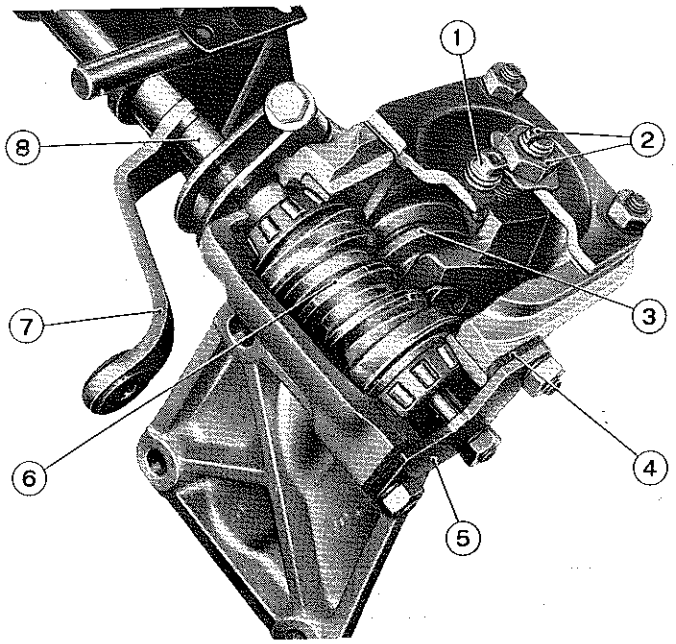



**Fig. 216 - Scatola sterzo sezionata del tipo a vite e rullo.**

1. Tappo per introduzione olio. - 2. Dado e vite per registro albero portarullo comando sterzo. - 3. Rullo comando sterzo. - 4. Piastrine di registro del cuscinetto a rulli anteriore. - 5. Coperchio reggispinta per vite perpetua. - 6. Vite perpetua. - 7. Leva comando tirante rinvio innesto marce. - 8. Albero comando sterzo.

Il tipo di guida a **vite e rullo,** illustrata in fig. 216, è del tutto simile come funzionamento a quella precedentemente descritta e presenta, come unica variante essenziale, la sostituzione del settore con un rullo comandato dalla vite elicoidale.

Ad evitare che gli urti subiti dalle ruote anteriori durante la marcia possano trasmettersi alla coppia vite-settore nella scatola sterzo e quindi ripercuotersi sul volante, la leva di comando dello sterzo viene collegata ai tiranti del quadrilatero articolato per mezzo di giunti sferici particolari capaci di assorbire le vibrazioni.

La coppia vite-settore o vite-rullo permette sempre di realizzare una forte demoltiplicazione tra la rotazione compiuta dal volante e quella dell'albero che porta la leva di direzione.

## INCLINAZIONI CARATTERISTICHE DEI FUSI E DEI PERNI DI SNODO

**I fusi a snodo** delle ruote anteriori non sono mai orizzontali, ma leggermente inclinati verso il basso rispetto all'orizzontale (fig. 217). Tale inclinazione dei fusi la si può giustificare tenendo presente che è necessario avvicinare il centro di appoggio del pneumatico sul terreno, al punto di incontro dell'asse del perno di snodo, condizione ottenibile anche inclinando il solo perno di snodo. In generale però, al fine di non avere angoli di inclinazione del perno di snodo troppo forti, si preferisce dare anche ai fusi delle ruote una leggera inclinazione verso il basso.

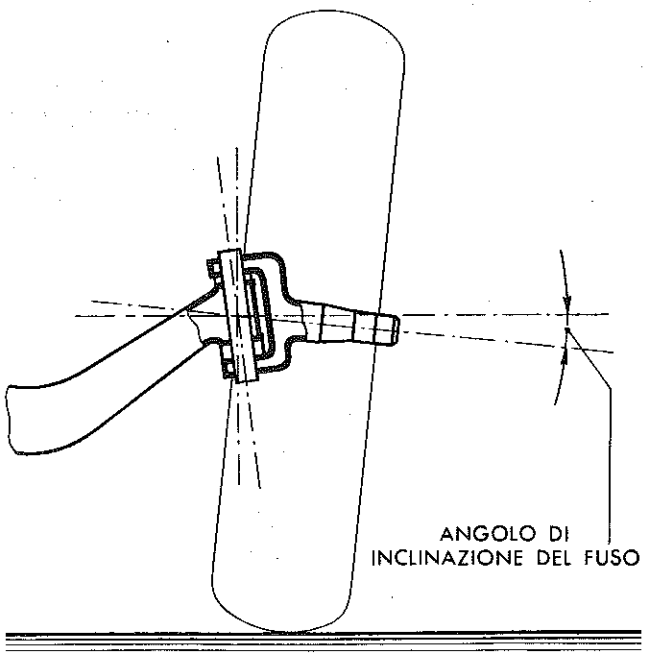



**Fig. 217 - Angolo di inclinazione del fuso a snodo.**

**I perni di snodo** possono a loro volta avere due inclinazioni caratteristiche:

1) Una inclinazione laterale rispetto alla verticale (fig. 218).

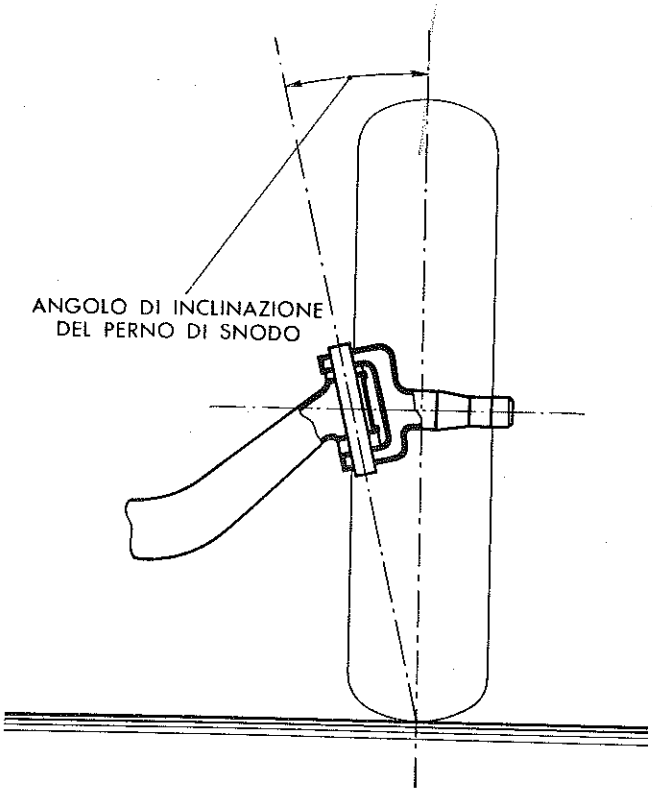



**Fig. 218 - Angolo di inclinazione del perno di snodo.**

2) Una inclinazione in avanti rispetto alla verticale (angolo di incidenza) (fig. 219).

L'inclinazione laterale del perno di snodo (fig. 218) serve a far coincidere il centro di appoggio del pneumatico, sul terreno, con il punto di incontro dell'asse del perno di snodo, e ad ottenere nello stesso tempo una certa stabilità della guida.

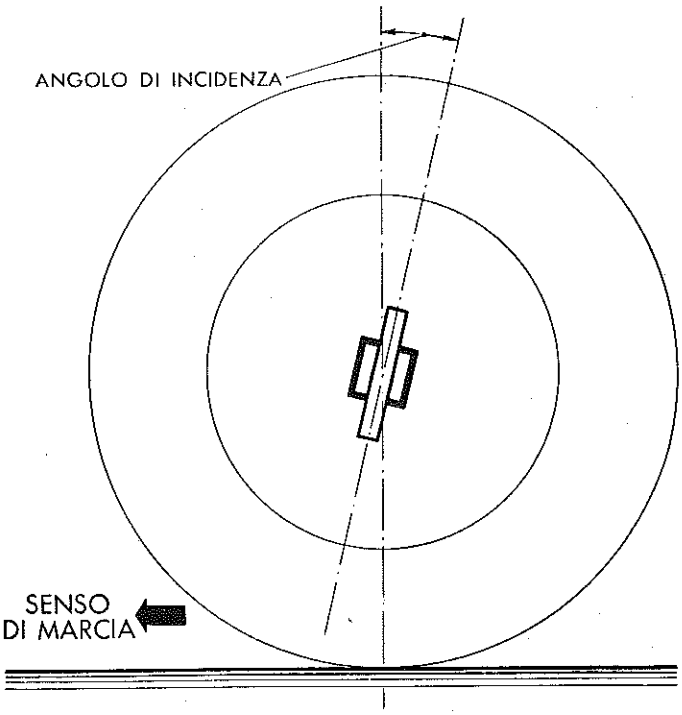



**Fig. 219 - Angolo di incidenza del perno di snodo.**

Per mezzo dell'inclinazione laterale del perno di snodo, si ha infatti che la ruota, girando intorno ad un asse non verticale, tende ad abbassarsi rispetto al perno di snodo, durante una curva. Poichè il terreno sul quale appoggia il pneumatico non consente un infossamento della ruota, saranno pertanto l'assale oppure i bracci oscillanti (nella sospensione a ruote indipendenti) che si solleveranno provocando la compressione delle molle della sospensione. La reazione di tali molle frenerà il movimento di orientazione delle ruote ed agirà in modo da riportare le ruote stesse sulla normale linea di marcia in rettilineo.

Il combaciamento del centro di appoggio del pneumatico sul terreno con il punto di incontro dell'asse del perno di snodo, permette inoltre di evitare che sollecitazioni laterali trasmesse alla ruota tendano a farla ruotare, in quanto essendo tali forze applicate sul prolungamento dell'asse del perno di snodo, non dànno coppia e quindi non possono provocarne la rotazione.

L'inclinazione del perno di snodo in avanti rispetto alla verticale (**angolo di incidenza**) ottiene praticamente lo stesso effetto dell'inclinazione laterale e precisamente quello di ottenere la stabilità della guida, causando il ritorno delle ruote dalla posizione assunta in curva a quella rettilinea, non appena il volante venga abbandonato dal guidatore.

Le reazioni del terreno sulla ruota, dato che il centro di appoggio del pneumatico sul terreno risulta spostato indietro rispetto al punto di incontro dell'asse del perno di snodo, sono tali da creare una coppia capace di raddrizzare le ruote. Maggiore sarà la velocità del veicolo e tanto più rapido sarà il ritorno dello sterzo nella posizione normale di marcia rettilinea.

## CONVERGENZA ED INCLINAZIONE DELLE RUOTE ANTERIORI

Poichè durante la marcia le ruote anteriori di un veicolo tendono a divaricarsi, con conseguente anormale usura dei pneumatici, si dà alle ruote stesse una certa **convergenza**, in modo che i piani delle ruote non siano paralleli all'asse longitudinale del veicolo, bensì convergenti in avanti.

Il valore della convergenza viene definito in pratica (fig. 220) dando la misura in mm della differenza tra le distanze anteriore e posteriore, misurate tra i bordi del cerchione metallico della ruota. La quota A deve normalmente risultare maggiore di qualche mm rispetto alla quota B.

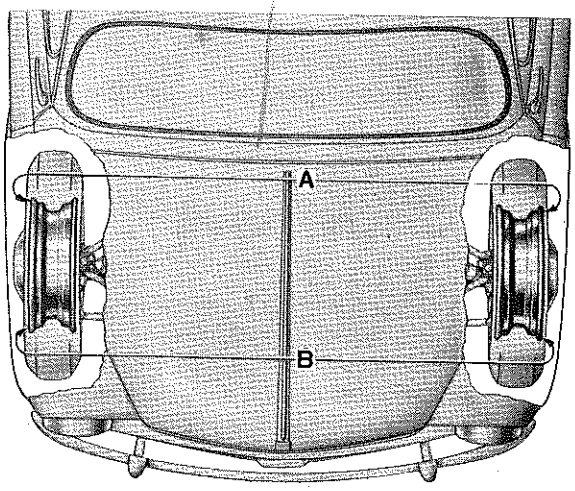



**Fig. 220 - Schema per il controllo della convergenza delle ruote anteriori.**

La quota A deve normalmente risultare maggiore di qualche mm rispetto alla quota B.

Il valore della **inclinazione** delle ruote anteriori è dato dalla differenza della distanza, rispetto alla verticale, dei bordi superiore ed inferiore dei cerchioni. Si misura appoggiando una squadra al terreno (fig. 221): la quota D deve normalmente risultare maggiore di qualche millimetro rispetto alla quota C.

La convergenza e l'inclinazione delle ruote anteriori devono essere osservate scrupolosamente affinchè l'avanzamento dei veicoli e la loro guida risultino nelle migliori condizioni, con buona tenuta della strada, ed anche perchè, come è stato detto, hanno molta importanza per evitare una usura anormale dei pneumatici.

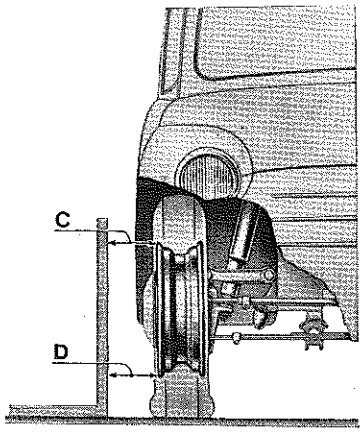



**Fig. 221 - Schema per il controllo dell'inclinazione delle ruote anteriori.**

La quota D deve normalmente risultare maggiore di qualche mm rispetto alla quota C.

# AUTOCARRO CON DUE ASSALI ANTERIORI E QUATTRO RUOTE STERZANTI (FIAT MOD. 690 N)

La guida è montata di fianco al motore sul lato destro; essa è del tipo a vite senza fine e settore elicoidale.

La sterzatura delle quattro ruote anteriori è facilitata da un servosterzo (ved. pag. 158).

Il complessivo sterzo (fig. 223) è costituito da:

— tre leve: una di comando, calettata sull'albero porta settore della scatola guida, e due di rinvio imperniate a due supporti fissati sul lato esterno del longherone destro del telaio;

— un tirante longitudinale munito alle due estremità di forcelle, il quale collega superiormente le due leve di rinvio;

— un tirante comando cilindro idraulico, collegato anteriormente per mezzo di una testa a snodo alla leva sterzo di comando, e posterior-

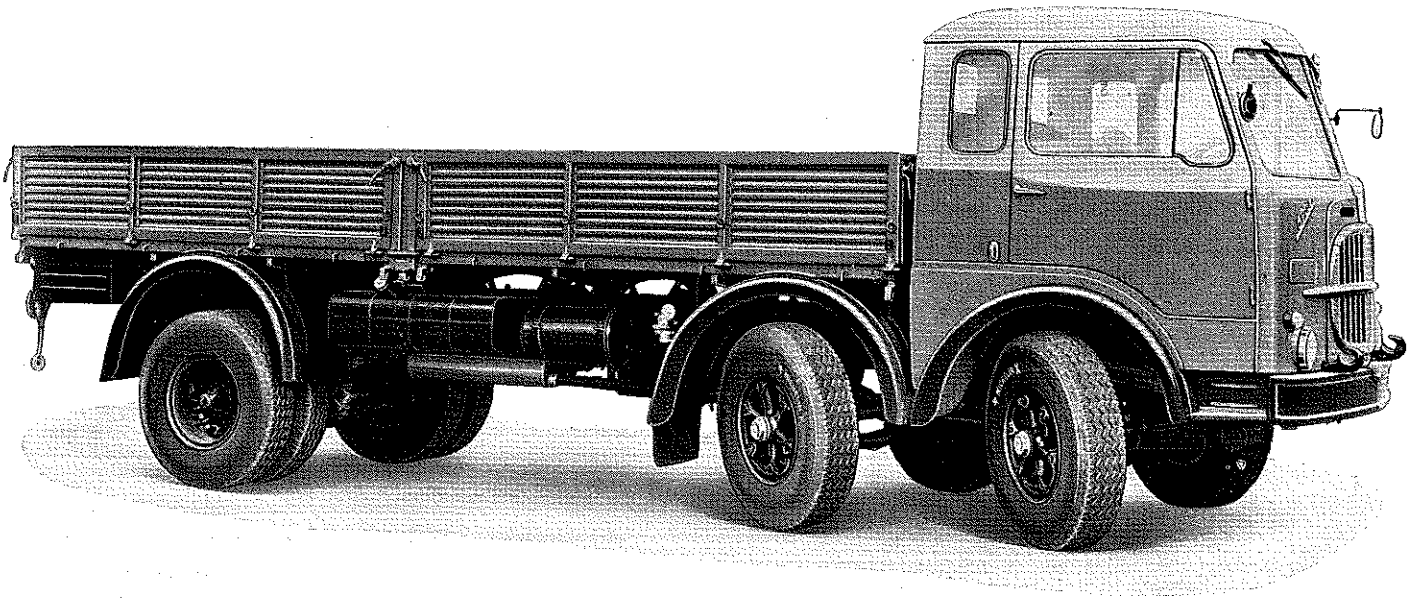


**Fig. 222 - Autocarro FIAT con due assali anteriori mod. 690 N.**

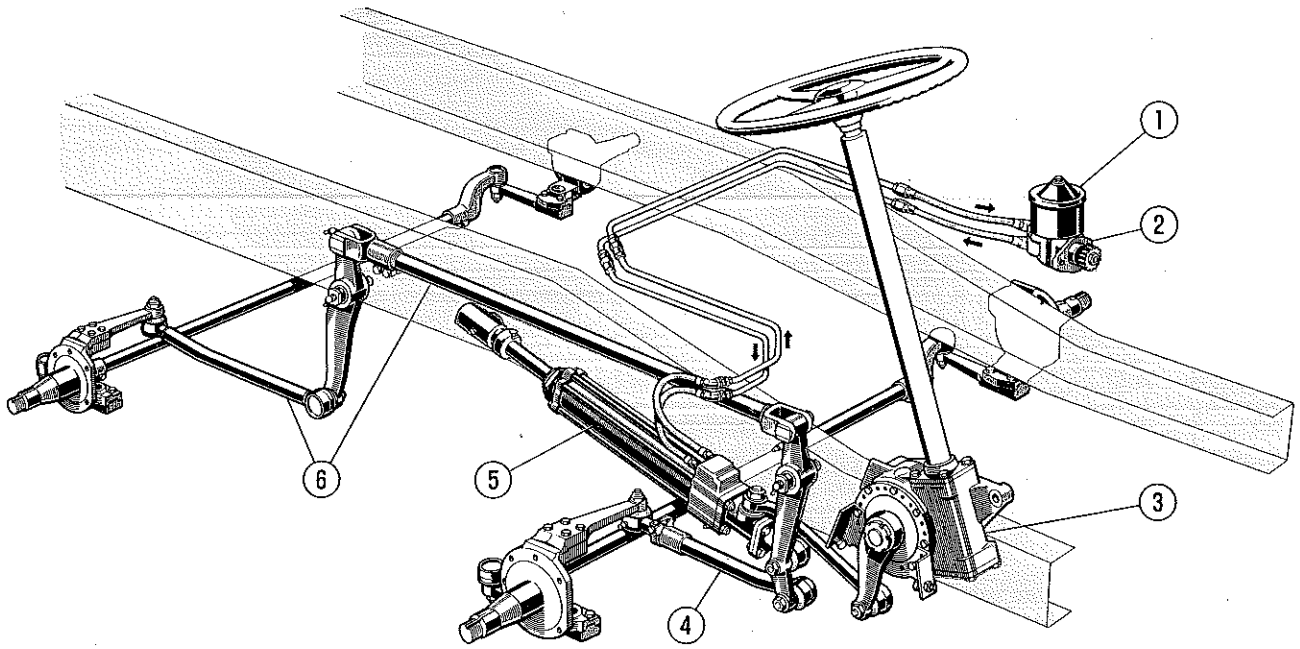



**Fig. 223 - Schema di comando dello sterzo dell'autocarro con due assali anteriori mod. 690 N.**

1. Serbatoio olio. - 2. Pompa olio servosterzo. - 3. Scatola sterzo. - 4. Tirante longitudinale per il comando del primo asse sterzante. - 5. Cilindro operatore. - 6. Tiranti longitudinali per il comando del secondo asse sterzante.

mente imperniato al cilindro operatore del servosterzo;

— un tirante longitudinale che comanda il primo asse sterzante, imperniato anteriormente alla prima leva di rinvio e posteriormente alla leva superiore sul fuso destro dell'assale anteriore;

— un tirante longitudinale che comanda il secondo asse sterzante, imperniato anteriormente alla seconda leva di rinvio e posteriormente alla leva superiore sul fuso destro dell'assale intermedio;

— due tiranti trasversali, uno per ogni asse sterzante, che collegano mediante perni a sfera, posti alle loro estremità, le leve sterzo inferiori per fuso a snodo disposte sullo stesso assale;

— una pompa olio del tipo a capsulismo, montata sul lato sinistro del motore, la quale per mezzo di alcuni ingranaggi di rinvio si collega all'albero a manovella, da cui riceve il moto;

— un cilindro operatore con l'estremità dello stelo dello stantuffo ancorata al lato esterno del longherone destro del veicolo e la testa dell'estremità opposta articolata alla prima leva di rinvio.

# SERVOSTERZO IDRAULICO

Il servosterzo ha lo scopo di facilitare il guidatore nelle manovre di rotazione del volante guida nei due sensi. Esso viene inserito nella tiranteria di comando dello sterzo. Si tratta di un dispositivo atto a produrre e trasmettere ai leveraggi di direzione una spinta destinata a sostituire la maggior parte dello sforzo normalmente trasmesso dal volante attraverso i consueti meccanismi della guida.

Il dispositivo assolve inoltre un'importante funzione di sicurezza nel caso di scoppio in marcia di un pneumatico anteriore. In tale caso infatti il servo sterzo interviene con effetto contrario, mantenendo costante la direzione del veicolo.

Il servosterzo idraulico è alimentato da olio speciale in pressione provveduto da apposita pompa. La pressione di tale olio viene opportunamente sfruttata, per realizzare la spinta supplementare sulla tiranteria dello sterzo.

## SERVOSTERZO DELL'AUTOCARRO MOD. 690 N

Vedere lo schema di comando dello sterzo, fig. 223.

Il dispositivo è costituito da:

— un cilindro operatore (fig. 224) con stantuffo a doppio effetto, sistemato in posizione longitudinale sotto la scatola guida ed esternamente al longherone destro;

— valvolismi di comando sistemati all'estremità posteriore del cilindro operatore che regolano

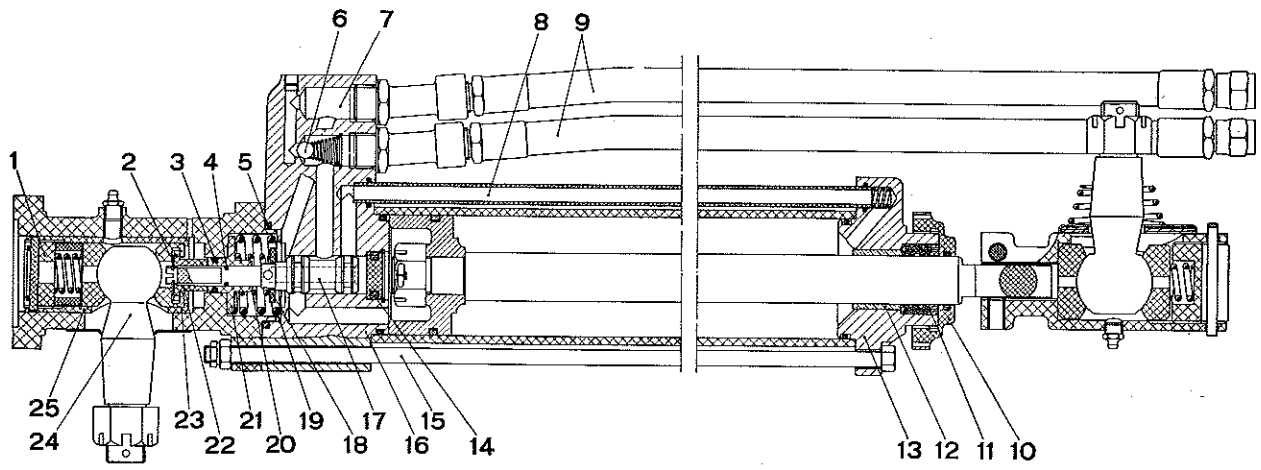



**Fig. 224 - Sezione del cilindro operatore servosterzo idraulico montato sull'autocarro mod. 690 N.**

1. Tappo per manicotto. - 2. Piastrina di sicurezza. - 3. Anello di tenuta per scodellino. - 4. Anello di tenuta per valvola. - 5. Anello di tenuta per corpo valvola. - 6. Valvola esclusione comando idraulico. - 7. Condotto di ritorno olio. - 8. Tubo passaggio olio dal corpo della valvola alla testa del cilindro. - 9. Tubazioni flessibili. - 10. Dado premiguarnizione sullo stelo stantuffo. - 11. Guarniture di tenuta di gomma e tela. - 12. Boccola di guida stelo stantuffo. - 13. Testa del cilindro. - 14. Anello di tenuta sul tappo. - 15. Tirante. - 16. Corpo della valvola. - 17. Valvola di comando. - 18. Rosetta per molla. - 19. Molla esterna per valvola. - 20. Molla interna. - 21. Scodellino per molla. - 22. Ghiera registro valvola di comando. - 23. Manicotto. - 24. Perno sfera. - 25. Manicotto.

l'afflusso e lo scarico dell'olio alle due estremità del cilindro;

— tubazioni rigide e flessibili che collegano la pompa dell'olio al circuito idraulico del cilindro operatore;

— pompa olio ad alta pressione, provvista di valvola interna di regolazione e di serbatoio sistemata sul fianco sinistro del motore.

Questo tipo di servosterzo idraulico è montato anche su altri modelli di autocarri ed autobus FIAT.

## SERVOSTERZO FIAT TIPO F 1

Il servosterzo idraulico FIAT tipo F 1 viene montato sull'autocarro mod. 643 N e su altri veicoli. Esso è costituito dai seguenti gruppi:

— una pompa idraulica (8, fig. 225);

— un distributore comando servosterzo o una valvola a quattro vie, incorporata alla scatola sterzo (4, fig. 225);

— un cilindro operatore (7, fig. 225) ancorato al telaio ed agente sulla leva della scatola sterzo (7, fig. 227).

Il servosterzo viene applicato sul veicolo con una estremità fissata rigidamente ad un appropriato supporto solidale col veicolo stesso, e con l'altra estremità applicata alla leva della scatola sterzo, la quale è anche collegata al tirante longitudinale dello sterzo.

La valvola a quattro vie comunica, mediante due condutture distinte, con la pompa idraulica e con il serbatoio della pompa (1, fig. 225); inoltre è pure collegata al cilindro operatore con due altre tubazioni e precisamente: una tubazione conduce all'estremità del cilindro ancorata al telaio, l'altra tubazione all'estremità opposta.

Il funzionamento del servosterzo avviene nel seguente modo: il movimento del volante è trasmesso direttamente dal piantone guida ad un dispositivo di comando della valvola a quattro vie (vedere le figg. 228, 229 e 230). Detto dispositivo, a seconda del senso di rotazione del volante, comanda il passaggio del liquido dalla valvola al cilindro operatore, attraverso l'una o l'altra delle tubazioni di collegamento valvola-cilindro, determinando lo spostamento dello stantuffo verso l'estremità ancorata al telaio, oppure in direzione opposta.

Quando il motore è avviato, nell'interno del

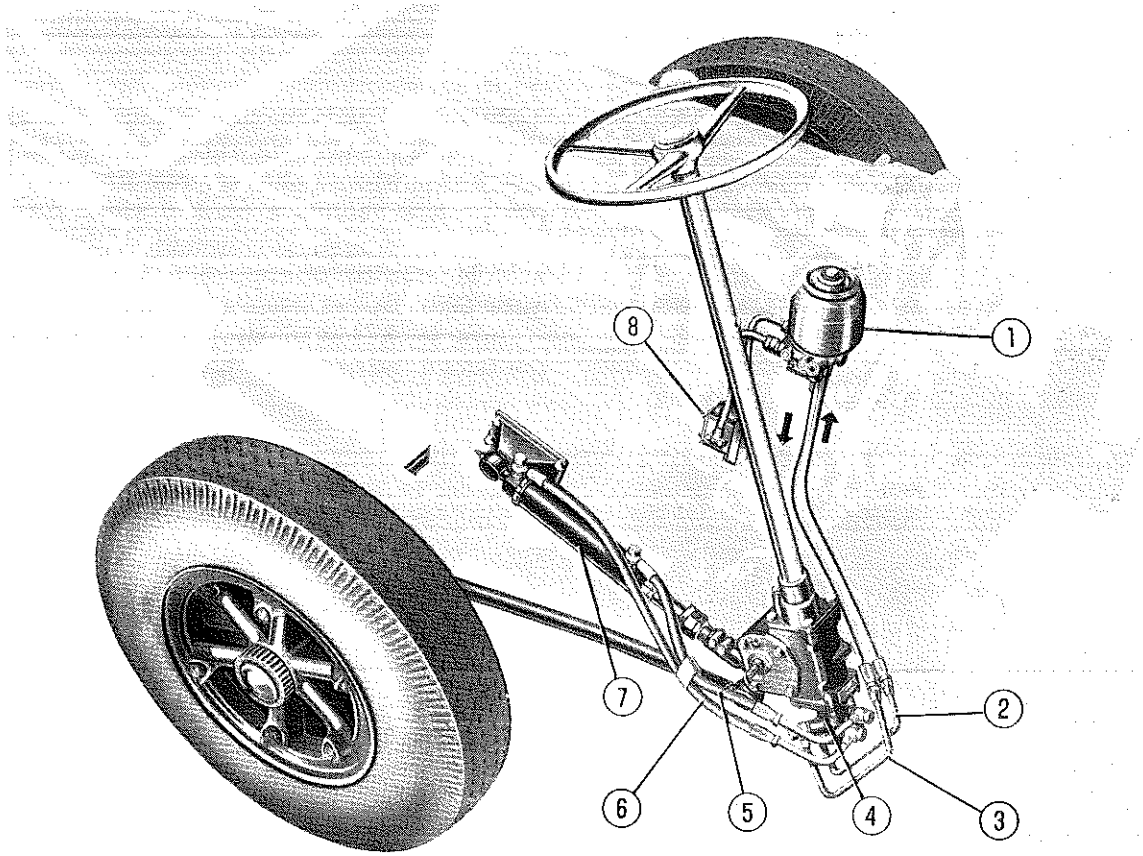



**Fig. 225 - Schema di montaggio del servosterzo idraulico Fiat F 1 sull'autocarro mod. 643 N.**

1. Serbatoio liquido per servosterzo. - 2. Tubazione ricupero liquido. - 3. Tubazione mandata liquido. - 4. Distributore comando servosterzo. - 5. Tubazione comando sterzata a sinistra. - 6. Tubazione comando sterzata a destra. - 7. Cilindro operatore. - 8. Pompa servosterzo.

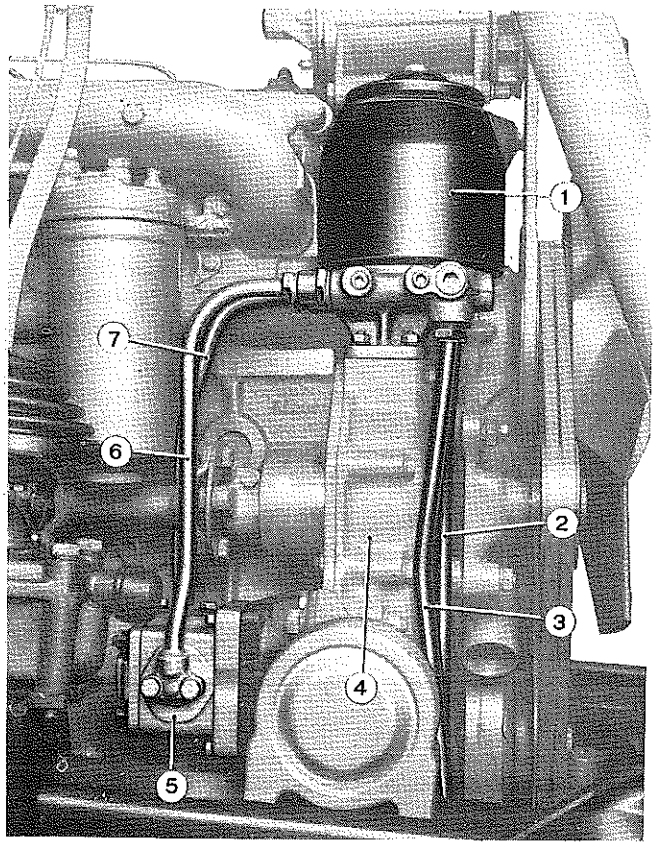



**Fig. 226 - Particolari del servosterzo idraulico Fiat tipo F1.**
1. Serbatoio del liquido. - 2. Tubazione passaggio liquido di ritorno dal distributore comando servosterzo. - 3. Tubazione passaggio liquido al distributore comando servosterzo. - 4. Basamento motore. - 5. Pompa del servosterzo. - 6. Tubazione passaggio liquido dalla pompa al raccordo di mandata al distributore. - 7. Tubazione dal serbatoio alla pompa.

corpo valvola la camera in corrispondenza del condotto comunicante con la pompa olio permane costantemente in pressione.

Operando gli spostamenti assiali della valvola e conseguentemente delle scanalature, si mette in comunicazione la camera in pressione con uno dei condotti collegati con le camere inferiore e superiore del cilindro operatore fissato alla leva sterzo.

Ne segue che, quando il liquido in pressione fluisce alla parte posteriore del cilindro ancorata al telaio, si ha uno spostamento dello stantuffo verso l'esterno, ossia un movimento di estensione (sterzata a destra, fig. 229); l'olio presente nella camera anteriore del cilindro ritorna al serbatoio attraverso la valvola a quattro vie.

Viceversa, quando il liquido in pressione giunge alla parte anteriore del cilindro si ha il funzionamento nella direzione opposta, ossia lo stantuffo, spinto dal liquido, compie un movimento di retrazione (sterzata a sinistra, fig. 230); l'olio presente nella camera posteriore ritorna sempre al serbatoio passando attraverso la valvola a quattro vie.

Quando al volante non è impresso alcun movimento, il cilindro operatore non è più collegato con la pompa; l'olio circola liberamente dalla pompa alla valvola a quattro vie e da questa al serbatoio pompa, rimanendo escluso il circuito valvola-cilindro operatore (posizione neutra, figura 228).

Durante il funzionamento del servosterzo, il guidatore percepisce la reazione dello sforzo

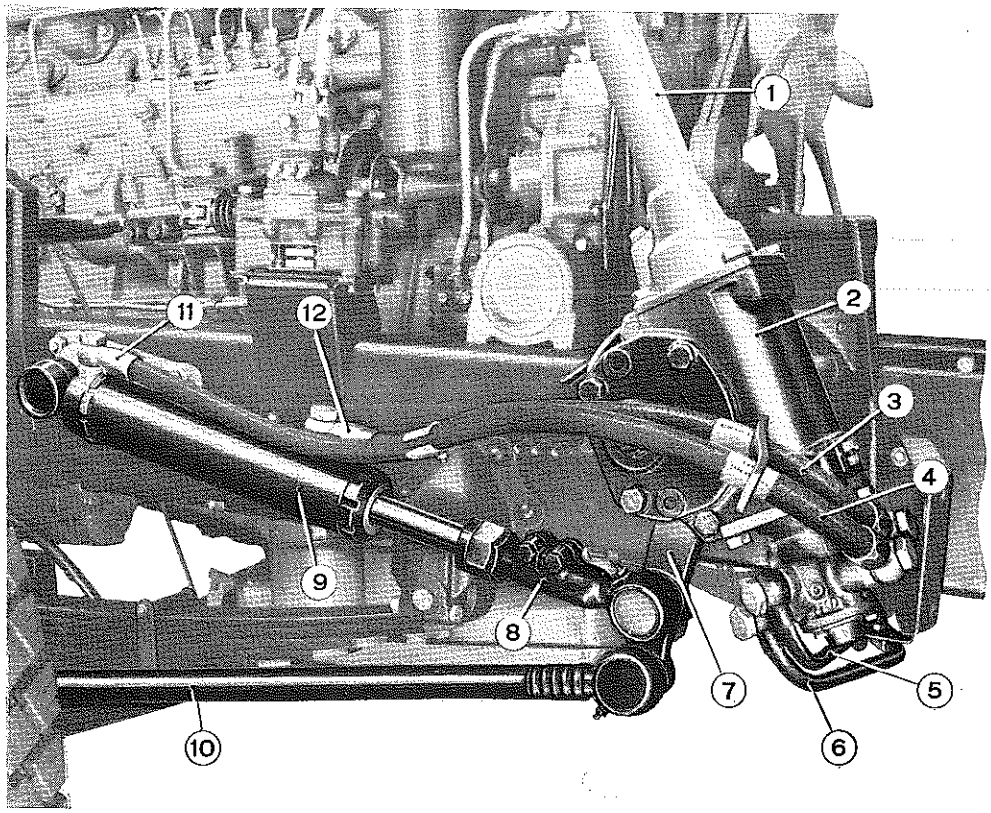



**Fig. 227.**

**Servosterzo idraulico Fiat tipo F1 montato sull'autocarro mod. 643 N.**

1. Tubo sterzo. - 2. Scatola sterzo. - 3. Tubazione passaggio liquido per camera inferiore cilindro. - 4. Tubazione passaggio liquido per camera superiore cilindro. - 5. Tubazione passaggio liquido dalla pompa. - 6. Tubazione passaggio liquido al serbatoio. - 7. Leva comando sterzo. - 8. Attacco inferiore del cilindro. - 9. Cilindro operatore. - 10. Tirante longitudinale dello sterzo. - 11. Raccordo al cilindro della tubazione 4. - 12. Raccordo al cilindro della tubazione 3.

# SCHEMA DI FUNZIONAMENTO DELLA VALVOLA IDRAULICA A QUATTRO VIE DEL SERVOSTERZO FIAT F 1

Vedere la descrizione del funzionamento a pag. 159.

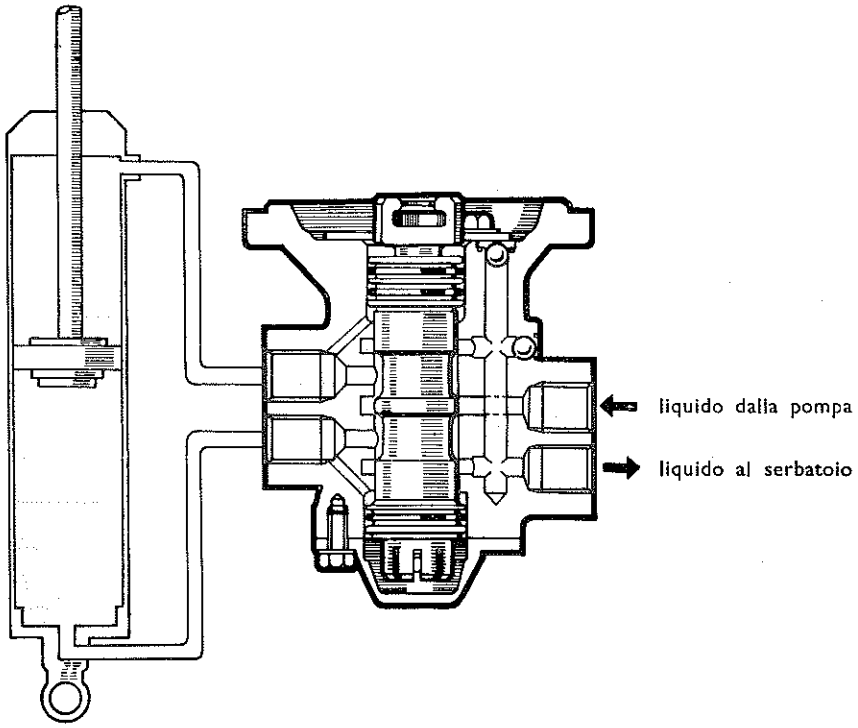



**Fig. 228.**
**POSIZIONE NEUTRA**

Liquido a bassa pressione

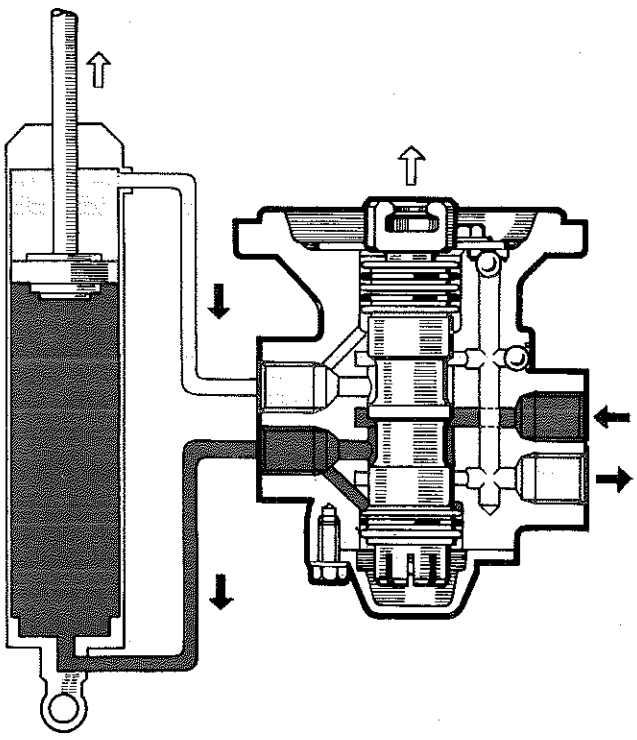


**Fig. 229.**

**STERZATA A DESTRA: Valvola retratta, stantuffo in estensione.**

Liquido in pressione. Liquido a bassa pressione.

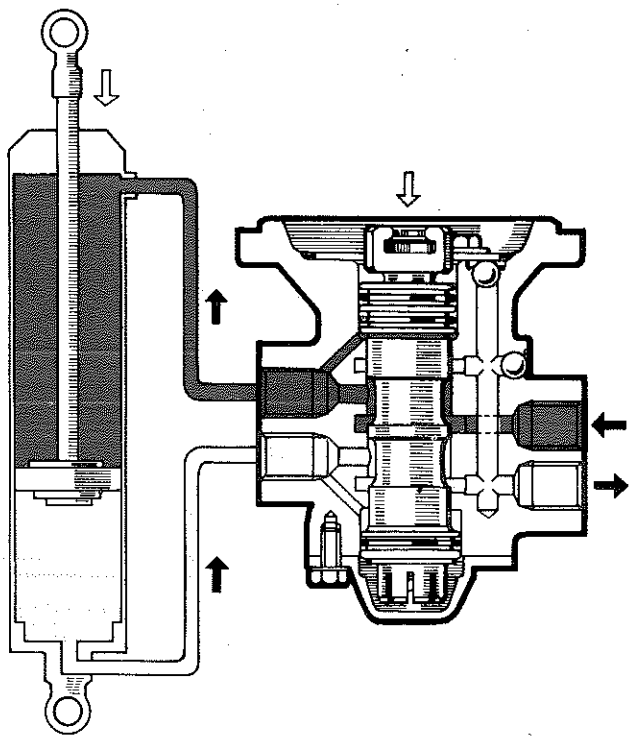


**Fig. 230.**

**STERZATA A SINISTRA: Valvola estesa, stantuffo in retrazione.**

Liquido in pressione. Liquido a bassa pressione

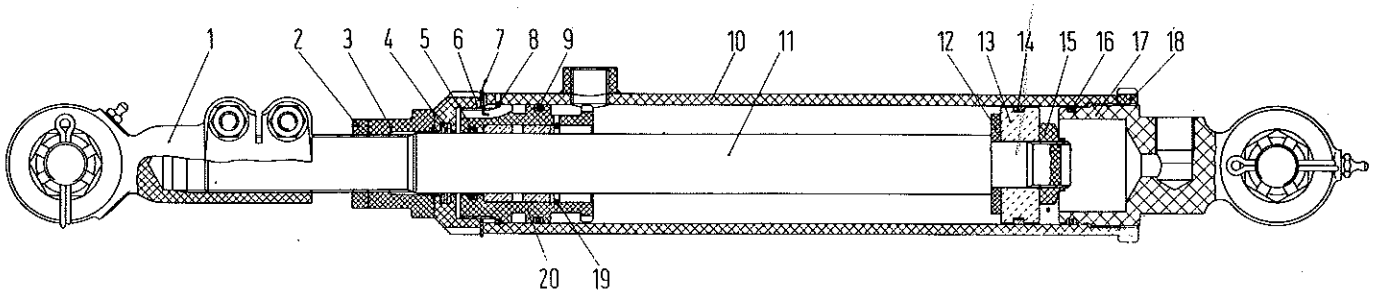



**Fig. 231 - Sezione longitudinale del cilindro operatore del servosterzo Fiat tipo F1.**

1. Manicotto registrabile. - 2. Dado bloccaggio manicotto. - 3. Manicotto registrazione corsa stantuffo. - 4. Guarnizione. - 5. Guarnizione. - 6. Testa anteriore cilindro. - 7. Piastrina di sicurezza. - 8. Anello elastico. - 9. Guarnizione. - 10. Corpo cilindro. - 11. Asta stantuffo. - 12. Rosetta. - 13. Stantuffo. - 14. Segmento di tenuta. - 15. Dado bloccaggio stantuffo. - 16. Guarnizione. - 17. Testa posteriore cilindro. - 18. Ghiera bloccaggio testa. - 19. Anello elastico. - 20. Guida asta.

fatto dal cilindro operatore, poichè nella valvola a quattro vie esistono due camere di reazione, collegate idraulicamente alle due corrispondenti camere del cilindro e tendenti a riportare il dispositivo di comando nella posizione neutra. Tale reazione è proporzionale alla pressione agente nel cilindro e quindi alla spinta del cilindro stesso.

La pressione massima di esercizio è di 70 kg/cm$^2$.

Il cilindro esercita una spinta di kg 2045 in estensione e di kg 1515 in retrazione.

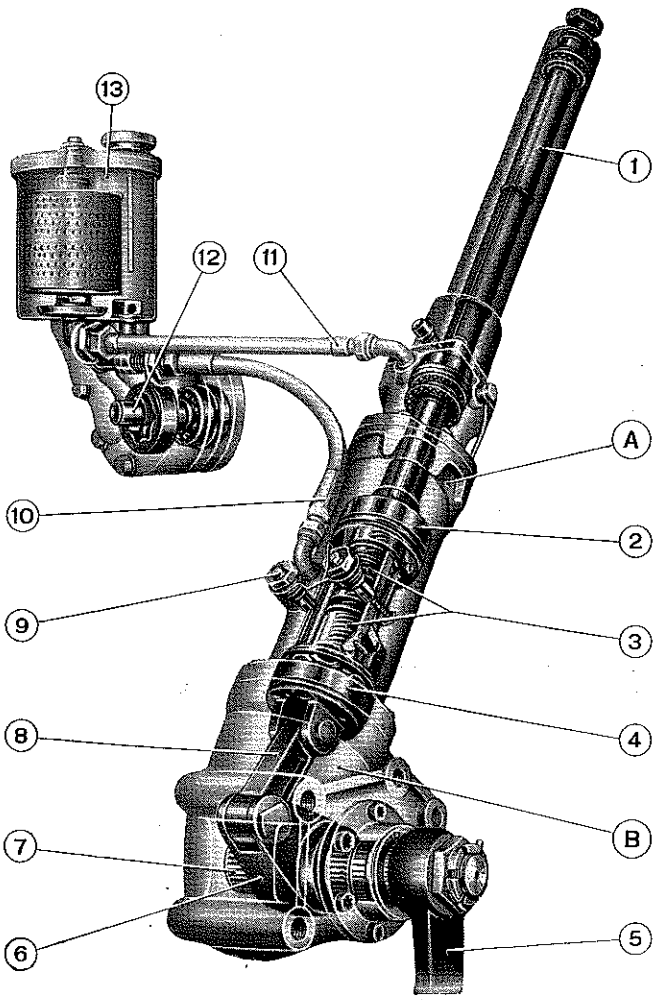



**Fig. 232 - Complessivo sterzo idraulico a vite.**

1. Albero comando sterzo con vite senza fine. - 2. Parte superiore dello stantuffo. - 3. Madrevite dello sterzo. - 4. Parte inferiore dello stantuffo. - 5. Leva sterzo. - 6. Manovella. - 7. Albero sterzo. - 8. Biella. - 9. Valvola di regolazione. - 10. Tubazione di mandata dell'olio. - 11. Tubazione di ritorno dell'olio. - 12. Pompa olio. - 13. Serbatoio olio con filtro. - A. Camera o vano superiore. - B. Camera o vano inferiore.

## STERZO IDRAULICO A VITE

### Per veicoli industriali.

Su alcuni modelli di autocarri ed autobus viene montato lo sterzo idraulico a vite illustrato nella fig. 232.

Come si vede, i dispositivi di comando sono incorporati nella guida.

La pompa dell'olio (12) è azionata dal motore e può raggiungere elevate pressioni. Ad essa è accoppiato il serbatoio (13) con filtro.

Girando il volante, la madrevite dello sterzo si sposta verso il basso o verso l'alto, a seconda del senso di rotazione e del passo della vite.

È sufficiente uno spostamento di pochi centesimi di mm della madrevite perchè l'olio sotto pressione proveniente dalla pompa fluisca in un solo vano (A o B, fig. 232). Il flusso viene diretto in modo tale che lo stantuffo, spinto dalla pressione dell'olio, segue il movimento della madrevite; mentre l'olio che si trova nel vano opposto ritorna al serbatoio. Questa situazione si mantiene per tutto il tempo in cui la madrevite rimane spostata rispetto al pistone. L'equilibrio delle forze viene raggiunto solo quando lo stantuffo abbia nuovamente raggiunto la posizione neutrale.

Nella posizione neutrale l'olio affluisce dalla pompa nella parte centrale dello stantuffo attraverso gli appositi fori disposti radialmente, arriva alle luci di distribuzione, fluisce su entrambi i lati e giunge, attraverso le scanalature della madrevite, alla camera di ritorno dell'olio.

Sotto la spinta della parte superiore (2) o di quella inferiore (4) dello stantuffo, viene impresso un movimento di rotazione alla leva sterzo (5) mediante la biella (8) e la manovella (6) montata sull'albero (7).

Con questo sterzo idraulico la rotazione del volante guida non richiede alcun sforzo.

## Per autovetture.

Su alcuni tipi di vetture, come ad esempio sul mod. 2300 lusso, viene montato lo sterzo idraulico illustrato nelle figure 233 e 234.

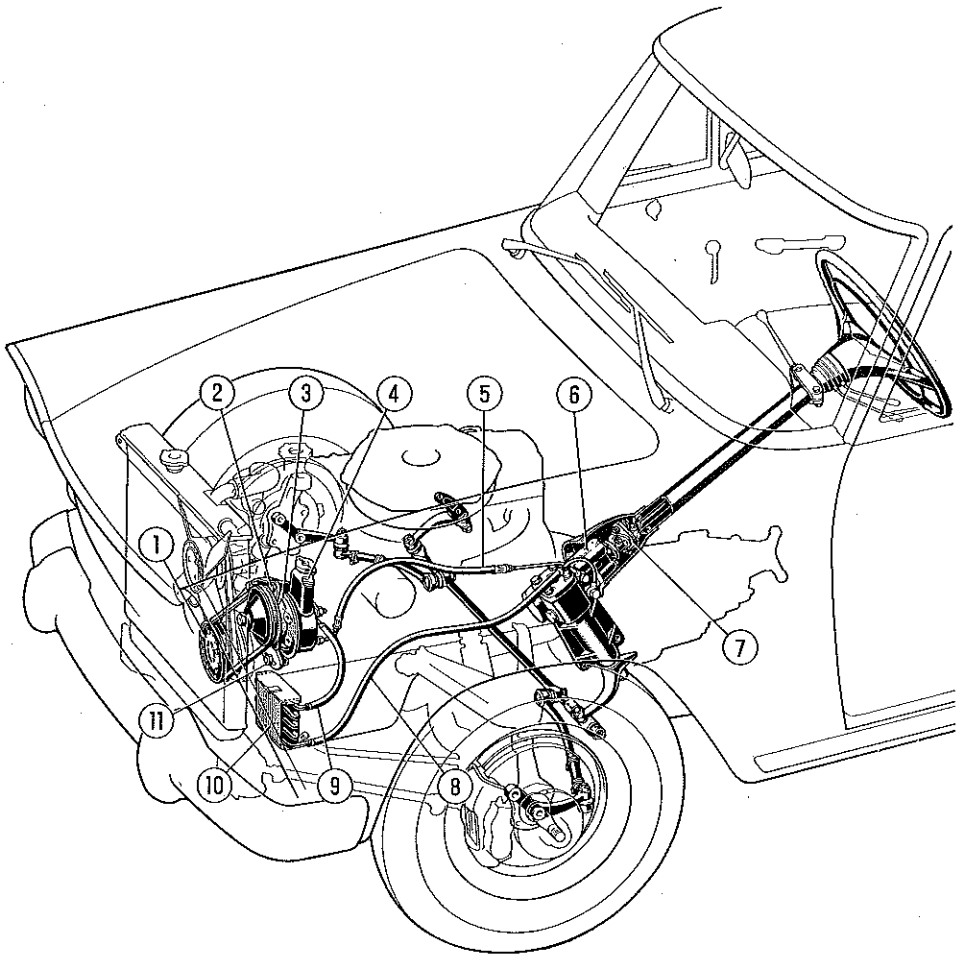



**Fig. 233.**
**Schema di comando del servosterzo idraulico montato sulla vettura modello 2300 lusso.**

1. Puleggia comando pompa dell'olio. - 2. Perno a vite di articolazione della pompa. - 3. Pompa dell'olio. - 4. Serbatoio dell'olio. - 5. Tubazione di mandata olio al servosterzo. - 6. Scatola servosterzo. - 7. Giunto elastico. - 8. Tubazione di mandata olio al radiatore di raffreddamento. - 9. Tubazione di ritorno olio refrigerato alla pompa. - 10. Radiatore di raffreddamento. - 11. Dado di bloccaggio pompa sul tenditore.

Detto sterzo idraulico è con comando a circolazione di sfere e comprende:

— una pompa olio ad alta pressione provvista di valvola di sovrapressione e valvola di regolazione della quantità d'olio in pressione;

— un serbatoio dell'olio, incorporato nella pompa;

— due tubazioni, che collegano la pompa alla scatola sterzo, di mandata e ritorno dell'olio;

— una scatola sterzo contenente: un doppio cilindro operatore, una valvola a due pistoncini per il comando idraulico ed una guida meccanica completa, necessaria qualora si debba guidare a motore spento e quindi senza l'intervento del sistema idraulico;

— un radiatore per il raffreddamento dell'olio, posto in serie sul circuito idraulico.

La pompa dell'olio è del tipo a capsulismo con palette radiali ed è azionata dal motore; può fornire una pressione massima di 70 kg/cm$^2$ a cui corrisponde sulla leva comando sterzo un momento torcente di 60 kgm.

La scatola sterzo (1, fig. 234) funge anche da cilindro operatore per lo stantuffo (2), il quale ha la funzione di convertire la rotazione del piantone di guida e dell'albero di comando (3) in un proprio movimento assiale e di ruotare l'albero di comando sterzo o albero di uscita (4).

Sulla parte interna dello stantuffo (2) è ricavata una madrevite nella quale viene ad inserirsi la vite senza fine (5). Il collegamento tra le due parti avviene tramite circolazione di una serie di sfere (6) in circuito chiuso. Nella rotazione della vite senza fine le sfere che fuoriescono ad un'estremità dell'accoppiamento fra vite senza fine e stantuffo, ritornano nuovamente ad inserirsi all'altra estremità tramite un tubo circolatorio (7).

Dal corpo della guida sporge l'albero di comando (3) il quale viene collegato al piantone guida per mezzo di un giunto elastico.

All'interno della scatola sterzo, l'albero di comando (3) porta due bracci provvisti, alle estremità, di due perni inseriti perpendicolarmente nei corrispondenti fori ricavati nei pistoncini-valvola (9 e 10).

La rotazione del volante e quindi dell'albero di comando (3) provoca un leggero spostamento dei pistoncini-valvola (9 e 10) nei relativi fori di alloggiamento; tale spostamento determina l'apertura e la chiusura delle luci di passaggio dell'olio, il quale sarà convogliato nelle camere A e B del cilindro operatore.

Il piantone guida è collegato inoltre con la vite senza fine (5) mediante una barra di torsione (18): se lo sforzo periferico richiesto sul volante non supera un determinato valore di taratura della barra di torsione (18), questa comanda la vite senza fine (5) ed il sistema funziona come una normale guida meccanica; se lo sforzo supera il suddetto valore avviene, a causa dell'elasticità della barra, una rotazione relativa tra albero di comando (3) e vite senza fine (5), necessaria per lo spostamento assiale dei pistoncini e quindi per l'intervento del dispositivo idraulico.

Rilasciando il volante, la barra di torsione (18) provoca il ritorno dei pistoncini-valvola in posizione neutrale (fig. 234); tale dispositivo consente quindi un'ottima reversibilità del sistema di guida.

Il valore di taratura della barra di torsione è calcolato per uno sforzo massimo periferico sul volante di 5 kg.

La quantità dell'olio in pressione viene regolata da una valvola di regolazione (8), incorporata nella pompa (19), in modo da assicurare il fabbisogno massimo di olio in pressione, indipendentemente dal numero di giri del motore.

1. Scatola sterzo. - 2. Stantuffo. - 3. Albero di comando. - 4. Albero di uscita. - 5. Vite senza fine. - 6. Sfere. - 7. Tubo circolatorio. - 8. Valvola di regolazione. - 9. Pistoncino- valvola. - 10. Pistoncino-valvola. - 11. Scanalatura di immissione. - 12. Scanalatura di immissione. - 13. Condotto radiale. - 14. Condotto radiale. - 15. Scanalatura di ritorno. - 16. Scanalatura di ritorno. - 17. Serbatoio dell'olio. - 18. Barra di torsione. - 19. Pompa dell'olio. - 20. Valvola di sovrapressione.

A e B. Camere del cilindro operatore.

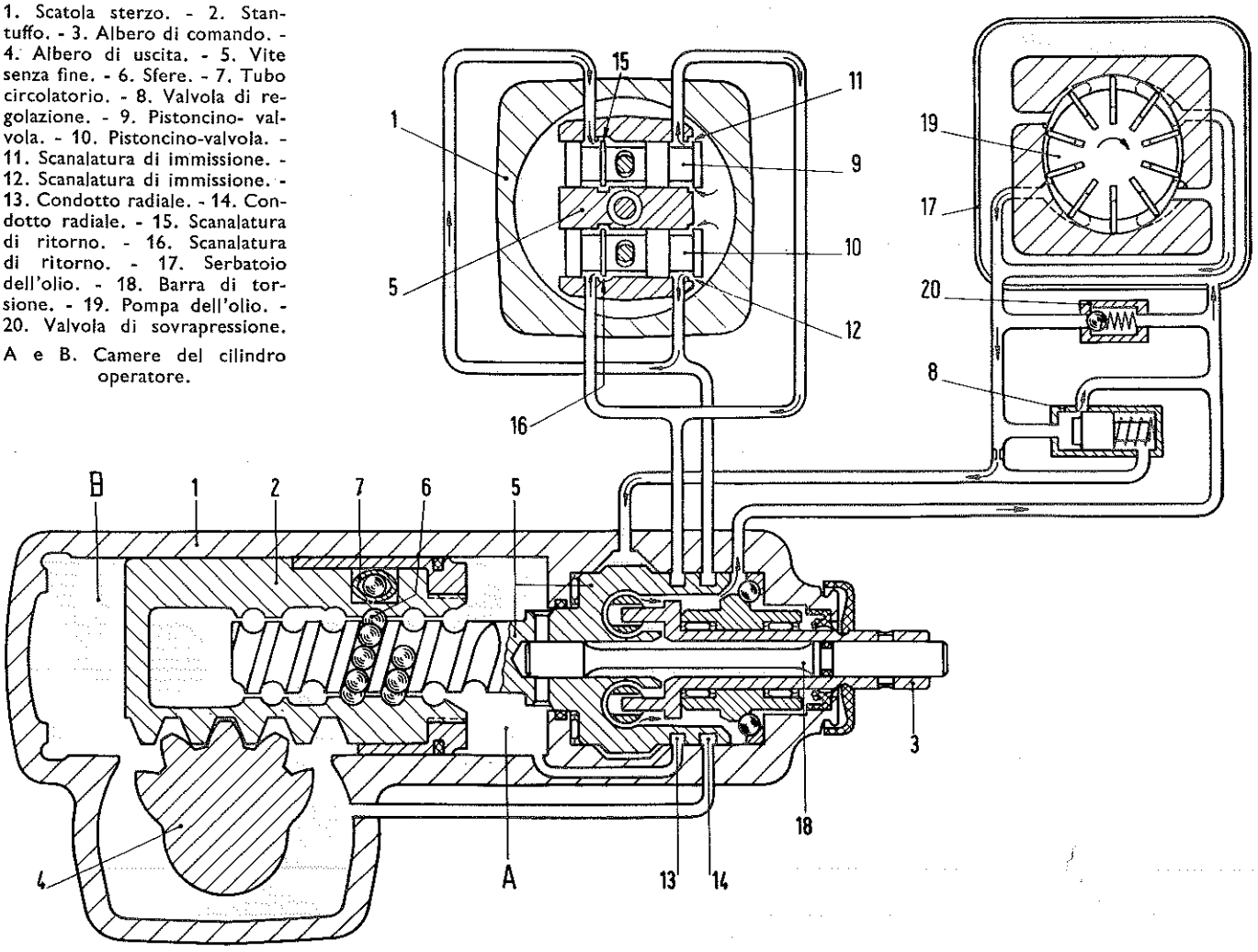



**Fig. 234 - Schema di funzionamento del servosterzo idraulico con comando a circolazione di sfere.**

Posizione di marcia rettilinea.

# LA SOSPENSIONE DEGLI AUTOVEICOLI

## SCOPO DELLA SOSPENSIONE

Le condizioni principali alle quali una sospensione deve soddisfare, in un autoveicolo, possono essere riassunte nelle seguenti:

1) Garantire ai passeggeri un viaggio confortevole, trasformando le scosse istantanee trasmesse alle ruote dalle irregolarità del terreno in azioni progressive e graduali sul veicolo.

2) Sottrarre gli organi meccanici agli effetti dannosi degli urti trasmessi dalla strada, in modo da garantirne la durata ed il buon funzionamento.

3) Migliorare la tenuta di strada ed il funzionamento della guida.

Gli organi che costituiscono una sospensione e che quindi permettono di realizzare le condizioni di funzionamento accennate, possono essere raggruppati come segue:

1) **Molle.**
2) **Ammortizzatori.**
3) **Pneumatici.**
4) **Dispositivi pneumatici.**

## MODO DI AGIRE DELLA SOSPENSIONE

Considerando un veicolo marciante su di una strada, si possono suddividere gli organi meccanici dello stesso, agli effetti delle oscillazioni alle quali sono sottoposti, in:

1) **Organi sospesi,** comprendenti la carrozzeria, il telaio ed i gruppi supportati dallo stesso (motore, frizione, cambio, ecc.).

2) **Organi non sospesi,** quali le ruote, il ponte posteriore, l'assale, ecc.

3) **Organi di collegamento,** disposti tra i due gruppi precedenti e comprendenti gli organi veri e propri della sospensione.

Lo studio del comportamento di una sospensione è notevolmente complesso, non essendo sufficiente considerare separatamente le oscillazioni dei diversi organi, dato che i movimenti degli uni influenzano quelli degli altri. Tuttavia il modo di agire di una sospensione per autoveicoli, può essere schematizzato nei seguenti concetti.

In condizioni normali, la tensione delle molle è uguale al peso degli organi sospesi; durante la marcia del veicolo, al passaggio repentino su di una irregolarità del terreno, ad esempio su di una cunetta presentata dal fondo stradale, gli organi non sospesi della vettura, quali le ruote, sono spinti verso il basso con una forza pari al loro peso ed alla tensione delle

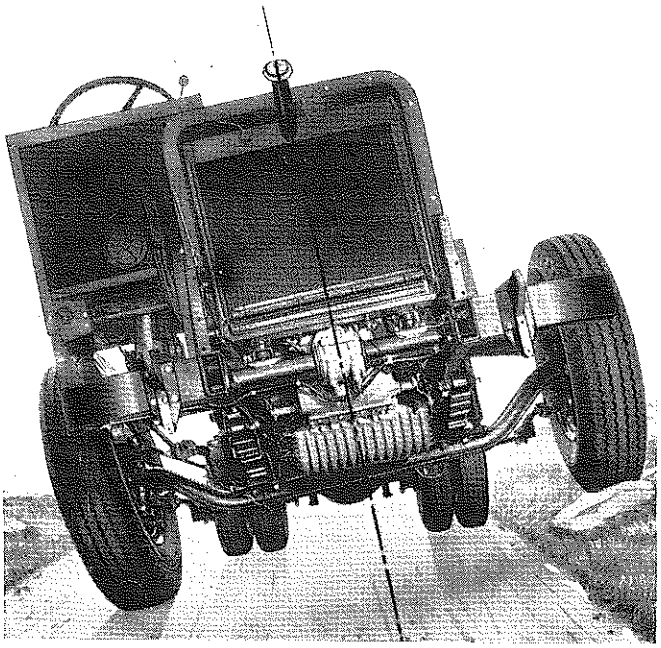


Fig. 235 - Sospensione anteriore ad assale.

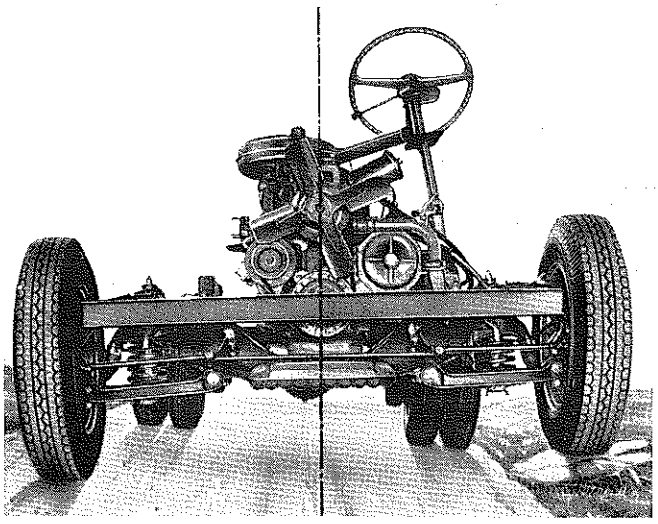


Fig. 236 - Sospensione anteriore a ruote indipendenti.

molle. Il telaio e la carrozzeria cadono parimenti verso il basso comprimendo, con il loro peso e con la forza viva acquistata, le molle; la tensione delle molle divenendo pertanto superiore al

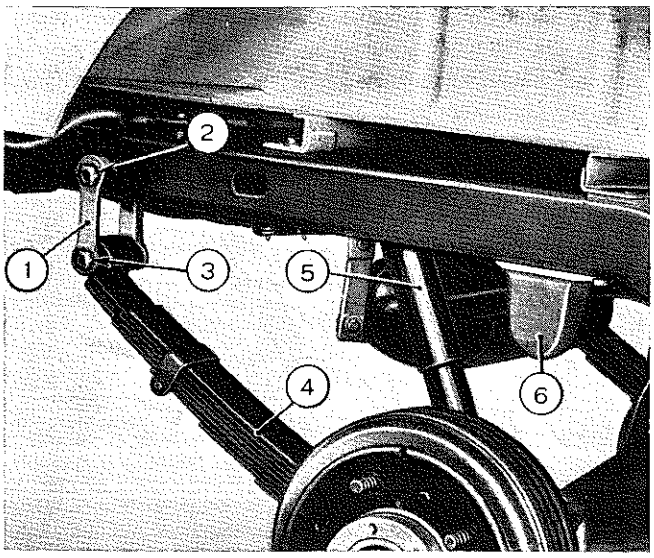



**Fig. 237 - Particolare di una sospensione posteriore.**
1. Biscottini per sostegno molla a balestra. - 2. e 3. Perni per fissaggio biscottini. - 4. Molla a balestra. - 5. Ammortizzatore idraulico. 6. Tampone elastico paracolpi.

peso degli organi sospesi, reagisce in senso opposto spingendo telaio e carrozzeria verso l'alto.

Si manifesta così durante il superamento di un ostacolo il fenomeno di oscillazione della carrozzeria e del telaio rispetto alle molle. Qualora infatti in un autoveicolo mancassero gli organi della sospensione, si verificherebbe che anche il telaio e la carrozzeria, unitamente alle ruote, si sposterebbero istantaneamente in ugual misura, producendo un urto violento, dannoso sia per i passeggeri come per gli organi meccanici del veicolo.

L'adozione degli organi di sospensione permette al contrario di ottenere che il telaio e la carrozzeria si spostino più dolcemente che non le ruote e quindi che la loro oscillazione avvenga in un tempo più lungo.

Le molle della sospensione, durante l'urto improvviso delle ruote contro un ostacolo, assorbono istantaneamente l'energia dell'urto per trasmetterla poi, agli organi sospesi, gradualmente.

La durata dell'oscillazione degli organi sospesi rispetto alle molle è la caratteristica della confortevolezza della sospensione di un autoveicolo; tale durata o periodo di oscillazione è dipendente dalla flessibilità delle molle e dagli attriti esistenti nei vari organi della sospensione.

Allo scopo di smorzare le oscillazioni delle molle della sospensione, vengono montati gli **ammortizzatori**, i quali, pur consentendo le deformazioni elastiche delle molle, ne frenano l'azione di ritorno allo scopo di ridurne le oscillazioni di smorzamento.

## MOLLE

Le molle costituiscono gli organi principali di una sospensione e possono essere di diverso tipo, a seconda della loro costruzione.

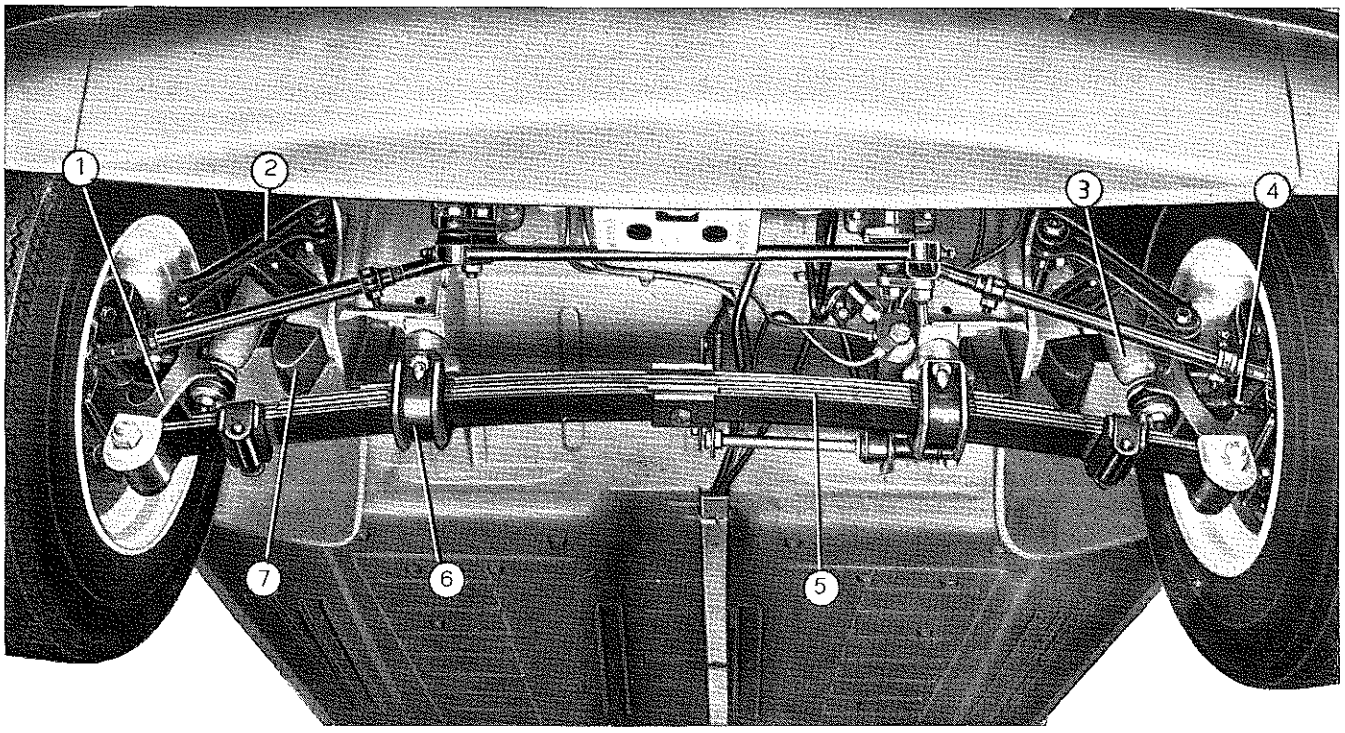



**Fig. 238 - Sospensione anteriore della vettura mod. 600 D mediante molla a balestra trasversale.**
1. Montante per fuso a snodo. - 2. Braccio oscillante superiore. - 3. Ammortizzatore idraulico. - 4. Fuso a snodo. - 5. Molla a balestra. - 6. Supporto elastico per molla a balestra. - 7. Tampone paracolpi in gomma.

Possiamo pertanto avere: **molle a balestra, molle ad elica, barre di torsione.**

## MOLLE A BALESTRA

Una molla a balestra è composta da una serie di lamine di acciaio speciale (al manganese od al silicio), denominate comunemente **foglie** e riunite in un pacco, formante la **balestra**, per mezzo di un bullone centrale di fissaggio e speciali staffette laterali.

Tra le diverse foglie costituenti la balestra, viene denominata **foglia maestra** quella terminante alle due estremità con un occhio, ottenuto mediante la piegatura della foglia stessa.

Le altre lamine sono di lunghezza decrescente e di curvatura maggiore man mano che ci si allontana dalla foglia maestra.

**Attacco della balestra al telaio.**

I sistemi adottati nel fissaggio di una molla a balestra al telaio possono essere di vario tipo. In generale però è da tenere presente che deve essere sempre consentito alla molla di allungarsi e variare di curvatura sotto le sollecitazioni a cui la stessa è sottoposta.

Risulta pertanto impossibile fissare la molla al telaio immobilizzandone contemporaneamente le due estremità; al fine di permettere il suo allungamento, ad una estremità l'occhio portato dalla foglia maestra della balestra è collegato direttamente al telaio, tramite una boccola ed un bullone di fissaggio, mentre all'altra estremità la balestra è collegata al telaio per mezzo di due articolazioni snodate, denominate **biscottini** (vedere 1, fig. 237).

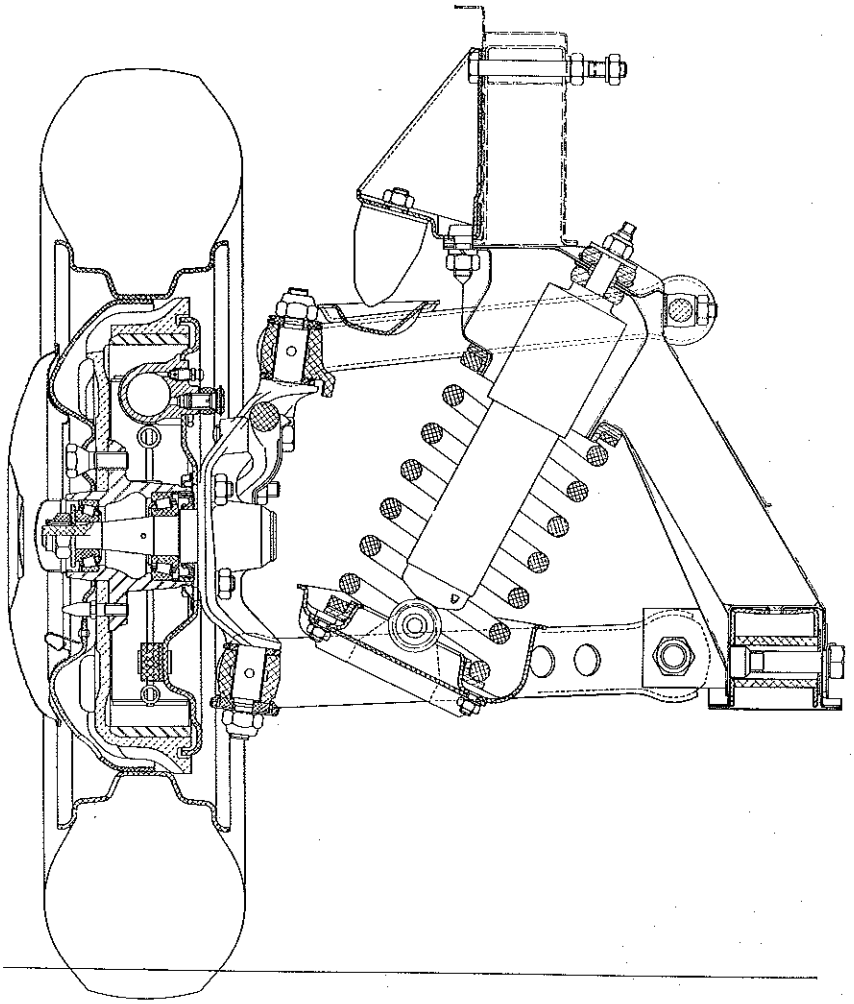


**Fig. 239.**

**Complessivo ruota e sospensione anteriore vetture modd. 1100 - 1200.**

Le caratteristiche principali che definiscono una molla a balestra sono:

— la lunghezza, larghezza, spessore e numero delle foglie costituenti la balestra;

— la freccia della molla senza carico;

— la flessibilità, cioè la variazione della freccia espressa in mm sotto un carico prefissato di 100 kg.

I biscottini si investono da una parte in un perno montato in una boccola fissata al telaio e dall'altra parte in un perno portato dall'occhio della balestra. La molla può quindi subire delle libere deformazioni, allungandosi e variando di curvatura a seconda delle sollecitazioni alle quali viene sottoposta.

I perni di supporto dei biscottini possono ruotare dentro apposite boccole di bronzo, op-

pure possono essere montati in speciali boccole elastiche.

Il vantaggio dell'articolazione con boccole elastiche sta nel fatto che viene eliminato qualsiasi attrito tra perno e boccola di supporto e quindi non esiste la necessità di una periodica ingrassatura.

L'elasticità della gomma interposta tra i due astucci assorbe le oscillazioni di lieve ampiezza cui è soggetto l'occhio della balestra.

**Montaggio delle molle a balestra.**

In riferimento alla posizione delle molle rispetto al telaio, si possono inoltre distinguere le molle in:

— longitudinali;

— trasversali.

Si hanno molle longitudinali quando le stesse sono montate secondo l'asse longitudinale del veicolo; nelle molle trasversali la parte centrale è collegata al veicolo, mentre le estremità sono fissate all'assale od alle ruote, come nella vettura mod. 600 D (fig. 238).

## MOLLE AD ELICA

Le molle a balestra furono in passato quelle maggiormente impiegate nelle sospensioni di un autoveicolo, in quanto permettevano di ottenere contemporaneamente un certo smorzamento delle oscillazioni, per l'attrito esistente tra foglia e foglia, nonchè la trasmissione della spinta dalle ruote motrici al telaio del veicolo.

Il maggior impiego attuale di sospensioni a ruote indipendenti, unitamente ad una aumentata efficienza degli ammortizzatori, fanno sì che l'adozione di sospensioni con molle ad elica sia ora sempre più diffusa.

Nelle figg. 239 e 240 è illustrata una sospensione anteriore a ruote indipendenti; lo smorzamento delle oscillazioni è ottenuto per mezzo di molla ad elica, nell'interno della quale è montato un ammortizzatore idraulico.

## BARRE DI TORSIONE

Con i nuovi materiali che la metallurgia ha messo a disposizione dell'industria, è stato possibile sostituire talvolta alle molle a balestra, speciali **barre di torsione.** L'oscillazione delle ruote provoca, in tale sistema di sospensione, la torsione di apposite barre di acciaio, le quali vengono riportate nella loro normale posizione di riposo dalla elasticità stessa del materiale impiegato nella loro costruzione.

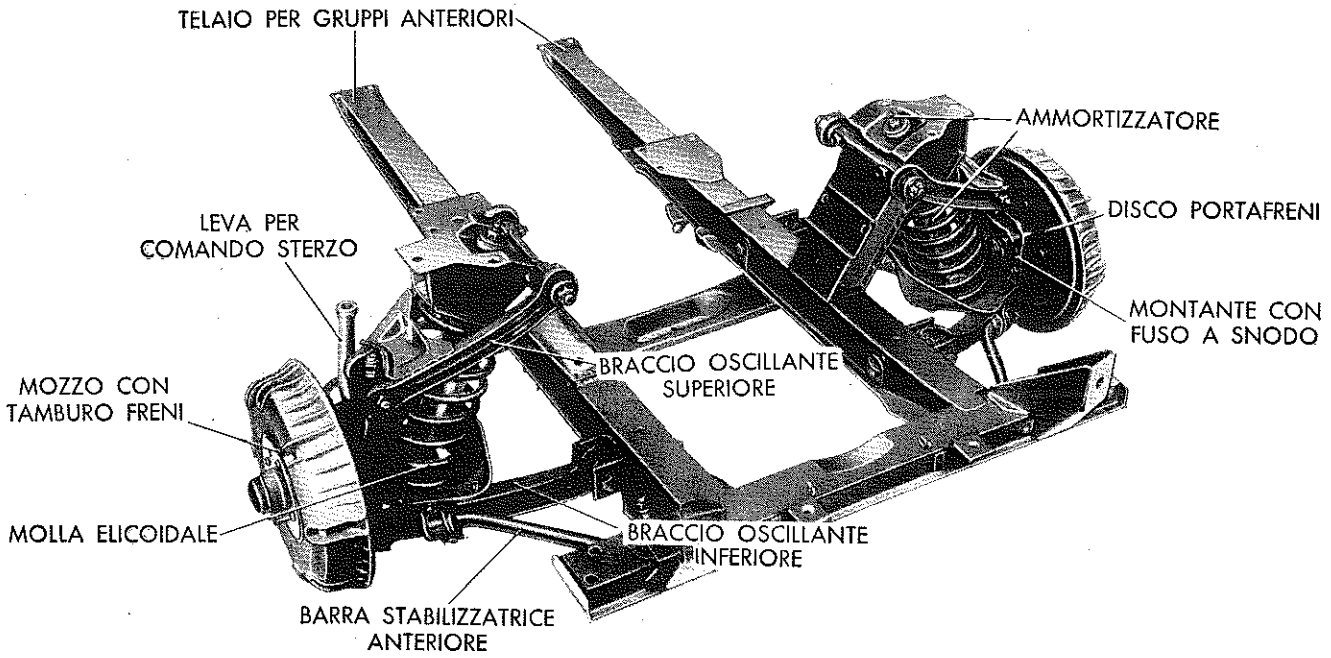



**Fig. 240 - Sospensione anteriore a ruote indipendenti con molle ad elica delle vetture modd. 1100 - 1200.**

## SOSPENSIONE ANTERIORE CON BARRE DI TORSIONE DELLA VETTURA MOD. 1800

La sospensione anteriore di questo modello di vettura è a bracci oscillanti con barre di torsione, tiranti di ancoraggio anteriore, barra stabilizzatrice ed ammortizzatori idraulici.

**I bracci oscillanti superiori ed inferiori** sono collegati al montante fuso a snodo mediante

teste a snodo sferico (6 e 8, fig. 241). Le due teste a snodo sono scatolate; quella superiore, autofilettante, è avvitata sul braccio oscillante superiore, mentre quella inferiore è vincolata al braccio oscillante inferiore mediante chiodatura.

I due bracci oscillanti inferiori sono collegati, mediante perno cavo e boccola elastica, ad una traversa (1, fig. 241) di sostegno, fissata alla scocca della vettura. Tale traversa è munita di tamponi paracolpi, in gomma, per l'arresto dell'oscillazione, verso l'alto, dei due bracci inferiori; ad essa sono fissati anche i due supporti laterali del motore.

I bracci oscillanti inferiori sono inoltre ancorati da due tiranti (2, fig. 242) collegati alla traversa fissata alla scocca.

I due bracci oscillanti superiori (9, fig. 241) sono muniti di boccole elastiche e di perno per l'attacco dei bracci stessi ai prigionieri sulla scocca.

Su questi prigionieri, tra la scocca ed il perno dei bracci, sono applicate delle piastrine per la registrazione dell'incidenza del montante e dell'inclinazione della ruota.

Le due **barre di torsione,** che sostituiscono le comuni molle a spirale applicate su sospensioni di altro tipo, sono supportate anteriormente dai perni cavi di attacco dei bracci oscillanti inferiori e posteriormente sono calettate su una traversa, munita di supporti, con boccole elastiche, fissati ai due longheroni della scocca.

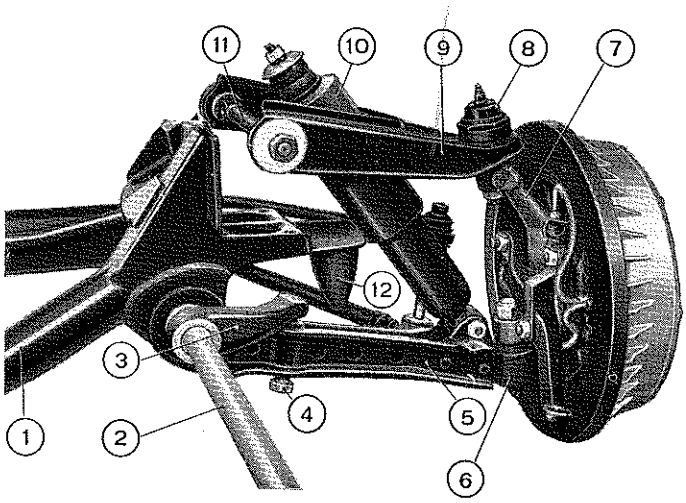



**Fig. 241. - Complessivo sospensione anteriore destra della vettura modello 1800.**

1. Traversa centrale. - 2. Barra di torsione. - 3. Leva di registro per barra. - 4. Vite di registro leva. - 5. Braccio oscillante inferiore. - 6. Testa a snodo inferiore. - 7. Montante fuso a snodo. - 8. Testa a snodo superiore. - 9. Braccio oscillante superiore. - 10. Ammortizzatore idraulico. - 11. Perno braccio oscillante superiore per attacco alla scocca. - 12. Tampone paracolpi.

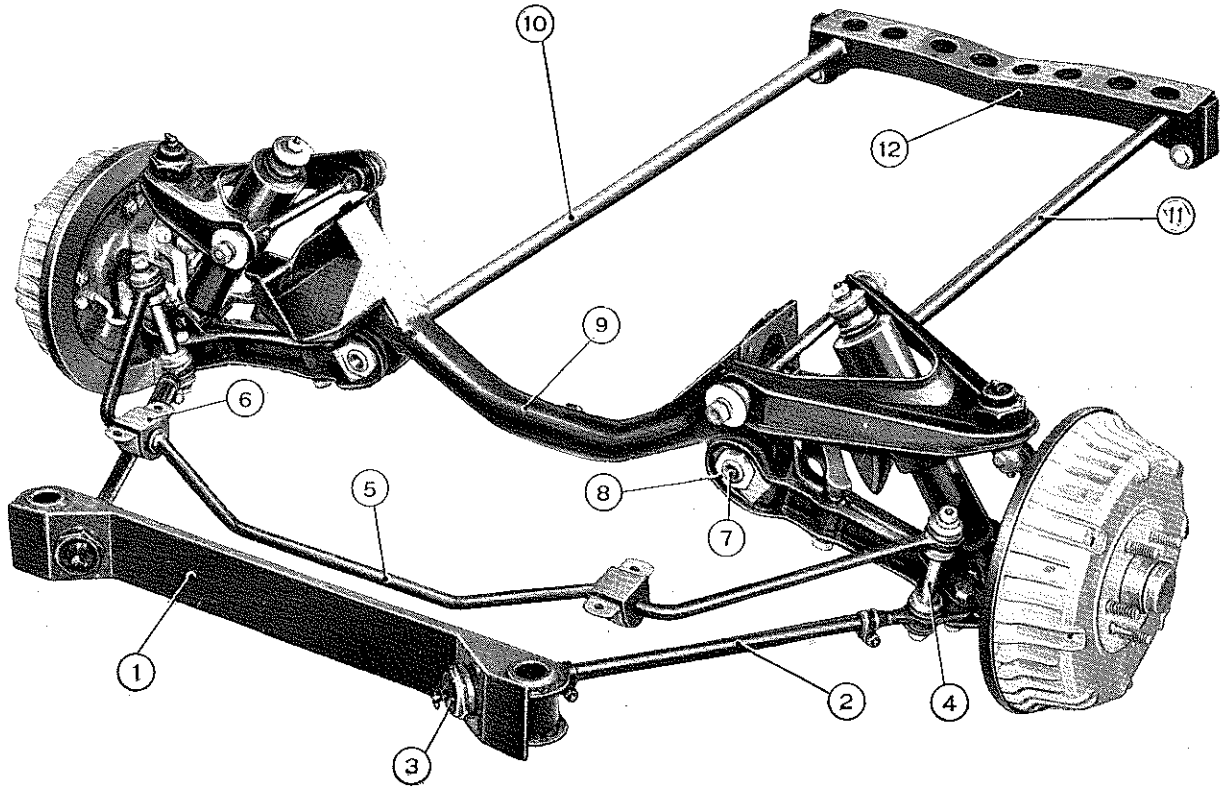



**Fig. 242 - Complessivo sospensione anteriore con barre di torsione della vettura mod. 1800.**

1. Traversa anteriore. - 2. Tirante anteriore di ancoraggio. - 3. Testa a snodo per tirante. - 4. Braccio collegamento barra stabilizzatrice al tirante. - 5. Barra stabilizzatrice. - 6. Tassello elastico. - 7. Perno cavo collegamento braccio oscillante inferiore alla traversa centrale. - 8. Dado fissaggio perno. - 9. Traversa centrale. - 10. Barra di torsione destra. - 11. Barra di torsione sinistra. - 12. Traversa posteriore di sostegno barre di torsione.

Le barre sono assestate a torsione, cioè predisposte per l'assorbimento, in torsione, delle sollecitazioni loro impresse dai bracci oscillanti inferiori; esse sono suddivise in destre e sinistre: le barre destre sono assestate con una coppia destrorsa, mentre quelle sinistre con una coppia sinistrorsa.

Le barre presentano delle dentature: all'estremità posteriore per l'accoppiamento alla traversa di sostegno, nella parte anteriore per il calettamento della leva (3, fig. 241) che preme sul braccio oscillante inferiore.

Sul braccio oscillante inferiore è infatti montata una vite (4, fig. 241), sulla quale si appoggia l'estremità, a sede sferica, della leva suaccennata. Agendo su tale vite si registra l'assetto della vettura.

I **tiranti di ancoraggio anteriore** (2, fig. 242) ammortizzano gli scuotimenti della sospensione ed impediscono ogni movimento in senso longitudinale al braccio oscillante inferiore; essi sono costituiti da un manicotto con due teste registrabili e da due morsetti di bloccaggio (fig. 242). Le teste anteriori, con snodo a sfera, sono autofilettanti; esse sono avvitate ad una traversa, a sua volta fissata alla scocca mediante perni e boccole elastiche. Le teste posteriori sono collegate ai bracci oscillanti inferiori tramite perni e dadi.

La **barra stabilizzatrice** ha lo scopo di conferire maggior stabilità alla vettura, specie in curva. Essa è ancorata alla scocca, con l'interposizione di tasselli in gomma, ed alle teste posteriori dei due tiranti di ancoraggio, mediante due bracci di collegamento muniti di snodi in gomma.

La sospensione a barra di torsione presenta dei vantaggi notevoli nei confronti di quella a molle, quali una elasticità costante ed indipendente della variazione di attrito tra le varie foglie della molla a balestra, una maggior dolcezza, una minor manutenzione, ecc.

# SOSPENSIONE PNEUMATICA

## PER AUTOBUS

Alcuni tipi di autobus, come ad esempio il mod. 306, possono essere muniti di sospensione pneumatica, in luogo di quella con molle a balestra semiellittiche.

Questa sospensione presenta i requisiti indispensabili per i veicoli circolanti su fondo stradale vario, e cioè elevata flessibilità e notevole capacità di smorzamento delle vibrazioni.

La sospensione è costituita essenzialmente da molle « Elipress » elicoidali di acciaio, rivestite completamente di gomma e racchiuse alle due estremità in modo da costituire un involucro flessibile ed a tenuta, atto a ricevere aria in pressione. Queste molle, in numero di otto (due per ciascuna ruota), come si vede sullo schema della sospensione dell'autoveicolo (2 e 6, fig. 244), sono interposte fra telaio ed assale (sospensione anteriore) e fra telaio e ponte (sospensione posteriore) e sopportano il carico del veicolo. La sospensione è integrata da quattro ammortizzatori tubolari idraulici.

Aste o barre di reazione opportunamente sistemate, servono a collegare longitudinalmente e trasversalmente il veicolo all'asse anteriore ed a quello posteriore, in modo da contenere le sollecitazioni provocate dalla frenatura, dalla spinta e dalle forze laterali a cui viene sottoposto il veicolo in curva.

L'aria necessaria al funzionamento dell'impianto giunge dal serbatoio principale dell'impianto pneumatico di frenatura, ai due appositi serbatoi (4, fig. 244), sistemati nella parte centrale dell'autotelaio, tramite una valvola a pressione controllata. Dai serbatoi l'aria passa ad un distributore elettropneumatico (5, fig. 244) e quindi, attraverso le quattro valvole livellatrici (3 e 7, fig. 244), viene inviata alle molle « Elipress » (2 e 6, fig. 244).

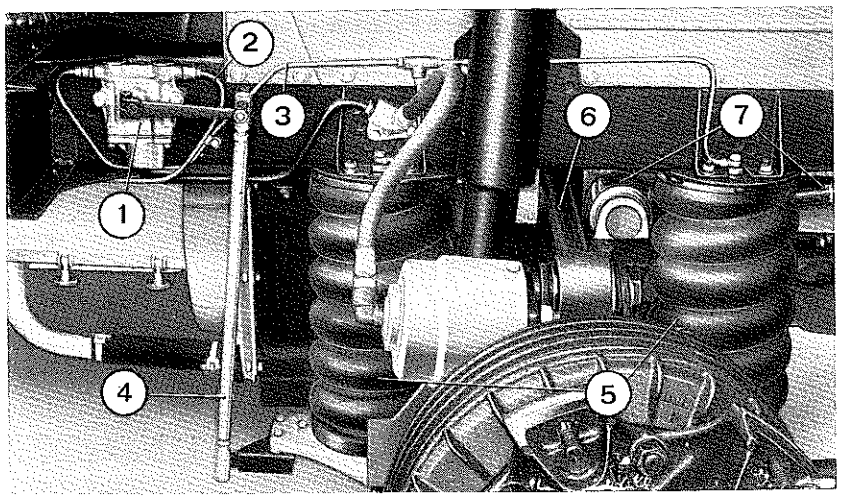



**Fig. 243.**

**Sospensione pneumatica anteriore destra dell'autobus mod. 306.**

1. Valvola livellatrice. - 2. Tubazione collegata al distributore elettropneumatico dell'aria compressa. - 3. Tubazione dalla valvola livellatrice alle molle della sospensione pneumatica. - 4. Tirante registrabile per la valvola livellatrice. - 5. Molle « Elipress ». - 6. Barra di reazione trasversale. - 7. Barra di reazione longitudinale superiore.

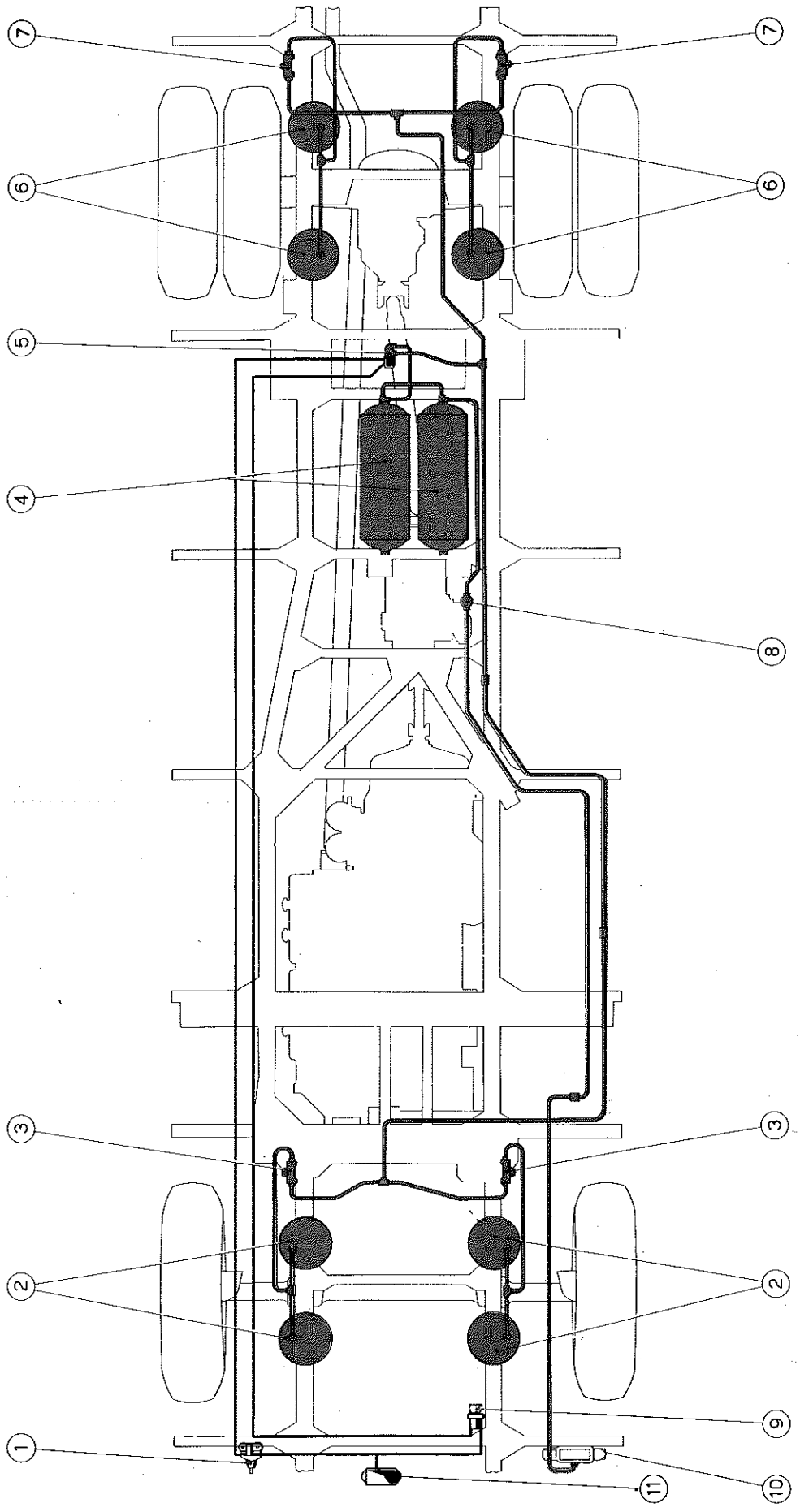



**Fig. 244 - Schema della sospensione pneumatica dell'autobus mod. 306.**

1. Interruttore a pulsante sulla plancia porta strumenti per livellamento veicolo. - 2. Molle «Elipress» della sospensione anteriore. - 3. Valvole livellatrici della sospensione anteriore. - 4. Serbatoi di alimentazione della sospensione pneumatica. - 5. Distributore elettropneumatico dell'aria compressa. - 6. Molle «Elipress» della sospensione posteriore. - 7. Valvole livellatrici della sospensione posteriore. - 8. Tubazione per presa aria della sospensione pneumatica. - 9. Pulsante per comando livellamento veicolo durante la marcia. - 10. Distributore di comando, con gruppo di regolazione. - 11. Scatola valvole (fusibile N. 15/54).

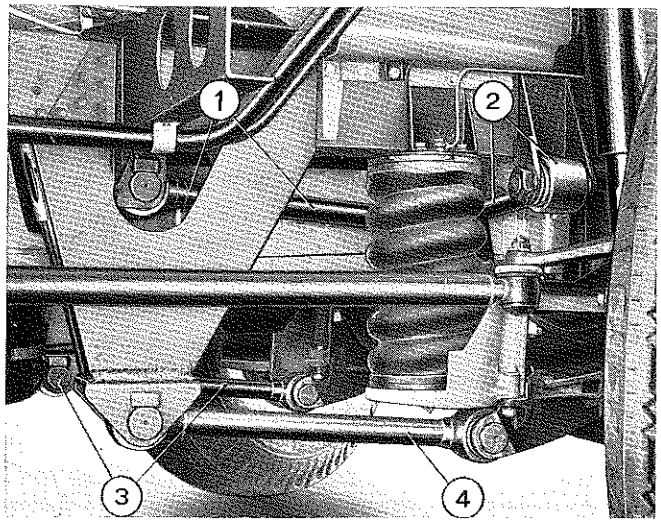



**Fig. 245 - Sospensione anteriore destra (parte posteriore).**

1. Barra di reazione longitudinale superiore. - 2. Barra di reazione trasversale. - 3 e 4. Barre di reazione longitudinale inferiori.

Il distributore elettropneumatico è comandato a mezzo di due interruttori elettrici indipendenti: uno azionato automaticamente dall'apertura della porta anteriore destra e l'altro, sistemato sul cruscotto, azionato a criterio del guidatore. Tale distributore permette quindi il passaggio dell'aria compressa alle valvole livellatrici (3 e 7, fig. 244) solo durante i periodi di tempo in cui viene comandato da uno dei suddetti interruttori.

Con il veicolo perfettamente livellato, l'inserzione del distributore non provoca nessun movimento alla sospensione, ma se avviene una variazione di carico (ad esempio, entrata, uscita o spostamento di passeggeri, ecc.) e di conseguenza una variazione della distanza relativa fra assale o ponte e telaio, le leve di comando delle valvole livellatrici fissate al telaio e collegate mediante aste rigide all'assale ed al ponte, ruotano attorno al proprio asse per una escursione proporzionale alla variazione del carico. In queste condizioni le dette valvole aprono l'introduzione, oppure lo scarico dell'aria compressa, soltanto con la porta anteriore destra aperta (veicolo fermo ai capilinea o durante le fermate), provocando un aumento od una diminuzione della pressione nell'interno delle molle fino ad ottenere il perfetto livellamento del veicolo.

Con il sistema di sospensione pneumatica adottato, l'automaticità del livellamento avviene soltanto a veicolo fermo (ai capilinea o durante le fermate).

A veicolo in marcia invece il livellamento può avvenire, come già detto, solamente quando il guidatore lo ritiene necessario premendo il pulsante sul cruscotto.

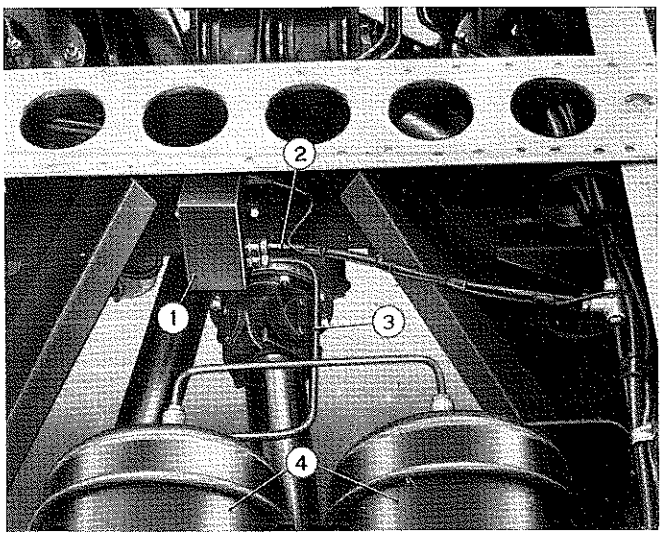



**Fig. 246 - Particolare del sistema elettropneumatico della sospensione.**

1. Distributore elettropneumatico dell'aria compressa. - 2. Tubazione di mandata alle valvole livellatrici. - 3. Tubazione collegata ai serbatoi di alimentazione della sospensione pneumatica. - 4. Serbatoi di alimentazione dell'aria compressa.

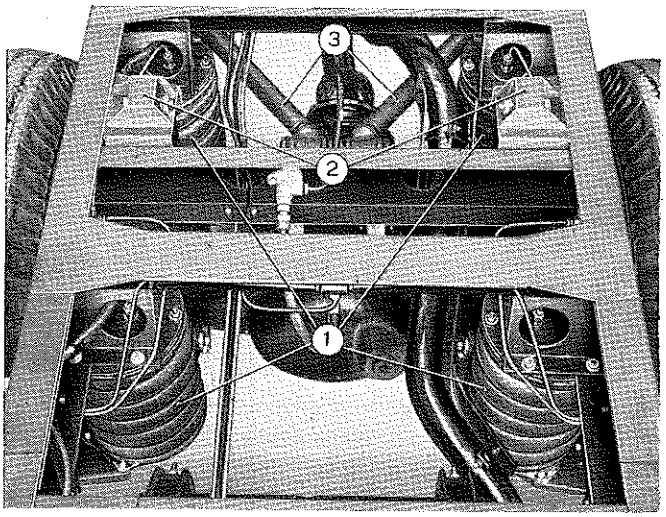



**Fig. 247 - Sospensione posteriore (vista dalla parte posteriore).**

1. Molle della sospensione pneumatica. - 2. Attacchi degli ammortizzatori idraulici posteriori. - 3. Barre di reazione superiori.

## AMMORTIZZATORI

Gli ammortizzatori sono dispositivi che vengono impiegati, nella sospensione elastica di un veicolo, allo scopo di ridurre l'ampiezza delle oscillazioni successive provocate nella sospensione dalle asperità stradali.

Essi aggiungono alle comuni resistenze che in tutti i sistemi elastici smorzano più o meno rapidamente le vibrazioni, altre resistenze spesso regolabili a volontà, capaci di assorbire con maggiore rapidità l'energia del sistema vibrante.

Gli ammortizzatori montati sulle vetture e sui veicoli industriali sono del **tipo idraulico.**

Negli ammortizzatori idraulici l'attrito nei liquidi aumenta con il crescere della velocità di spostamento e quindi si può ottenere una azione smorzante tanto più efficace quanto maggiore è la velocità di spostamento.

Gli ammortizzatori agiscono sulla sospensione frenando tanto la fase di compressione della sospensione quanto quella di rimbalzo; si possono infatti avere dei tipi i quali frenano sia la fase di compressione della sospensione, intendendo per **fase di compressione** quella nella quale si ha un avvicinamento tra la parte sospesa del veicolo e le ruote, sia la fase di rimbalzo, intendendo per **fase di rimbalzo** quella in cui si ha un allontanamento dalle ruote della parte sospesa del telaio: perciò sono chiamati a **doppio effetto.**

## AMMORTIZZATORI TELESCOPICI

La fig. 248 illustra l'ammortizzatore idraulico del tipo telescopico montato sulle vetture modelli 1300 e 1500.

### Costituzione.

Nelle loro parti essenziali gli ammortizzatori sono costituiti da un corpo cilindrico formato da due tubi coassiali (14 e 15, fig. 248), dei quali, quello interno ha la funzione di cilindro di lavoro e quello esterno di involucro.

L'intercapedine anulare fra i due tubi costituisce un serbatoio per l'olio di riserva.

Un terzo tubo esterno (copripolvere) (13, figura 248) ha funzione protettiva e preserva lo stelo (2) dal fango e dalle pietre.

Il corpo cilindrico è chiuso superiormente dalla boccola (11, fig. 248), dalle guarnizioni (5 e 9) a tenuta d'olio, e dalla scatola portaguarnizione (4). Attraverso i particolari sopra elencati scorre lo stelo (2), sulla cui estremità inferiore viene fissato lo stantuffo (23), sul quale sono sistemate le valvole di rimbalzo (26) e di aspirazione (21).

Lo stantuffo reca due corone concentriche di fori. La corona centrale è chiusa inferiormente dalla valvola di rimbalzo, la quale si apre dall'alto verso il basso. La corona di fori esterna è chiusa superiormente dalla valvola di aspirazione, la quale si apre dal basso verso l'alto.

All'estremità inferiore del cilindro (15, fig. 248) è sistemato un tappo (34) portante le valvole di compressione (33) e di compensazione (30).

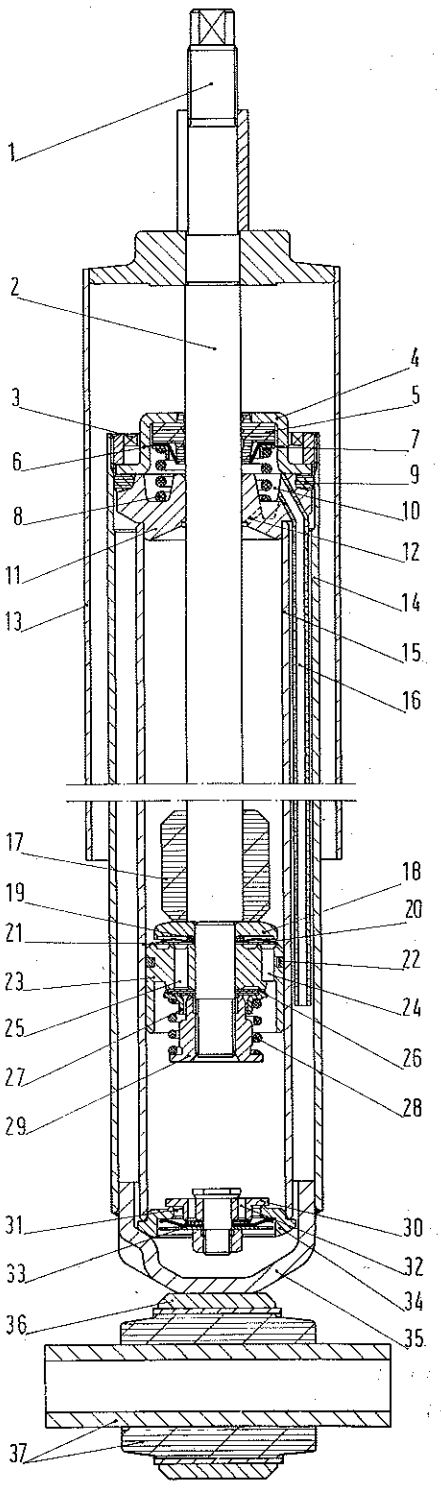



**Fig. 248 - Sezione dell'ammortizzatore idraulico telescopico anteriore delle vetture modd. 1300 e 1500.**

1. Codolo filettato per fissaggio alla scocca. - 2. Stelo. - 3. Ghiera per chiusura superiore cilindro. - 4. Scatola portaguarnizione. - 5. Guarnizione per stelo. - 6. Molla a linguette. - 7. Scodellino appoggio molla. - 8. Molla premiguarnizione. - 9. Guarnizione per tubo interno. - 10. Camera spurgo bolle gassose. - 11. Boccola per guida stelo. - 12. Foro capillare per spurgo bolle gassose. - 13. Tubo copripolvere. - 14. Cilindro esterno serbatoio. - 15. Cilindro interno. - 16. Tubo per spurgo bolle gassose. - 17. Tassello di tamponamento. - 18. Disco limitatore alzata valvola di aspirazione. - 19. Rosetta di regolazione alzata valvola. - 20. Molla a stella per valvola. - 21. Valvola di aspirazione. - 22. Anello elastico per stantuffo. - 23. Stantuffo. - 24. Fori sullo stantuffo per valvola di aspirazione. - 25. Fori sullo stantuffo per valvola di rimbalzo. - 26. Valvola di rimbalzo. - 27. Astuccio guida molla. - 28. Molla per valvola di rimbalzo. - 29. Tappo fissaggio stantuffo. - 30. Valvola di compensazione. - 31. Spazio anulare per valvola di compensazione. - 32. Fori per valvola di compressione. - 33. Valvola di compressione ad azione graduale. - 34. Tappo portavalvole di compensazione e di compressione. - 35. Tappo inferiore. - 36. Occhiello per fissaggio inferiore al braccio oscillante. - 37. Boccola elastica.

In dette vetture, gli ammortizzatori sono dotati di un tassello di tamponamento (17, fig. 248) forzato sullo stelo e posto a contatto con il disco limitatore alzata valvola di aspirazione. Il tassello, nella fase di rimbalzo, viene a contatto con la boccola guida stelo e quindi delimita la corsa dell'ammortizzatore evitando, sui terreni molto accidentati, una eccessiva escursione verso il basso delle ruote anteriori.

Gli ammortizzatori della sospensione anteriore differiscono inoltre da quelli della sospensione posteriore nella lunghezza, nella taratura, nel contenuto olio e nell'attacco superiore, che anzichè ad occhiello è a codolo filettato per il collegamento alla scocca.

Sia gli ammortizzatori anteriori che quelli posteriori sono muniti di un dispositivo per lo spurgo delle bolle gassose dall'interno del cilindro.

Detto dispositivo è costituito da un foro capillare (12, fig. 248) che mette in comunicazione il cilindro interno (15) con la camera superiore (10), e da un tubicino (16) collegante la suddetta camera con il serbatoio dell'olio.

Lo spurgo delle eventuali bolle gassose che si fossero formate nel cilindro, avviene perciò attraverso il foro capillare (12, fig. 248); dalla camera (10), le bolle scendono, durante il funzionamento dell'ammortizzatore, attraverso il tubicino (16), trascinate dal formarsi di una lieve corrente d'olio, e risalgono con l'olio del serbatoio nella parte superiore di quest'ultimo.

Questo dispositivo consente, pertanto, un razionale ed efficace spurgo dell'aria dal circuito idraulico, isolandolo dall'aria contenuta nel serbatoio.

La descrizione della costituzione e del funzionamento è valida per entrambi gli ammortizzatori anteriori e posteriori, ad eccezione dell'apertura e conseguentemente della chiusura degli ammortizzatori anteriori, diverse a causa della presenza del tassello di tamponamento.

Gli ammortizzatori idraulici tubolari sono dotati di valvole ad azione termostatica, per mezzo delle quali la frenatura non subisce alterazioni apprezzabili anche in seguito a forti sbalzi di temperatura.

### Funzionamento.

Si può considerare l'ammortizzatore idealmente suddiviso in tre parti distinte:

— parte del cilindro che trovasi al disopra dello stantuffo (sempre piena d'olio);

— parte del cilindro che trovasi al disotto dello stantuffo (sempre piena d'olio);

— riserva di olio e cioè l'intercapedine fra i cilindri (14 e 15, fig. 248) (mai completamente piena d'olio).

**Fase di rimbalzo.** - In questa fase l'ammortizzatore si allunga. L'olio che è al disopra dello stantuffo trova chiusa la corona esterna di fori (24, fig. 248), ricavati sullo stantuffo, ed è pertanto costretto a fluire attraverso i fori della corona centrale (25), agendo in tal modo sulla valvola di rimbalzo (26) e passando nella parte inferiore del cilindro.

Lo stantuffo, durante il suo spostamento verso l'alto, crea una depressione che richiama l'olio dalla riserva attraverso lo spazio anulare (31) del tappo inferiore (34) e la valvola di compensazione (30).

In questa fase funzionano pertanto unicamente le valvole di rimbalzo (26) e di compensazione (30); quelle di aspirazione (21) e di compressione (33) rimangono chiuse.

**Fase di compressione.** - Questa fase si compie quando l'ammortizzatore si chiude e lo stantuffo si porta verso il basso.

L'olio che trovasi al disotto dello stantuffo, solleva il disco della valvola di aspirazione (21, fig. 248) e passa nella parte superiore del cilindro.

Non tutto l'olio che trovasi al disotto dello stantuffo passa al disopra di questo: una parte infatti agisce attraverso i fori (32) sulla valvola di compressione (33) e passa nella riserva.

La frenatura di compressione è data quindi soltanto dallo spostamento di un volume di olio pari al corrispondente volume di stelo che rientra nel cilindro.

In questa fase le valvole di compensazione (30) e di rimbalzo (26) rimangono chiuse e funzionano soltanto quelle di compressione (33) e di aspirazione (21).

## AMMORTIZZATORI CON LEVA PER VEICOLI INDUSTRIALI (Houdaille).

### Costituzione.

Questo tipo di ammortizzatore è costituito in linea di massima da un corpo di acciaio stampato, provvisto di flangia con fori per l'attacco al telaio (fig. 249).

Il corpo con il relativo coperchio, delimita una camera cilindrica, divisa in due parti da due settori di acciaio fissi al corpo.

Entro questa camera agisce una ventola con due palette diametralmente opposte (stantuffo rotativo). La ventola ha un codolo che, attraverso il coperchio, esce all'esterno in modo da permettere l'investimento della leva sullo stesso.

Da questa parte l'ammortizzatore è chiuso da una scatola di lamiera di acciaio stampata, che serve da serbatoio dell'olio. Apposite guarnizioni ne assicurano la tenuta.

Sul coperchio del serbatoio e sulla ventola sono sistemate le valvole necessarie al funzionamento dell'ammortizzatore.

**Funzionamento dell'ammortizzatore.**

Nelle sospensioni di autoveicoli si richiede dall'ammortizzatore una frenatura leggera nella fase di compressione della balestra, ed una frenatura molto più energica, nella misura suggerita dall'esperienza, per la fase di rimbalzo.

Si evita in tal modo il ritorno violento della balestra (il cosiddetto « colpo di racchetta ») e le successive oscillazioni che ne deriverebbero.

Per illustrare come si realizzano nell'ammortizzatore Houdaille queste due fasi distinte, ci riferiamo alla fig. 250.

I settori e le palette della ventola determinano quattro camere A-A e B-B.

Le camere A sono sempre in comunicazione fra di loro per mezzo dei due canali Ca. Anche le camere B sono sempre in comunicazione fra di loro per mezzo dei due canali Cb.

I canali Ca passano al disotto della strozzatura ricavata nel foro assiale della ventola; quelli Cb al di sopra.

Ne deriva che le camere A e B sono in comunicazione fra di loro per mezzo della strozzatura, la cui sezione può venire più o meno ridotta dalla spina di regolazione che si trova nel foro della ventola.

Sulle palette della ventola si notano inoltre due valvoline a linguetta, che si aprono nel senso delle camere B verso quelle A, e non viceversa.

Premesso quanto sopra, prendiamo in esame separatamente le due fasi:

a) **Fase di compressione** (fig. 251). - In questa fase il movimento di rotazione della ventola è indicato dalle frecce.

L'olio rimane compresso nelle camere B (fig. 250) ed aspirato da quelle A. La leggera pressione che si determina nelle camere B, agisce sulle valvole a linguetta nel senso di aprirle. L'olio passa quindi direttamente da B in A. Una piccola parte di olio segue anche il percorso: camere B - canale Cb - foro - canale Ca - camera A.

È evidente che in questa fase, che è quella di compressione della balestra, la frenatura dell'ammortizzatore è di scarsa entità, anche perchè l'olio si crea il passaggio addizionale attraverso le valvole a linguetta.

b) **Fase di rimbalzo** (fig. 251). - Nella fase di rimbalzo, la frenatura dell'ammortizzatore è più efficace rispetto a quella della fase di compressione.

La ventola dell'ammortizzatore illustrato ruota nel senso indicato dalle frecce.

L'olio rimane compresso nelle camere A (figura 250) e viene aspirato in quelle B. Le valvole a linguetta, per effetto della pressione rimangono chiuse. L'olio, spinto nei canali Ca, arriva al disotto del foro, più o meno parzializzato secondo la frenatura richiesta.

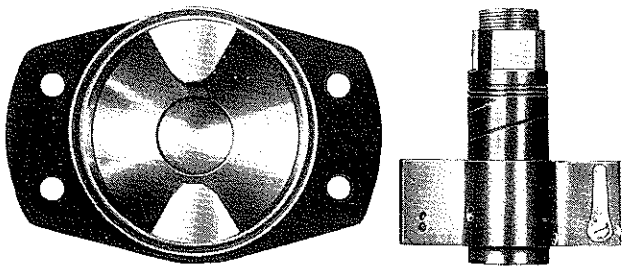


**Fig. 249 - Corpo dell'ammortizzatore Houdaille e stantuffo rotativo (ventola a due palette).**

In questo passaggio viene dissipata tutta la energia che la balestra ha comunicata. In modo analogo, attraverso i canali Cb, l'olio viene aspirato dalle camere B.

Si è detto che l'olio dissipa, passando attraverso il foro parzializzato, dell'energia. In verità l'olio trasforma l'energia ceduta dalla balestra nell'unica forma possibile: in calore.

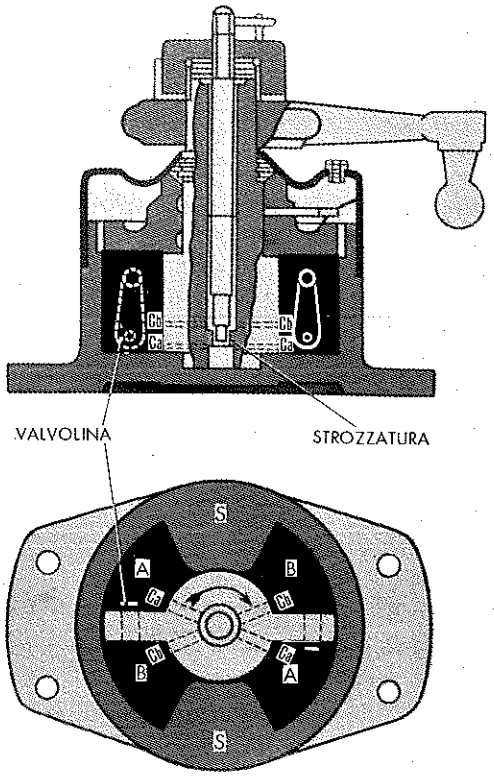
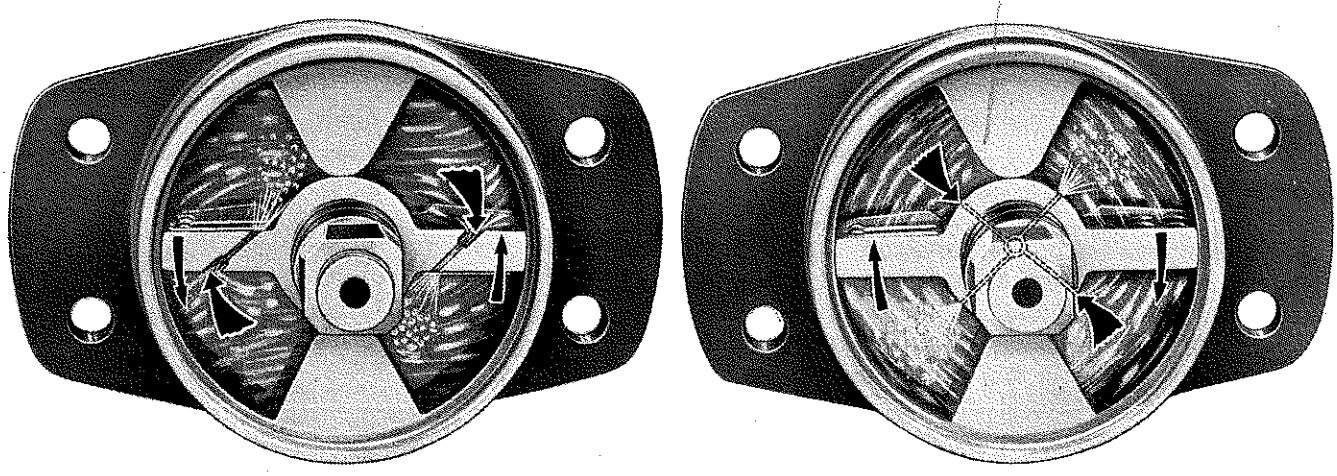



**Fig. 250 - Sezioni dimostrative del funzionamento dell'ammortizzatore idraulico con leva (Houdaille) montato su alcuni veicoli industriali.**



a) **FASE DI COMPRESSIONE** b) **FASE DI RIMBALZO**

**Fig. 251 - Dimostrazione del funzionamento dell'ammortizzatore idraulico Houdaille.**

a) **Prima fase: compressione della molla a balestra.**

passaggio del liquido si effettua facilmente da uno scomparto all'altro della scatola.

b) **Seconda fase: ritorno della molla in posizione normale.**

Il liquido è obbligato a passare attraverso forellini praticati nel corpo del pistone ed il rimbalzo della molla risulta frenato.

# PNEUMATICI

I penumatici che vengono montati sulle ruote degli autoveicoli hanno una grande importanza agli effetti della sospensione; essi attutiscono infatti gli urti di piccola ampiezza trasmessi dalle asperità stradali.

Il materiale che assorbe elasticamente tali sollecitazioni è costituito dalla gomma, unitamente all'aria nei pneumatici a camera d'aria.

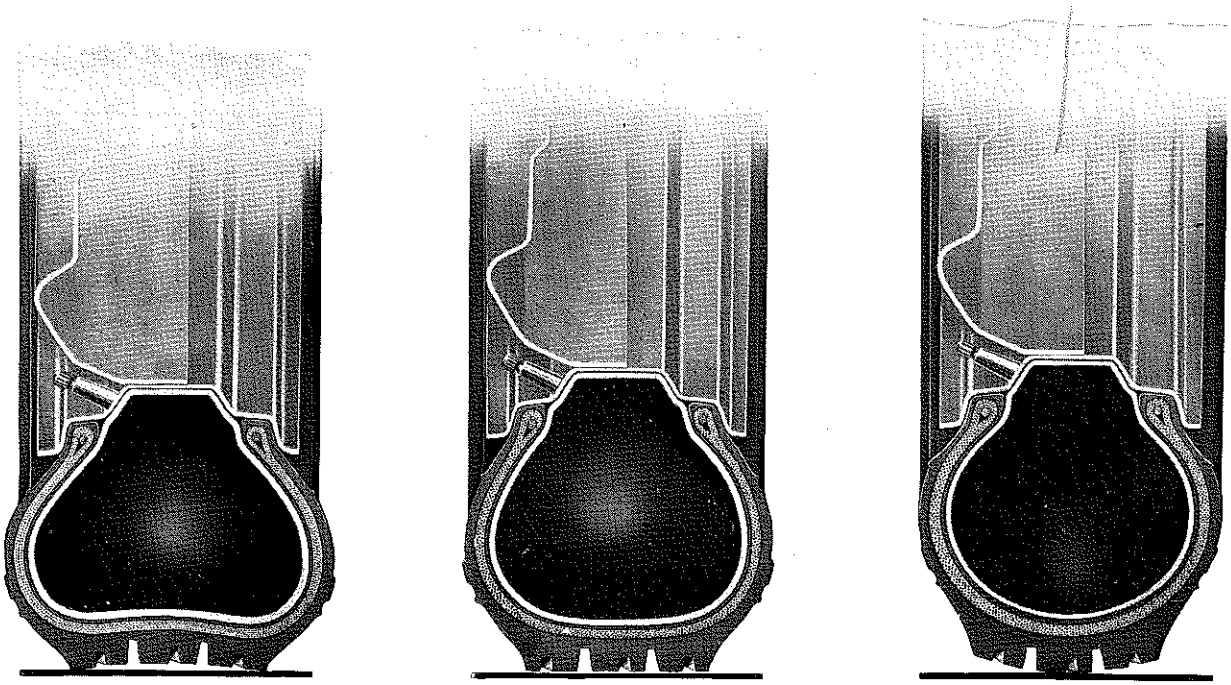
In questi ultimi l'aria viene impiegata ad una pressione determinata in base al carico da sopportare; uno dei fattori più importanti per la buona durata e conservazione dei pneumatici è quello di mantenerli costantemente alla giusta pressione di gonfiaggio. Qualora infatti il pneumatico venga impiegato ad una pressione di gonfiaggio inferiore a quella stabilita, si manifesta sullo stesso un'usura particolarmente accentuata sui due lati esterni del battistrada, più che nella parte centrale. In tali condizioni le superfici laterali o « spalle » del battistrada sopportano la maggior parte del carico (fig. 252), mentre la parte centrale si comprime.

Quando la pressione del pneumatico è normale il battistrada appoggia in piano (fig. 252) ed è questa la migliore condizione di comportamento anche agli effetti di un'efficace « aderenza » dell'autoveicolo al terreno e del minor consumo del pneumatico.

Se, al contrario, il pneumatico viene mantenuto, durante la marcia, ad una pressione superiore a quella stabilita, si verifica una eccessiva usura della sola parte centrale del battistrada, dovuta al maggior carico sopportato dalla stessa, contemporaneamente il pneumatico perde la sua elasticità a causa della sua eccessiva durezza (fig. 252).

Il pneumatico a camera d'aria è costituito da due elementi, aventi ciascuno una funzione caratteristica e specifica: la camera d'aria ed il copertone. La camera d'aria contiene l'aria sotto pressione e deve quindi essere perfettamente stagna. Poichè le sue pareti non sono però sufficientemente robuste per resistere alla pressione interna, essa viene racchiusa nel copertone, montato sul cerchio della ruota in modo da risultare facilmente smontabile. Il copertone (vedere la fig. 253), porta sulla parte di superficie esterna che viene a contatto con il terreno, uno strato di gomma di maggior spessore ed opportunamente sagomato, detto «battistrada». Sui fianchi il copertone è ricoperto da uno strato minore di gomma, in quanto la stessa deve unicamente servire, in tale zona, come protezione della carcassa, contenente la camera d'aria, e conferire la massima elasticità per consentire le continue deformazioni che il pneumatico subisce sia per il rotolamento che per le asperità del terreno.

Attualmente, date le forti portate di alcuni autocarri, le case costruttrici di pneumatici fabbricano speciali copertoni nei quali al comune ordito di cotone viene sostituito il naylon e naylon-rayon ed anche un'armatura fatta con filo metallico molto sottile, annegato nella gomma.



**Pressione insufficiente.** **Pressione normale.** **Pressione eccessiva.**

**Fig. 252 - Comportamento dei pneumatici a seconda della pressione di gonfiaggio.**

## Pneumatici senza camera d'aria.

Vengono anche fabbricati dei pneumatici sprovvisti di camera d'aria.

Si tratta di copertoni alquanto più robusti dei normali per camere d'aria, i quali fanno tenuta direttamente sul cerchio della ruota. Sul cerchio stesso è montata una valvola per l'immissione e lo scarico dell'aria.

Questi pneumatici hanno all'interno uno strato di materiale autostagnante, che in caso di foratura ha la proprietà d'otturare il foro o la lacerazione.

Presentano però alcune difficoltà per il montaggio sul cerchio in quanto il tallone che deve aderire per fare tenuta col cerchio è alquanto rinforzato.

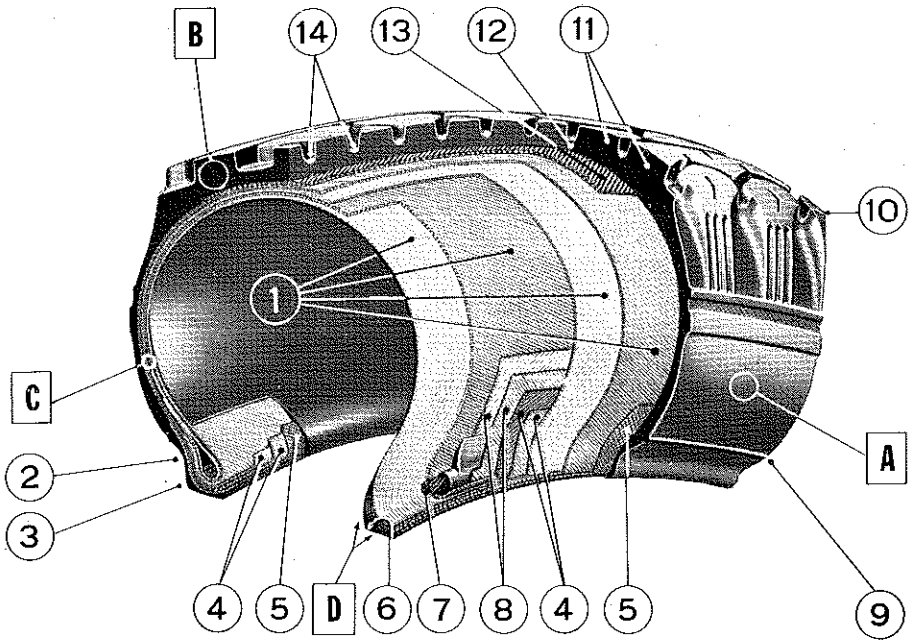



**Fig. 253.**

**Costituzione di un copertone.**

A. Fianco. - B. Fascia battistrada. - C. Carcassa o pacco-tele. - D. Tallone.

1. Tele. - 2. Incavo tallone. - 3. Sperone. - 4. Risvolti delle tele. - 5. Bordo - 6. Punta tallone. - 7. Cerchietto metallico. - 8. Cappio. - 9. Cordoncino di centratura. - 10. Spigolo del battistrada. - 11. Pieni o scolpiture. - 12. Sottofondo. - 13. Intermedio. - 14. Incavi.

# LA FRENATURA DEGLI AUTOVEICOLI

## CONSIDERAZIONI GENERALI

La frenatura di un autoveicolo deve essere considerata sotto due aspetti diversi e precisamente quello di provocare il rallentamento e l'arresto del veicolo entro un determinato spazio od un certo tempo, oppure quello di mantenerlo fermo in una posizione voluta quando il veicolo si trovi su di una strada in pendenza.

Si debbono pertanto distinguere i sistemi frenanti in **freni di arresto o di servizio** e **freni di sicurezza.** Tali sistemi sono assolutamente indispensabili su di un autoveicolo, in quanto deve sempre esistere la possibilità di arrestare il veicolo in due modi distinti, completamente indipendenti l'uno dall'altro, e questo per ovvie ragioni di sicurezza.

I due sistemi di frenatura, pur dovendo fornire coppie frenanti uguali, vengono proporzionati in modo diverso in quanto i freni di arresto, essendo impiegati come freni di esercizio e quindi di uso corrente, debbono essere largamente dimensionati, mentre il freno di sicurezza, essendo adoperato solo in caso di necessità o da fermo per trattenere il veicolo nella posizione voluta, è soggetto ad un consumo notevolmente inferiore.

I freni di arresto sono azionati mediante pressione sull'apposito pedale. L'azione frenante si svilupperà sino a quando il pedale stesso è mantenuto premuto, venendo a cessare in caso contrario.

Il freno di sicurezza è comandato per mezzo di leva a mano, munita di apposito dispositivo che la mantiene nella posizione corrispondente al freno bloccato.

## VELOCITÀ E DISTANZA DI ARRESTO

Il rallentamento e l'arresto di un veicolo sono ottenuti con l'applicazione di forze frenanti sulle ruote; l'intensità di tali forze frenanti ha però un limite massimo rappresentato dall'**aderenza** tra i pneumatici ed il fondo stradale.

L'intensità delle forze frenanti potrà infatti al massimo avere un valore uguale all'aderenza dovuta al peso totale del veicolo (nel caso di frenatura di tutte e 4 le ruote), poichè in caso contrario, qualora fosse superiore, si provocherebbe il bloccaggio delle ruote ed il loro slittamento sul terreno con diminuzione dell'effetto frenante.

L'aderenza (A) di un veicolo sul terreno è data dal peso (P) del veicolo stesso, moltiplicato per il coefficiente di attrito (f) fra i pneumatici ed il suolo:

**aderenza** $A = Pf$.

### COEFFICIENTI DI ATTRITO TRA I PNEUMATICI ED IL SUOLO

| CONDIZIONI DEL FONDO STRADALE | con pneumatici nuovi | con pneumatici in buono stato | con pneumatici lisci o usurati |
|---|---|---|---|
| Su strada asfaltata lucida asciutta | f = 0,8 | f = 0,7 | f = 0,5 |
| » » » » umida | » 0,6 ÷ 0,5 | » 0,5 ÷ 0,4 | » 0,4 ÷ 0,3 |
| » » in cemento scabro asciutto | » 0,9 | » 0,8 | » 0,7 |
| » » » » » umido | » 0,5 | » 0,4 | » 0,3 |
| Su lastricato in pietra liscio asciutto | » 0,6 | » 0,5 | » 0,4 |
| » » » » » umido | » 0,4 | » 0,3 | » 0,25 |
| Su mattonelle di legno asciutto | » 0,7 | » 0,6 | » 0,5 |
| » » » » umido | » 0,4 | » 0,3 | » 0,2 |
| Su strada con massicciata non polverosa | » 0,7 | » 0,6 | » 0,6 |
| » » » » molto » | » 0,5 | » 0,5 | » 0,4 |
| » » » » fangosa | » 0,5 | » 0,4 | » 0,3 |
| Su acciottolato non pulito | » 0,4 | » 0,35 | » 0,3 |

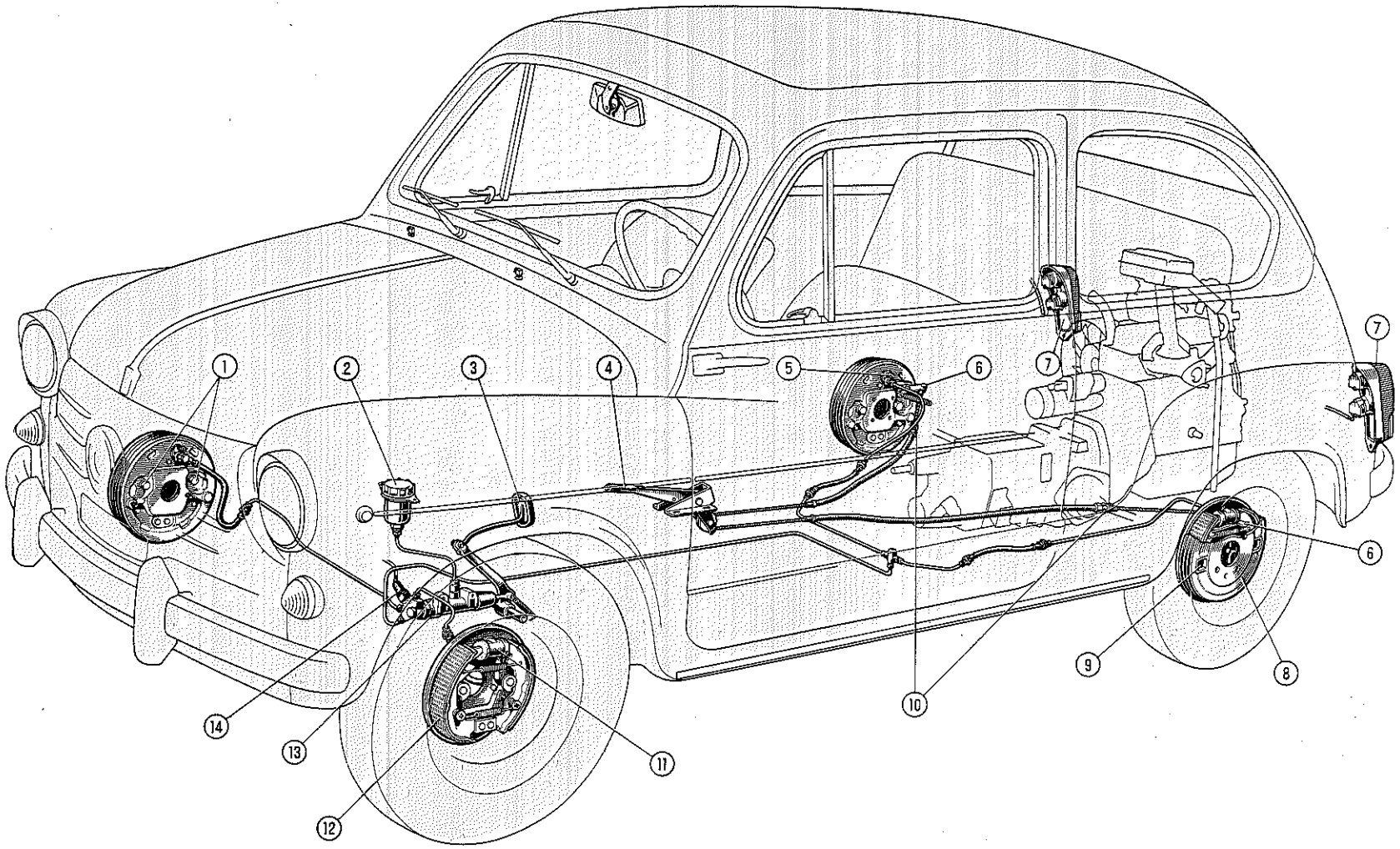



**Fig. 254 - Schema dei freni idraulici alle ruote e meccanico ausiliario sulle ruote posteriori mod. 600.**

1. Eccentrici regolazione giuoco fra ganasce e tamburo. - 2. Serbatoio liquido per freni. - 3. Pedale dei freni idraulici alle ruote. - 4. Leva a mano del freno ausiliario. - 5. Raccordo spurgo aria dalle tubazioni. - 6. Leva azionamento ganasce posteriori, comandata dalla leva (4). - 7. Luci posteriori segnalatrici d'arresto vettura. - 8. Tamburo freni. - 9. Feritoie controllo giuoco fra ganasce e tamburo. - 10. Tenditori di regolazione corsa leva a mano. - 11. Cilindro idraulico comando ganasce. - 12. Ganasce montate sul disco porta-freno. - 13. Pompa idraulica freni ruote. - 14. Interruttore a pressione idraulica per luci posteriori d'arresto.

L'aderenza varia perciò in funzione del peso del veicolo e del coefficiente di attrito, il quale a sua volta è molto variabile a seconda del fondo stradale e del tipo di gommatura delle ruote. Si hanno infatti coefficienti di attrito f che possono variare da 0,1 (strada ghiacciata) a circa 1 (strada asfaltata lavata, nelle migliori condizioni),

Generalmente, in pratica, data tale variabilità, del coefficiente di attrito e quindi dell'aderenza, il sistema frenante viene proporzionato per valori di f = 0,6.

Allo scopo di poter stabilire lo spazio (S) che un veicolo percorre prima di fermarsi, quando lo stesso sia lanciato ad una certa velocità (V), è sufficiente tenere presente che il lavoro di frenatura, dato dalla forza frenante applicata alle ruote moltiplicata per lo spazio di frenatura, deve essere uguale alla forza viva posseduta dal veicolo nell'istante in cui si inizia la frenatura.

Poichè la forza frenante (F) deve essere uguale all'aderenza del veicolo, si ha che:

$$F = A = Pf.$$

La forza viva, per una certa velocità (V), è data da: $\frac{1}{2} MV^2$, dove (M) rappresenta la **massa del veicolo,** cioè il rapporto tra il suo peso (P) e l'accelerazione di gravità (g = 9,81 m/sec²).

Quindi:

lavoro di frenatura (F × S) = forza viva ($\frac{1}{2} MV^2$)

cioè:

$$PfS = \frac{1}{2} MV^2 = \frac{1}{2} \frac{P}{g} V^2,$$

dalla quale si ricava che lo spazio S necessario ad arrestare il veicolo è dato da:

$$S = \frac{1}{2} \frac{P}{g} \frac{V^2}{Pf} = \frac{1}{2} \frac{V^2}{fg} = \frac{V^2}{2fg}$$

Da tale formula appare evidente che lo spazio di frenatura (S) è direttamente proporzionale al quadrato della velocità del veicolo ed inversamente proporzionale al coefficiente di attrito (f) tra ruote e terreno. Lo spazio di frenatura è invece assolutamente indipendente dal peso del veicolo; ciò dimostra che sulla stessa strada, a pari velocità, possono arrestarsi in uguale tratto sia una leggera vettura, come un pesante autocarro.

Quanto sopra vale naturalmente quando il sistema di frenatura sia efficiente e ben dimensionato in fase di progetto, nonchè su strada in pianura.

In salita lo spazio di frenatura sarà naturalmente minore, mentre al contrario in discesa

## TABELLA DELLE DISTANZE DI ARRESTO IN METRI A SECONDA DELLA VELOCITÀ DELL'AUTOVEICOLO E DELL'EFFICACIA DEI FRENI

| Coefficiente efficacia dei freni | VELOCITÀ DEL VEICOLO IN Km/h | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 |
| 1,00 | 1,60 | 6,40 | 14,40 | 25,60 | 40 — | 57,50 |
| 0,90 | 1,78 | 7,10 | 16 — | 28,50 | 44,50 | 64,50 |
| 0,80 | 2 — | 8 — | 18 — | 32 — | 50 — | 72 — |
| 0,70 | 2,29 | 9,17 | 20,60 | 36,70 | 57,30 | 82,50 |
| 0,60 | 2,68 | 10,70 | 24,10 | 42,80 | 66,90 | 96,50 |
| 0,50 | 3,20 | 12,80 | 28,80 | 51,20 | 80 — | 115 — |
| 0,40 | 4 — | 16 — | 36 — | 64 — | 100 — | 144 — |
| 0,30 | 5,35 | 21,50 | 48 — | 85,50 | 134 — | 134 — |
| 0,20 | 8 — | 32 — | 72 — | 128 — | 200 — | 288 — |
| 0,10 | 16 — | 64 — | 144 — | 256 — | 400 — | 576 — |

risulterà tanto maggiore quanto più forte sarà la pendenza della strada.

Nella tabella riportata a pag. 180 sono stati riassunti, a scopo illustrativo, i valori degli spazi di frenatura per diverse velocità e con differenti coefficienti di attrito tra pneumatici e fondo stradale.

Per stabilire il valore del coefficiente di attrito tra ruote e terreno, si possono tenere presenti i seguenti dati:

In condizioni normali, quando non si abbiano precisi elementi per giudicare lo stato del fondo stradale e lo stato di usura delle gomme, è consigliabile assumere come valore medio del coefficiente di attrito: $f = 0{,}6$, che dà risultati approssimati sufficientemente attendibili.

## SISTEMA FRENANTE DELLE RUOTE

I freni sono dei sistemi meccanici aventi la funzione di trasformare in calore l'energia cinetica del veicolo, ed a tale scopo negli autoveicoli si utilizza generalmente l'attrito tra elementi meccanici striscianti. Si hanno così dei **freni meccanici,** con comando **meccanico, idraulico** o **pneumatico.**

I freni possono essere **a tamburo** od **a disco.**

Nei freni a tamburo gli elementi principali sono:

— i tamburi (8, fig. 254);

— i dischi porta-freno con le ganasce (12, fig. 254) ed i segmenti d'attrito;

— il sistema di comando: meccanico, idraulico o pneumatico.

Nei freni a disco si trovano:

— i mozzi ruota (3, fig. 260) con il relativo disco freno (2);

— le pinze (4, fig. 260) con i cilindretti idraulici ed i tasselli d'attrito.

Il sistema di comando dei freni sulle ruote per autovetture e veicoli industriali di media portata è ormai quasi completamente di tipo idraulico; mentre quello per i veicoli industriali può essere idraulico e pneumatico.

Soltanto i freni di sicurezza per quasi tutti gli autoveicoli sono a comando meccanico.

Con il **comando idraulico** dei freni la trasmissione dello sforzo frenante è ottenuta per mezzo di un liquido in pressione. Tale sistema presenta, nei confronti dei freni a comando meccanico, notevoli vantaggi, tra i quali possiamo ricordare:

a) Soppressione di tutta la tiranteria meccanica, delle articolazioni e degli alberi, particolarmente rumorosa e soggetta ad usura.

b) Soppressione delle normali operazioni di manutenzione (ingrassatura, regolazione, ecc.).

c) Ripartizione automatica dello sforzo frenante sulle quattro ruote in misura uguale.

Il funzionamento dei freni idraulici alle ruote è il seguente: una pompa, comandata direttamente dal pedale freno e collegata al serbatoio di alimentazione del liquido, trasmette la pressione raggiunta nel cilindro della pompa a quattro stantuffini ricevitori, contenuti nei cilindretti montati tra le estremità superiori delle ganasce freno.

Lo spostamento degli stantuffini, sotto l'azione della pressione del liquido, provoca, attraverso dei puntali, la dilatazione delle estremità superiori delle ganasce e quindi l'azione frenante.

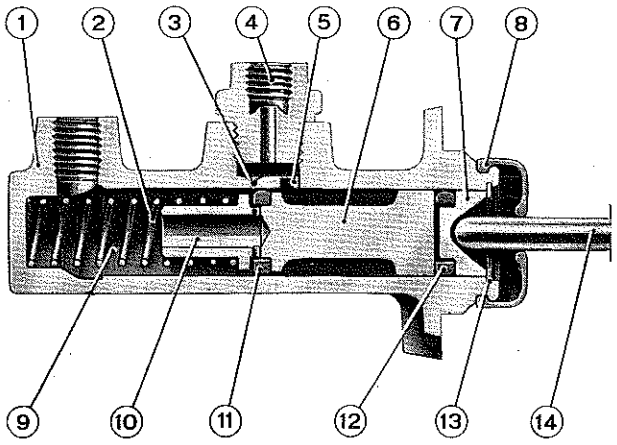



**Fig. 255 - Pompa idraulica dei freni.**

1. Corpo pompa. - 2. Molla richiamo stantuffo. - 3. Foro di compensazione. - 4. Raccordo per tubo di alimentazione. - 5. Foro entrata liquido. - 6. Porta anello valvola flottante. - 7. Stantuffo - 8. Cuffia per cilindro. - 9. Camera di compressione. - 10. Camera con fori per compressione anello valvola flottante. - 11. Anello valvola flottante. - 12. Anello di tenuta. - 13. Anello elastico di sicurezza. - 14. Puntale per azionamento pompa.

## FUNZIONAMENTO DELLA POMPA E DEI CILINDRETTI IDRAULICI

L'avanzamento dello stantuffo (7, fig. 255) e del porta valvola (6) fa adagiare l'anello-valvola (11) contro la parete anteriore del porta valvola, chiudendo il passaggio alla camera anulare del porta valvola; proseguendo nella corsa, l'anello-valvola passa sul foro di compensazione (3), chiudendo ogni comunicazione con il serbatoio di alimentazione.

Ha così inizio la compressione del liquido che, agendo sulla parete anteriore dell'anello (11) e sulla faccia interna, assicura la tenuta dell'anello anche ad alte pressioni di esercizio. Il liquido, inviato sotto pressione nell'interno dei cilindri

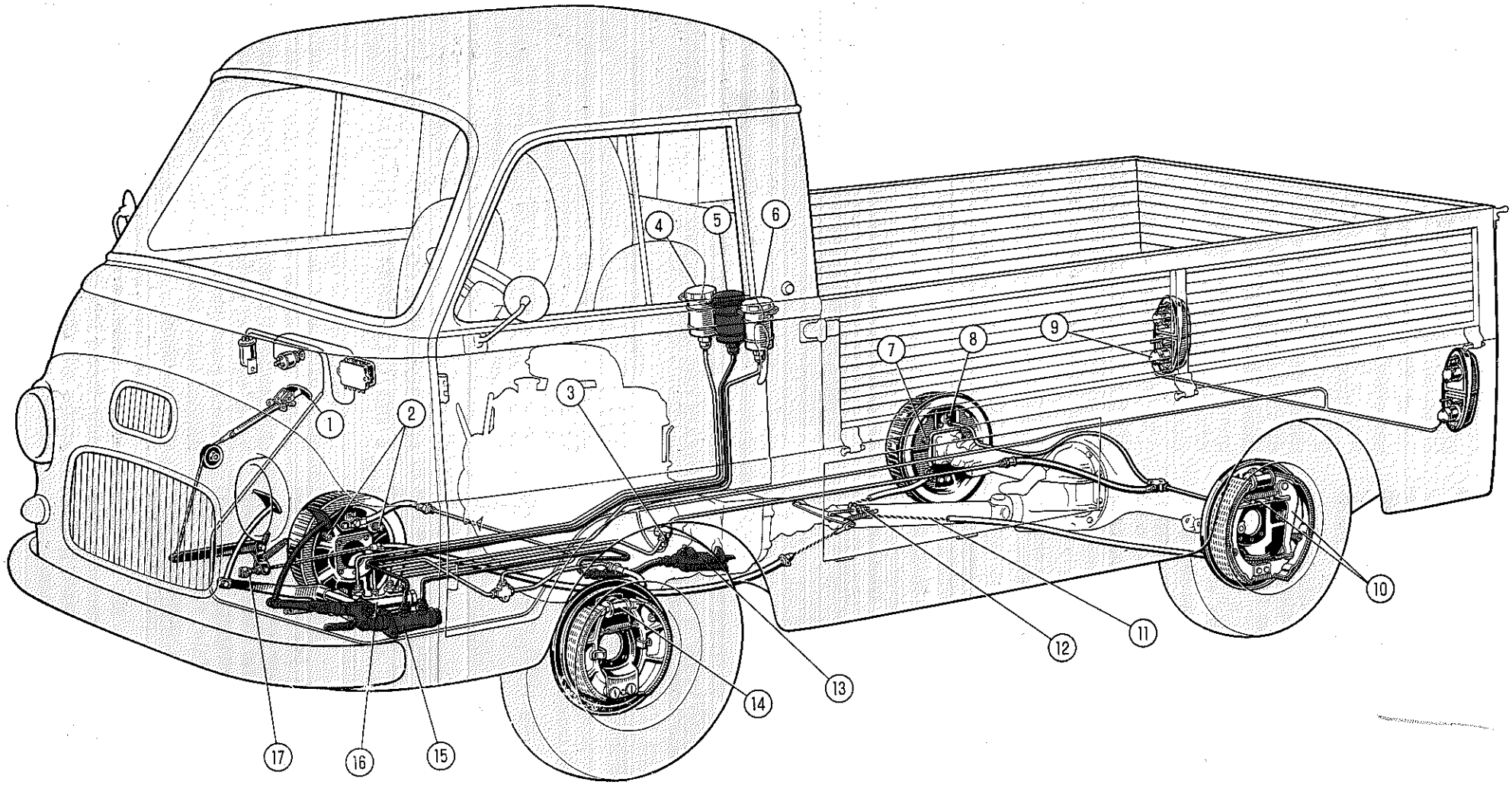



**Fig. 256 - Schema comando idraulico freni, frizione e comando meccanico del freno a mano di sicurezza (autoveicoli modd. 1100 T e 1100 TN).**

1. Leva di comando del freno a mano di sicurezza. - 2. Eccentrici di regolazione del giuoco superiore fra ganasce e tamburo. - 3. Interruttore a pressione idraulica per luci posteriori d'arresto. - 4. Serbatoio liquido comando freni anteriori. - 5. Serbatoio liquido comando frizione. - 6. Serbatoio liquido comando freni posteriori. - 7. Eccentrici di regolazione giuoco fra ganasce e tamburo. - 8. Raccordo di spurgo aria dall'impianto freni. - 9. Luci posteriori segnalatrici d'arresto veicolo. - 10. Leve azionamento ganasce freni posteriori, comandati dalla leva (1). - 11. Cavo della leva di comando del freno a mano. - 12. Tenditore di regolazione corsa leva freno a mano. - 13. Cilindro idraulico comando frizione. - 14. Cilindro idraulico comando ganasce freni. - 15. Pompa idraulica comando frizione. - 16. Pompa idraulica comando freni. - 17. Vite tenditrice del cavo comando freno a mano.

comando ganasce, agisce sugli stantuffi (1, fig. 257) e spostandoli verso l'esterno aziona le ganasce freno.

In posizione di riposo le guarnizioni (2, fig. 257) sono compresse assialmente dagli scodellini (4) mediante la pressione della molla (3); la pressione idraulica agisce sugli anelli radialmente ed assialmente, in modo che essi migliorano la tenuta col crescere della pressione. Al rilascio del pedale del freno, le azioni concomitanti delle molle di richiamo ganasce e della pompa rimandano il liquido alla pompa, così che i vari organi riprendono la posizione di riposo.

Nelle pompe per autocarri pesanti, annegate nel servofreno, non vi è tenuta nella parte posteriore della pompa, poichè da questa parte viene effettuata l'alimentazione attorno allo stantuffo che ha un gioco adeguato; sulle pompe per autovetture, invece, la tenuta sulla parte posteriore per la camera di alimentazione è assicurata dall'anello di gomma (12, fig. 255), uguale alla valvola. Questo anello è disposto su un risalto dello stantuffo; poichè lo spessore dell'anello di tenuta è superiore di qualche decimo di millimetro rispetto al risalto dello stantuffo, ne consegue che l'anello risulta compresso, sotto l'azione della molla (2), tra il porta anello-valvola (6) e lo stantuffo (7). Si ottiene così una pressione radiale sufficiente a garantire la tenuta dell'anello contro il corpo pompa.

## DISPOSITIVO REGOLATORE DI PRESSIONE

Su alcuni modelli di vetture (1600 S, 1800 B, 2300 e derivati) è montato un regolatore di pressione che ha lo scopo di ridurre l'effetto frenante sulle ruote posteriori (11, fig. 259).

Il dispositivo è costituito essenzialmente da un cilindro nel quale agisce uno stantuffo differenziale.

La parte del cilindro a diametro minore forma una camera (A, fig. 258) ad alta pressione e la parte a diametro maggiore, invece, una camera (B) a bassa pressione.

La camera (A) è in comunicazione con il circuito primario del cilindro maestro e la camera (B) con il circuito secondario dei cilindri comando freni delle ruote posteriori.

Le due camere (A e B) possono comunicare tra loro soltanto attraverso una valvola (14) disposta nello stantuffo differenziale (5).

La diminuzione di pressione tra la camera (B) e la camera (A) è ottenuta per mezzo della differenza di area tra le due superfici attive dello stantuffo (5).

Nella camera (A) ad alta pressione è alloggiata la molla tarata (17) che insiste sulla faccia a diametro minore dello stantuffo tenendolo premuto, nella posizione di riposo, contro il tappo (10) di chiusura del dispositivo.

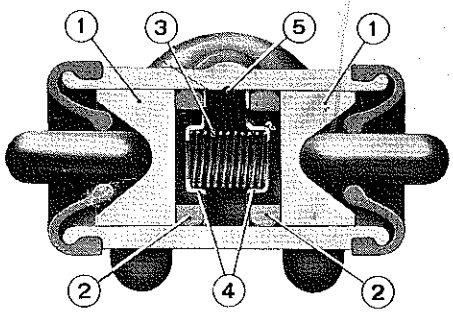



**Fig. 257 - Cilindro sulle ruote.**

1. Stantuffo. - 2. Guarnizioni di tenuta. - 3. Molla di reazione. - 4. Scodellini per molla. - 5. Foro per il raccordo per eseguire lo spurgo dell'aria.

Nella posizione di riposo, la valvola (14) è mantenuta aperta dal puntalino scanalato (4) che vince la resistenza della molla di contrasto (15), stabilendo così una comunicazione tra le due camere (A) e (B).

Quando si agisce sul pedale freno il liquido fluisce, attraverso la valvola (14), dalla camera (A) alla camera (B).

Con l'aumentare della pressione, la differenza tra la spinta esercitata sulla faccia a diametro maggiore dello stantuffo (5) e quella a diametro minore, sposta lo stantuffo stesso verso la camera (A) vincendo la reazione della molla (17) e libera, dal puntalino (4), la valvola (14) che viene spinta verso la sua sede dalla molla (15), determinan-

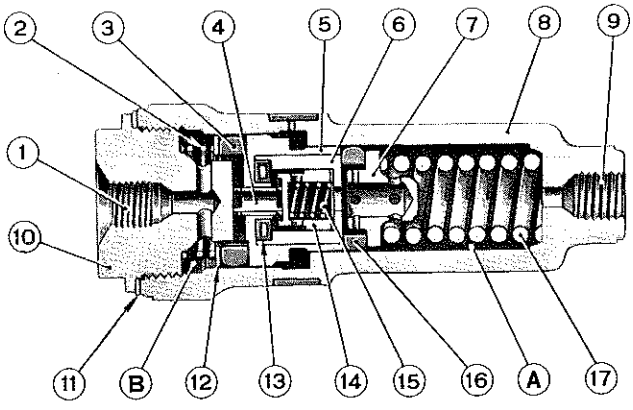



**Fig. 258 - Sezione longitudinale del regolatore di pressione.**

1. Raccordo per tubazione mandata liquido ai cilindri freni ruote posteriori. - 2. Molla premianello elastico. - 3. Anello elastico per tenuta camera bassa pressione. - 4. Puntalino per valvola. - 5. Stantuffo differenziale. - 6. Porta valvola. - 7. Porta anello elastico. - 8. Corpo regolatore di pressione. - 9. Raccordo tubazione arrivo liquido dalla pompa. - 10. Tappo per camera bassa pressione. - 11. Guarnizione per tappo. - 12. Rosetta appoggio molla. - 13. Guarnizione per valvola. - 14. Valvola. - 15. Molla per valvola. - 16. Anello elastico per tenuta camera alta pressione. - 17. Molla di reazione. - A. Camera ad alta pressione. - B. Camera a bassa pressione.

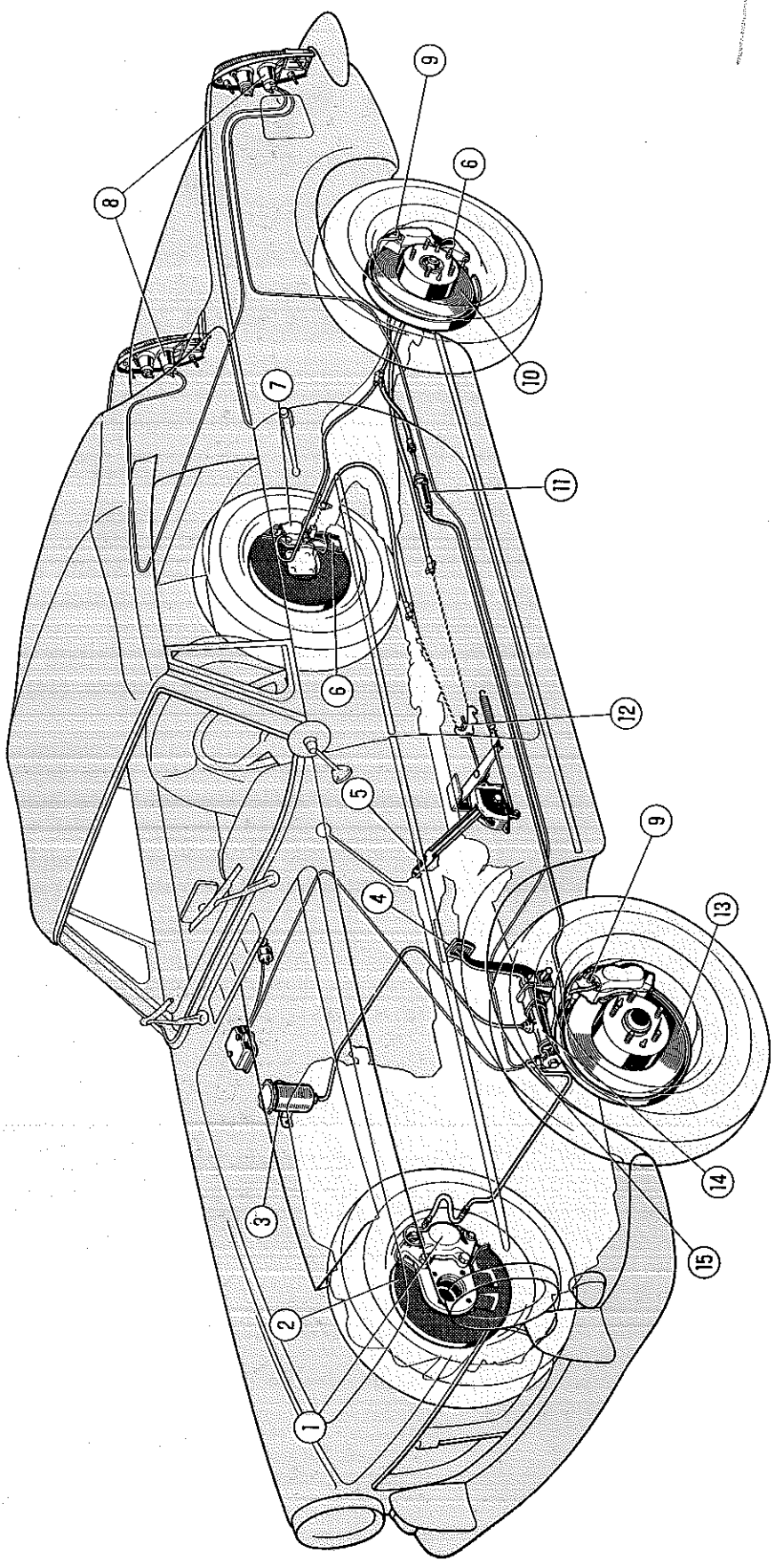



**Fig. 259 - Schema dei freni a disco, idraulici di servizio e meccanico di soccorso e di stazionamento della vettura mod. 1600 S Cabriolet.**

1. Pinze dei freni idraulici anteriori. - 2. Riparo del disco freno. - 3. Serbatoio liquido comando freni. - 4. Pedale dei freni idraulici alle ruote. - 5. Leva del freno a mano di soccorso e di stazionamento. - 6. Freno meccanico di soccorso e di stazionamento, comandato dalla leva 5. - 7. Pinze dei freni idraulici posteriori. - 8. Luci posteriori segnalatrici d'arresto vettura. - 9. Raccordo di spurgo aria dai cilindretti comando freni. - 10. Disco dei freni posteriori. - 11. Dispositivo limitatore di pressione per i freni posteriori. - 12. Tenditore di regolazione corsa leva del freno a mano. - 13. Disco dei freni anteriori. - 14. Pompa idraulica. - 15. Interruttore a pressione per luci posteriori di arresto.

done la chiusura completa quando la pressione raggiunge il valore di 25 kg/cm².

In tali condizioni, pertanto, la comunicazione tra le due camere (A) e (B) viene chiusa, la pressione di mandata agisce sulla faccia a diametro minore dello stantuffo differenziale e la pressione nella camera (B) risulta quindi inferiore a quella nella camera (A); di conseguenza anche la pressione nei cilindri di comando dei freni delle ruote posteriori risulta proporzionalmente inferiore a quella all'uscita dalla pompa.

Con un ulteriore aumento della pressione di mandata nella camera (A) si determina nuovamente lo spostamento dello stantuffo differenziale (5) verso la camera (B), provocando in tal modo l'apertura della valvola (14) che permette un'ulteriore erogazione di fluido dalla camera (A) alla camera (B). Ciò comporta un aumento di pressione nel circuito delle ruote posteriori e quindi nuova chiusura della valvola (14), ristabilendo in tal modo la differenza di pressione fra il circuito ruote posteriori ed il cilindro maestro.

Da quanto su esposto si rileva che per chiudere il circuito fra le camere (A) e (B) è necessario che lo stantuffo differenziale (5), vincendo la reazione della molla (17), effettui uno spostamento tale da liberare completamente la valvola (14); ciò si ottiene a partire dalla pressione minima di 25 kg/cm².

Con il rilascio del pedale del freno la pressione nella camera (A) diminuisce, lo stantuffo differenziale sotto l'azione della molla (17) viene spinto contro il tappo (10), la valvola (14) viene aperta dal puntalino (4) ed il liquido del circuito freni delle ruote posteriori viene scaricato nel circuito del cilindro maestro.

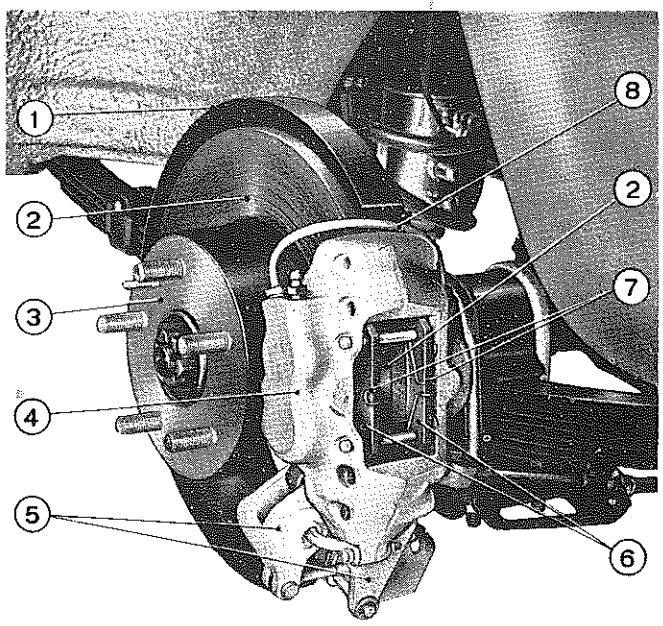



**Fig. 260 - Freno a disco sulla ruota posteriore.**
1. Riparo dalla polvere e dal fango. - 2. Disco freno. - 3. Mozzo ruota. - 4. Pinza del freno. - 5. Meccanismo del freno di soccorso e di stazionamento. - 6. Tasselli d'attrito. - 7. Molle di ritegno dei tasselli d'attrito. - 8. Tubazione di collegamento della semipinza interna a quella esterna.

La tubazione del liquido freni proveniente dalla pompa idraulica è collegata alla semipinza interna e comunica con il rispettivo cilindro. I cilindri della semipinza esterna sono collegati da apposita tubazione (vedere 8, fig. 260) comunicante con il cilindro della semipinza interna. La pressione

# FRENI A DISCO

## COSTITUZIONE

La costituzione del freno a disco è molto semplice. Esso è costituito essenzialmente da un disco di ghisa di alta qualità e da una pinza, pure di ghisa, montata su di una staffa di supporto.

Il disco freno, che è fissato sul mozzo e ruota con questo, è abbracciato dalla pinza (vedere 4, fig. 260), fissata con viti a testa esagonale al montante del fuso a snodo, per i freni anteriori; oppure alla scatola del ponte, per i freni posteriori.

Sul lato della pinza verso l'interno della vettura (fig. 261) è montato un cilindro idraulico, mentre sul lato verso l'esterno sono montati due cilindri il cui effetto frenante è uguale a quello del cilindro verso l'interno.

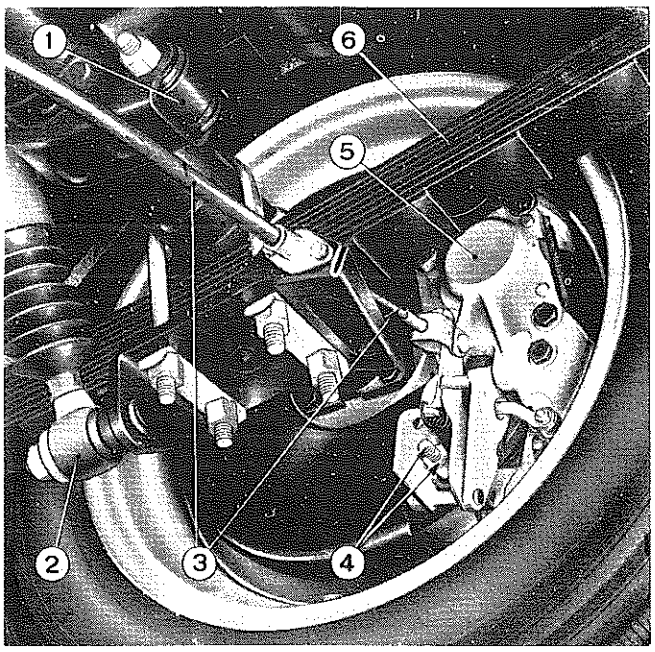



**Fig. 261 - Particolare del freno a disco sulla ruota posteriore.**
1. Barra stabilizzatrice. - 2. Ammortizzatore. - 3. Fune comando freno a mano. - 4. Vite per regolazione guarnizioni freno a mano. - 5. Pinza freno a disco. - 6. Molla a balestra.

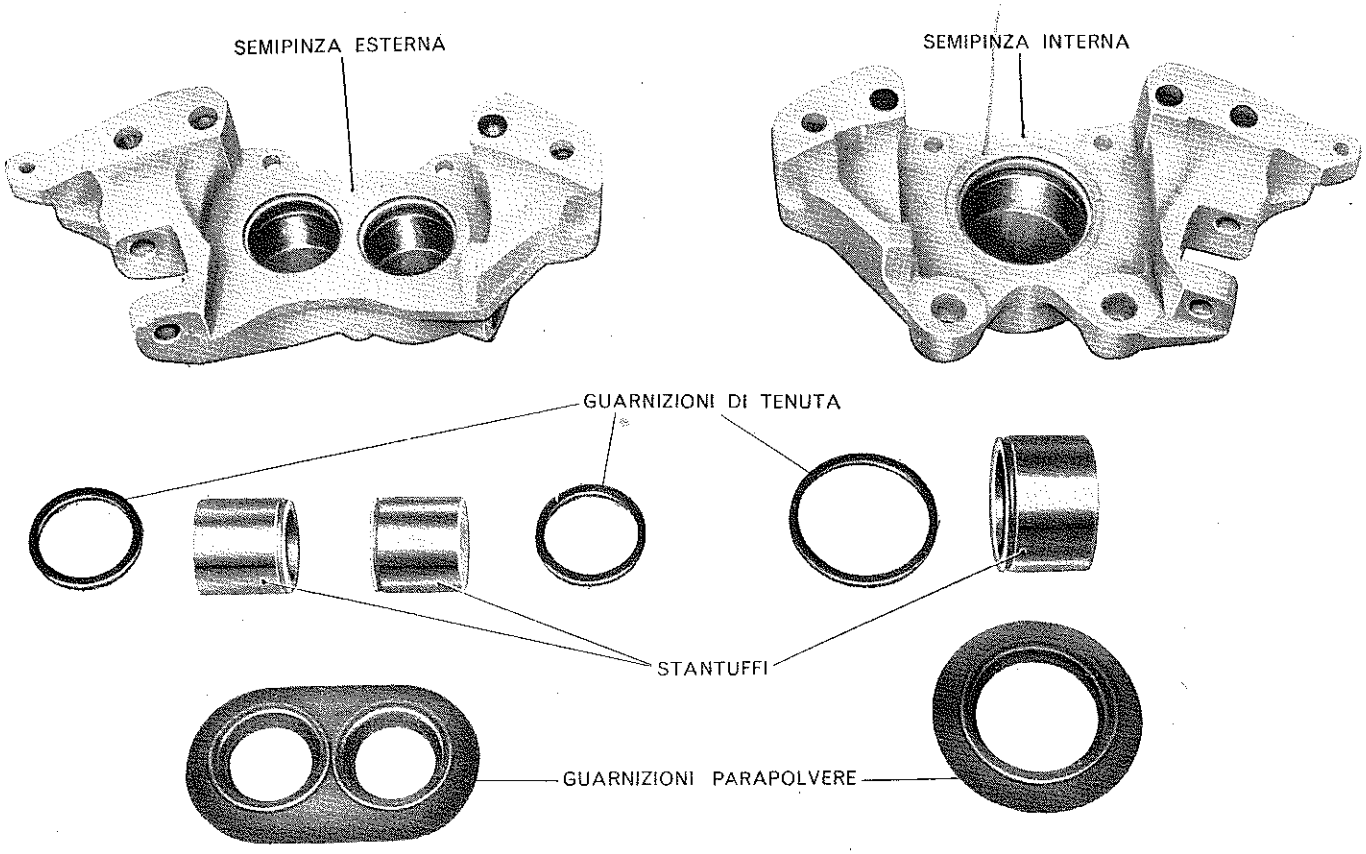



**Fig. 262 - Complessivo pinza posteriore, senza il meccanismo del freno a mano, scomposta nei particolari.**

idraulica della pompa è quindi equilibrata su tutti gli stantuffi.

Su ogni cilindro è montato un anello di tenuta di gomma (fig. 262) situato in una scanalatura ricavata nel corpo della pinza. Lo stantuffo è a sua volta protetto da un coperchio parapolvere in gomma (figg. 262 e 263).

Tra gli stantuffi ed il disco freno è montata da entrambe le facciate, una guarnizione di attrito, la quale è incorporata di fusione con una piastra d'acciaio assicurata a sua volta al corpo da molle di ritegno (7, fig. 260).

Come si vede sulle figure (262 e 263) di questa pagina, ogni pinza è costituita da due metà imbullonate fra di loro.

Alle pinze dei freni posteriori è poi applicato un meccanismo (5, fig. 260) per la frenatura a mano di soccorso e stazionamento, che agisce, mediante apposite guarnizioni d'attrito (fig. 263), sul disco freno.

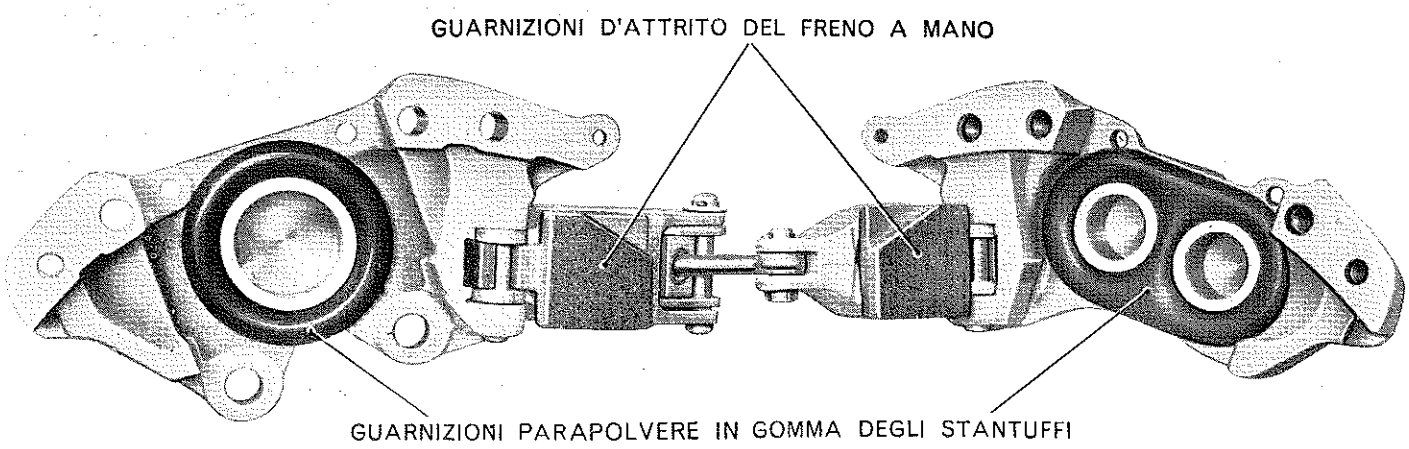



**Fig. 263 - Complessivo pinza posteriore, con meccanismo del freno a mano, vista con le semipinze aperte.**

## FUNZIONAMENTO

Agendo sul pedale del freno, la pressione idraulica generata nell'impianto fa sì che gli stantuffi esercitino una pressione uguale ed opposta, attraverso le guarnizioni di attrito, sulle due facce del disco rotante, in proporzione diretta allo sforzo esercitato dal piede sul pedale.

Quando si rilascia la pressione sul pedale e di conseguenza la compressione sul disco, le guarnizioni rimangono appena a contatto con il disco, pronte per la successiva azione frenante. In tal modo la regolazione necessaria per compensare l'usura delle guarnizioni è automatica e non richiede alcuna registrazione manuale.

Il freno a disco è munito di guarnizioni di attrito che agiscono su una piccola parte della superficie frenante, lasciando una grande zona del disco esposta all'atmosfera, permettendo così la

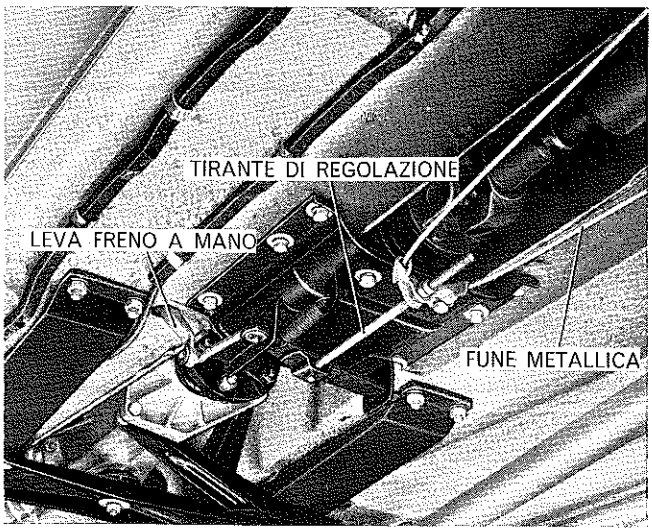



**Fig. 264 - Particolare dal basso della vettura con leva freno a mano, tirante di regolazione e fune metallica.**

massima dissipazione di calore. Per questo motivo il raffreddamento del disco è molto rapido ed anche nelle frenate frequenti ad alta velocità non si nota alcuna variazione nello sforzo sul pedale; il freno a disco conserva inoltre indefinitivamente le sue caratteristiche di dolce progressività. Però, data la minor superficie d'attrito delle guarnizioni si richiedono pressioni al pedale sensibilmente superiori a quelle richieste dai freni a tamburo. Si rende perciò necessaria, specie su vetture di una certa mole, l'adozione di un servofreno che limiti lo sforzo da esercitare sul pedale.

## MECCANISMO PER FRENO A MANO SUI DISCHI POSTERIORI

Agendo sulla leva a mano (fig. 264), si sposta il tirante di regolazione e la fune metallica alle cui estremità sono fissati i forcellini che agiscono sul meccanismo del freno a mano; tale meccanismo consente di immobilizzare la vettura anche quando questa si trova su strade in forte pendenza.

# SERVOFRENO PER AUTOVETTURE

Su alcune vetture è montato un servofreno idro-pneumatico a depressione (vedere lo schema fig. 265).

Il servofreno è un'apparecchiatura pneumatica a depressione che, per il suo funzionamento, utilizza il vuoto prodotto dall'aspirazione del motore dell'autoveicolo e la pressione atmosferica. Il servofreno rende la frenata più equilibrata e all'occorrenza istantanea e potente; a parità di sforzo sul pedale si ottiene una frenata di efficacia doppia.

L'azione del servofreno si aggiunge alla pressione generata dall'azione del pedale nella pompa freni e la pressione così combinata viene ad agire sui cilindretti ruote.

Il gruppo è costruttivamente compatto e non presenta tiranti o leve all'esterno esposti all'azione della polvere o dell'umidità. È realizzato in modo che, in caso di avaria al motore o di mancanza di depressione, può far funzionare i freni secondo il sistema convenzionale.

Il gruppo è montato sul circuito idraulico fra la pompa freni e i cilindretti ruote, inoltre è realizzato un collegamento fra il gruppo ed il collettore d'aspirazione del motore.

Il complessivo servofreno qui illustrato è costituito essenzialmente dalle seguenti parti:

1) Cilindro a depressione.
2) Servo-cilindro idraulico.
3) Valvola di comando a funzionamento idraulico.

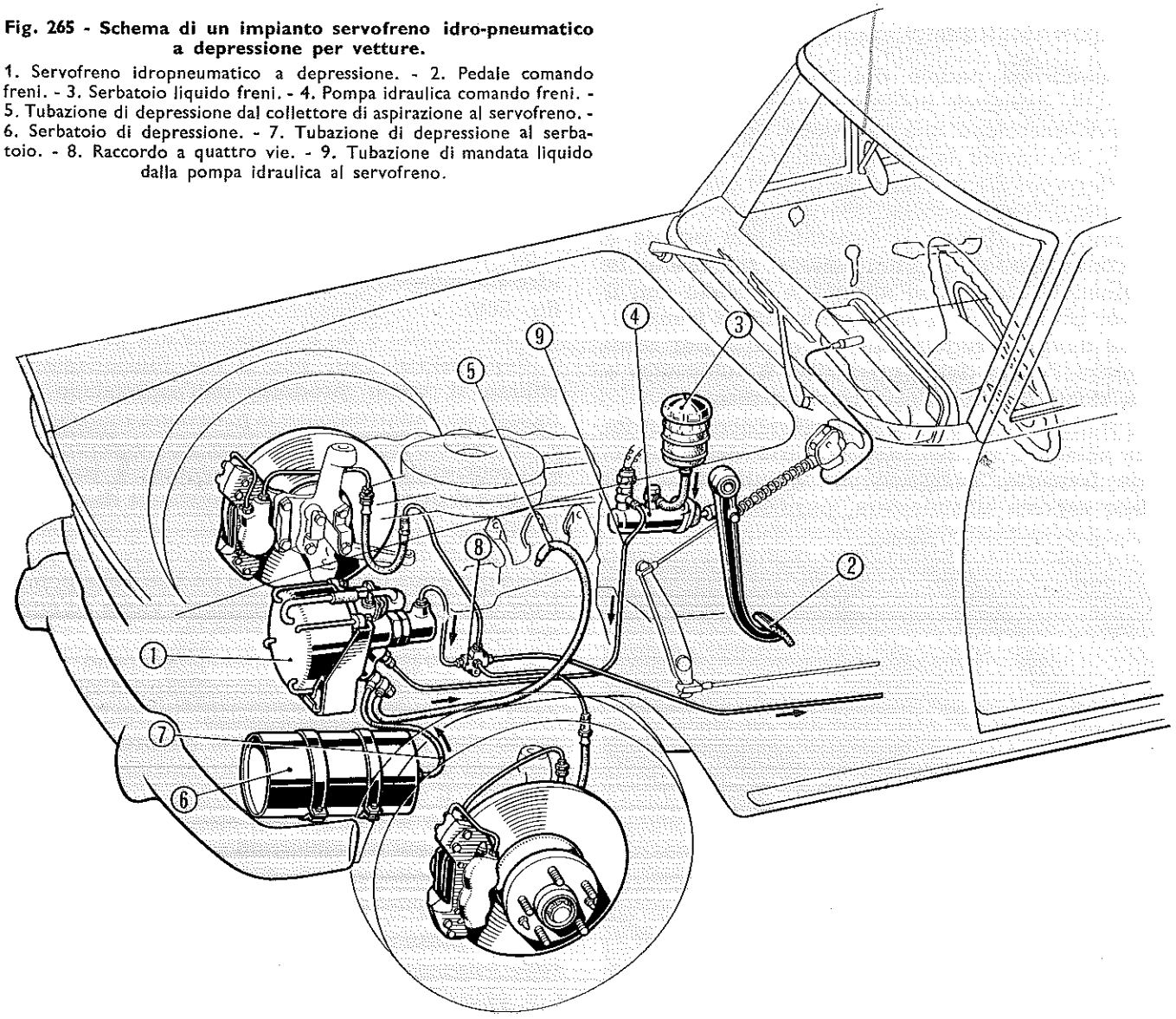
## AZIONAMENTO DEL SERVOFRENO

Quando si agisce sul pedale del freno, il liquido in pressione passa attraverso il condotto (12, fig. 266) e penetra nella camera ($B_2$) del cilindro (11), collegata con il circuito (9) che porta il liquido ai cilindretti ruote. Contemporaneamente la pressione idraulica agisce sul lato sinistro dello stantuffo (4) spingendolo verso destra.

Nel suo movimento lo stantuffo (4) vince la resistenza della molla (6) e sposta anche il diaframma (5), per cui la sede di tenuta posta al centro e costituita dal piattello (10) dello stesso viene a contatto con la valvola atmosferica (8) e chiude la comunicazione fra le camere ($C_1$) e ($C_2$). Proseguendo nella sua corsa lo stantuffo (4) provoca l'apertura della valvola (8). L'aria a pressione atmosferica, attraverso il filtro (7) e

**Fig. 265 - Schema di un impianto servofreno idro-pneumatico a depressione per vetture.**

1. Servofreno idropneumatico a depressione. - 2. Pedale comando freni. - 3. Serbatoio liquido freni. - 4. Pompa idraulica comando freni. - 5. Tubazione di depressione dal collettore di aspirazione al servofreno. - 6. Serbatoio di depressione. - 7. Tubazione di depressione al serbatoio. - 8. Raccordo a quattro vie. - 9. Tubazione di mandata liquido dalla pompa idraulica al servofreno.




la valvola (8), penetra così nella camera ($C_2$) e da questa, attraverso la tubazione (2), giunge alla camera ($A_1$) a sinistra dello stantuffo a depressione (1).

La differenza di pressione che viene così a determinarsi sulle due facce dello stantuffo (1) (tenendo presente che nella camera ($A_2$) esiste sempre depressione) provoca, vincendo la reazione della molla (15), lo spostamento dello stantuffo (1) e dell'asta (16) solidale allo stesso. La sfera (14), posta sull'estremità dell'asta (16), chiude il passaggio del liquido attraverso il condotto (12) e quindi sposta lo stantuffo idraulico (13) aumentando la pressione sul liquido nella camera $(B)_2$ e da questa, attraverso il raccordo (9), il liquido è inviato ai cilindretti sulle ruote ad essa collegati.

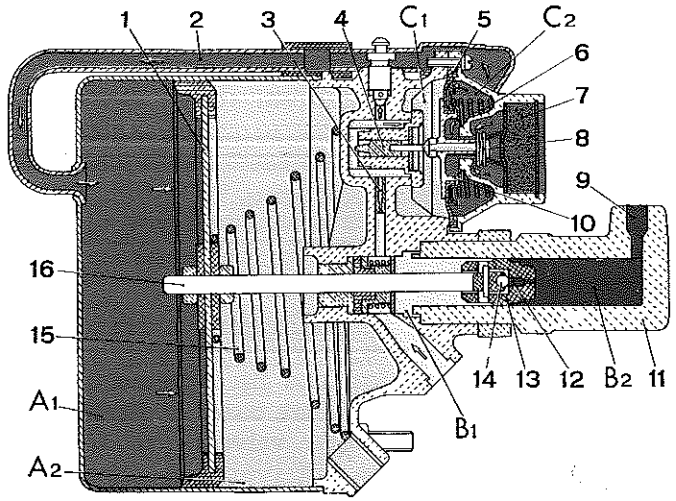



**Fig. 266 - Schema di funzionamento del servofreno nella posizione di azionamento.**

1. Stantuffo a depressione. - 2. Tubazione di collegamento. - 3. Condotto passaggio liquido. - 4. Stantuffo. - 5. Diaframma. - 6. Molla. - 7. Tampone filtrante. - 8. Valvola lato pressione atmosferica. - 9. Raccordo mandata liquido ai cilindretti ruote. - 10. Piattello per diaframma. - 11. Corpo cilindro idraulico. - 12. Condotto passaggio liquido. - 13. Stantuffo idraulico. - 14. Valvola a sfera. - 15. Molla di richiamo. - 16. Asta dello stantuffo. - $A_1$ e $A_2$. Camere del cilindro a depressione. - $B_1$ e $B_2$. Camera del servo cilindro idraulico. - $C_1$ e $C_2$. Camere delle valvole di comando.

La differenza di pressione sulle due facce dello stantuffo (1) è la stessa esistente sui due lati del diaframma (5); questa differenza di pressione sul diaframma è controbilanciata dalla pressione idraulica proveniente dalla pompa freni che agisce sul lato sinistro dello stantuffo (4) mantenendo in equilibrio il diaframma (5). In tal modo la pressione che si genera nella camera ($B_2$) del servo cilindro (11) è proporzionale alla pressione di azionamento sulla pompa freni. Il movimento del liquido a destra dello stantuffo (13) è pari al movimento del liquido sulla sinistra dello stesso e dello stantuffo (4); in questo modo il guidatore può mantenere il controllo della « posizione » e della « pressione »; cioè la completa sensibilità della frenata.

La pressione totale erogata dal servofreno è pari a quella dello stantuffo a depressione (1) sommata a quella della pompa freni esistente nella camera ($B_1$) del servo cilindro (11).

# SERVOFRENI PER AUTOCARRI ED AUTOBUS

Nel capitolo precedente è stato descritto ed illustrato un servofreno applicato su autovetture con funzionamento pneumatico-idraulico. Detto servofreno è collegato al collettore di aspirazione del motore e funziona per effetto della depressione esistente nel collettore.

Per la frenatura degli autocarri e degli autobus sono necessari servofreni ad azione più potente.

L'esperienza e la tecnica hanno infatti provato che quando il peso del veicolo sorpassa certi limiti (2000÷3000 kg), risulta pressochè impossibile ottenere una frenatura corrispondente alla massima efficacia, mediante la sola pressione esercitata dal guidatore sul pedale freno.

Per mezzo del **servofreno** il guidatore interviene unicamente per mettere in opera, al momento voluto, una fonte di energia ausiliaria la quale agisce direttamente sul comando dei freni.

I vantaggi offerti dal servofreno sono pertanto i seguenti:

1) Diminuire lo sforzo esercitato dal guidatore sul pedale freno, con conseguente minore affaticamento del guidatore stesso.

2) Ottenere una pronta ed efficace frenatura mediante uno sforzo appropriato al carico del veicolo.

Il servofreno può essere di vario tipo e precisamente: a funzionamento **meccanico, idraulico, pneumatico** a depressione, **ad aria compressa.**

I servofreni meccanici ed idraulici non sono montati sui veicoli Fiat.

Il servofreno di tipo pneumatico a depressione è applicato sulle vetture, come abbiamo veduto nel capitolo precedente.

Descriviamo quindi i servofreni ad aria compressa.

Su autocarri di media portata, come ad esempio sul mod. 650 E (fig. 267), l'aria compressa agisce nel servofreno, al quale è accoppiata una pompa idraulica che trasmette la pressione del liquido ai cilindri idraulici sulle ruote.

Sui veicoli industriali pesanti, autocarri ed autobus, il tipo di servofreno normalmente montato è quello ad aria compressa.

## Servofreno ad aria compressa.

Il servofreno ad aria compressa è molto simile a quello montato sui vagoni ferroviari e tramviari. L'impianto comprende un compressore a stantuffo, azionato dal motore, il quale comprime l'aria, prelevata dall'ambiente esterno, in un serbatoio; dal serbatoio l'aria giunge, a comando del pedale freno, nel servofreno dove, agendo su di uno stantuffo, ne provoca lo spostamento con conseguente azionamento dei freni sulle ruote.

A scopo illustrativo descriviamo l'impianto frenante, con servofreno ad aria compressa, montato sugli autobus 306/3 (fig. 270), impianto simile ad altri adottati su diversi modelli di autocarri ed autobus.

L'impianto è costituito dai seguenti apparecchi principali:

— un compressore d'aria azionato dal motore;

— un gruppo depuratore e regolatore dell'aria compressa, con un distributore duplex a tre sezioni;

— un serbatoio aria compressa diviso in due scomparti, della capacità di 30 litri ciascuno. Lo scomparto anteriore alimenta il circuito dei freni posteriori, mentre quello posteriore alimenta il circuito dei freni anteriori;

— quattro cilindri per comando ganasce freni montati su altrettanti supporti, disposti: due in corrispondenza dei fusi a snodo anteriori e due sul ponte posteriore.

L'aria compressa, fornita dal compressore (5, fig. 270), arriva direttamente al gruppo distributore-regolatore di pressione (3), il quale è atto a garantire la pressione di esercizio; dal distributore l'aria passa ai due scomparti (9 e 11) del serbatoio.

Il distributore regola l'afflusso dell'aria ai cilindri freni, che azionano le ganasce delle ruote anteriori e posteriori; inoltre, permette l'azione

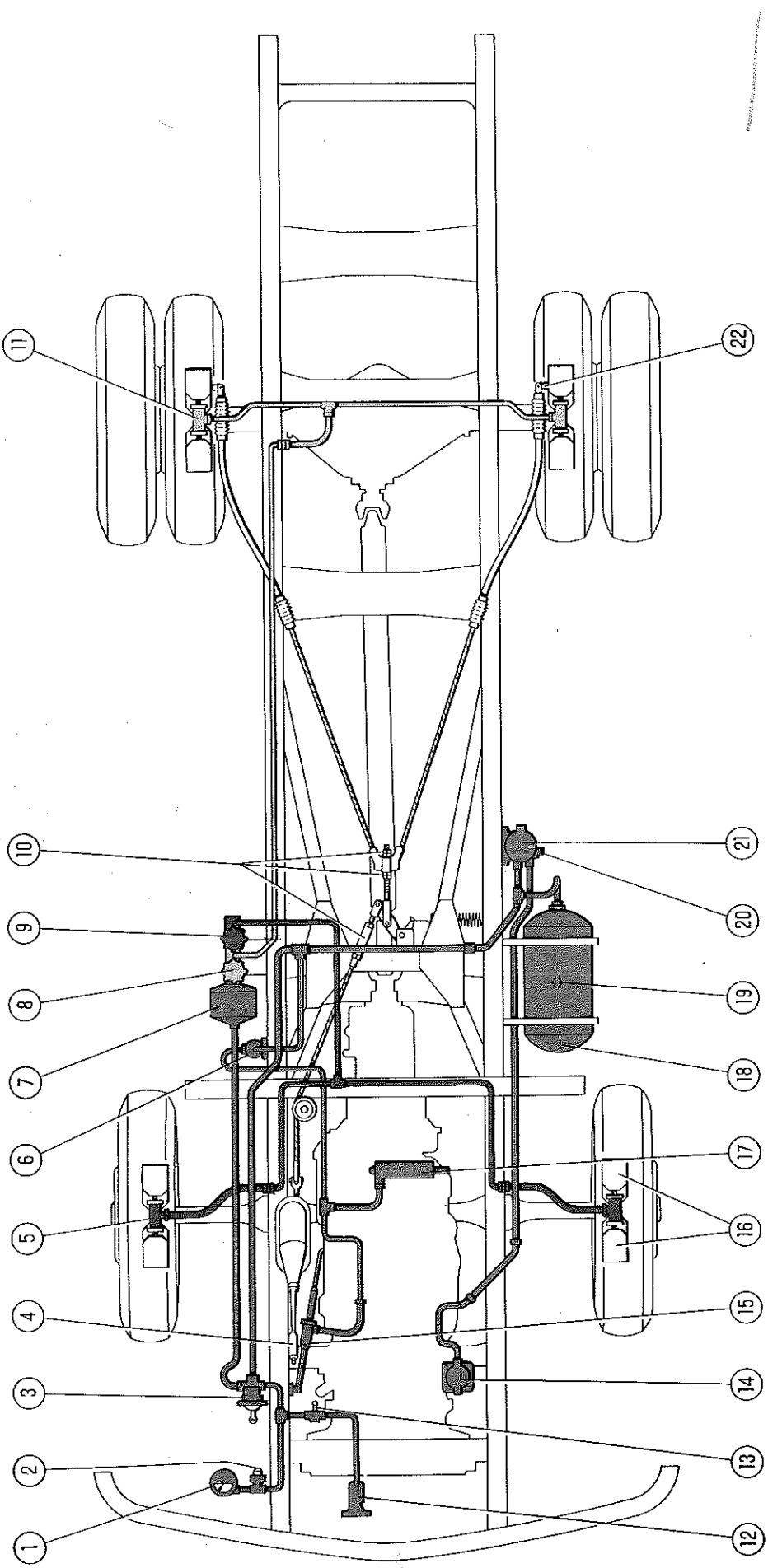



**Fig. 267 - Schema circuiti pneumatici ed idraulici comando freni e frizione e del freno a mano sulle ruote posteriori mod. 650 E.**

1. Manometro pressione aria. - 2. Rubinetto comando tergicristalli pneumatici. - 3. Distributore aria comando freni. - 4. Leva comando freno ad arpionismo sulle ruote posteriori. - 5. Cilindro idraulico comando ganasce freni ruote anteriori. - 6. Elettrovalvola pneumatica per comando esclusione portata pompa iniezione ed inserimento freno motore. - 7. Servofreno pneuidraulico. - 8. Serbatoio del circuito idraulico freni ruote posteriori. - 9. Serbatoio del circuito idraulico freni ruote anteriori. - 10. Manicotto e tenditore per regolazione tensione cavi leva a mano comando freno. - 11. Cilindro idraulico comando ganasce freni ruote posteriori. - 12. Avvisatore pneumatico. - 13. Pedalino comando avvisatore pneumatico. - 14. Compressore aria. - 15. Puntone pneumatico esclusione automatica portata pompa. - 16. Ganasce freni ruote. - 17. Cilindro pneumatico comando freno motore. - 18. Serbatoio dell'aria compressa. - 19. Tappo di scarico acqua di condensazione dal serbatoio. - 20. Presa aria per gonfiaggio pneumatici. - 21. Gruppo di regolazione della pressione d'aria. - 22. Leva del comando meccanico freno sulle ruote posteriori.

indipendente dei freni, sia sull'asse anteriore che su quello posteriore.

Il compressore d'aria è del tipo monocilindrico, munito di quattro valvole (due di aspirazione e due di compressione), con raffreddamento ad acqua e lubrificazione forzata per proiezione.

Nelle pagine seguenti viene descritto ed illustrato il distributore duplex a tre sezioni, con gruppo regolatore della pressione dell'aria e depuratore.

## DISTRIBUTORE DUPLEX A TRE SEZIONI CON REGOLATORE-DEPURATORE

### Funzionamento del regolatore-depuratore.

L'aria proveniente dal compressore entra nella camera di depurazione (A, fig. 269) e, tramite il condotto (1), la camera (D) e le valvole di ritenuta (2), alimenta le camere (B) connesse ai serbatoi (3). In derivazione con la camera ($B_2$) vengono alimentati, tramite il condotto (21), gli organi di controllo del regolatore-depuratore, e precisamente l'interruttore di bassa pressione (4), la valvola di regolazione (5) ed il servocomando pneumatico (6).

In condizioni di riposo (circuito scarico) la valvola di regolazione (5) è mantenuta in sede dalla molla (22) e intercetta la comunicazione fra il condotto (21) e il servocomando pneumatico (6); condizione che permane durante la fase di carica dei serbatoi fino a che non sia raggiunta la pressione massima di esercizio prevista (7,5 kg/cm²).

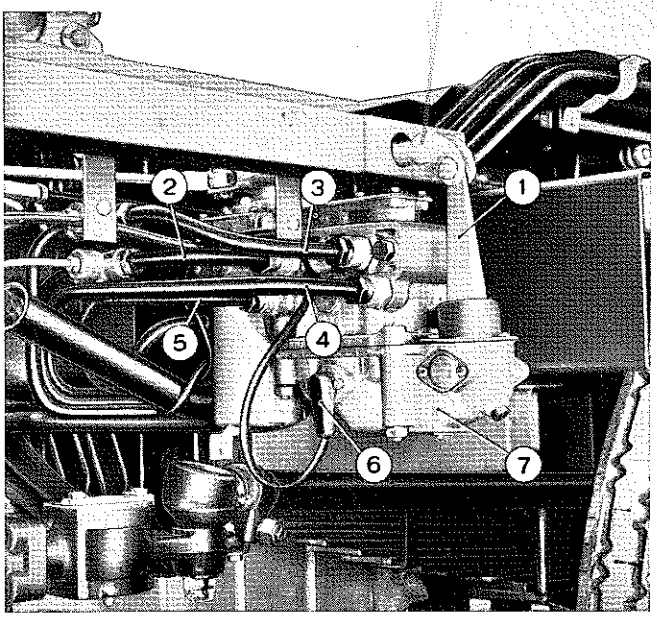



**Fig. 268 - Complessivo distributore Duplex a tre sezioni con regolatore-depuratore.**

1. Leva comando distributore. - 2. Tubazione al serbatoio aria freni posteriori. - 3. Tubazione al serbatoio aria freni anteriori. - 4. Tubazione ai cilindri comando freni ruote anteriori. - 5. Tubazione ai cilindri comando freni ruote posteriori. - 6. Collegamento elettrico del distributore. - 7. Coperchio inferiore del distributore.

A detta pressione l'azione pneumatica contro la valvola (5) diviene preponderante sull'azione della molla (22), determinando l'apertura della valvola stessa e quindi l'alimentazione del servocomando (6), il cui stantuffo si sposta verso l'alto in contrapposizione alla molla (23), provocando l'apertura della valvola di scarico (7).

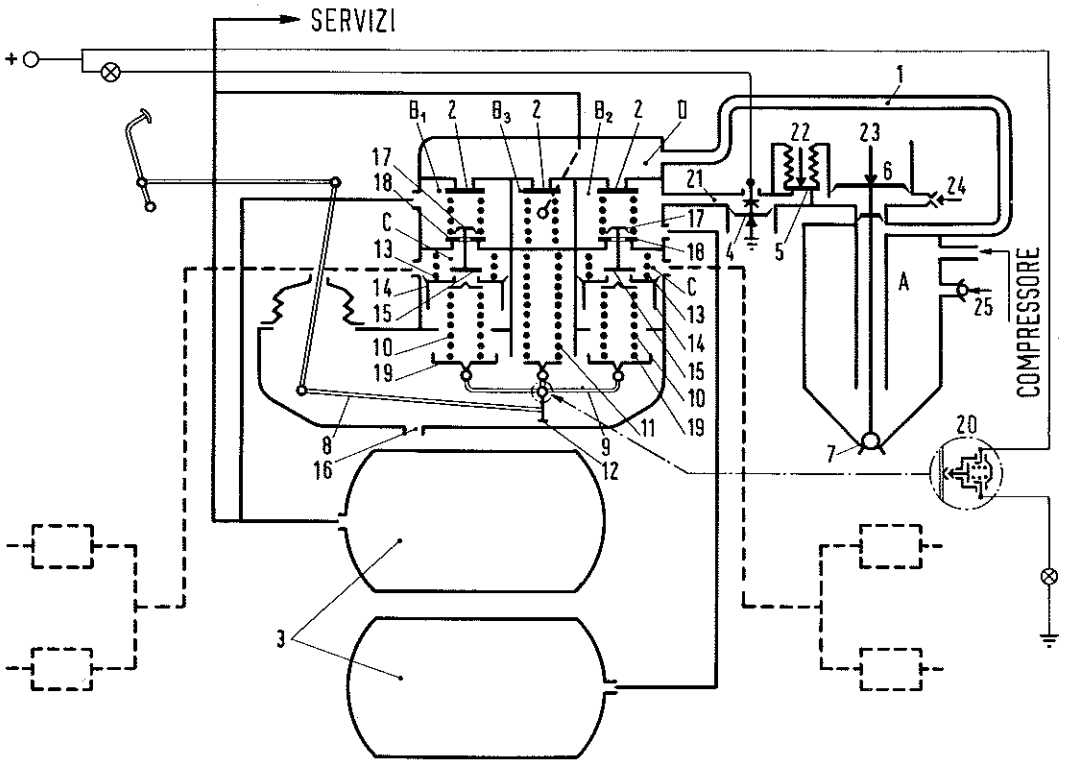



**Fig. 269.**

**Schema di funzionamento del distributore Duplex a tre sezioni con regolatore-depuratore.**

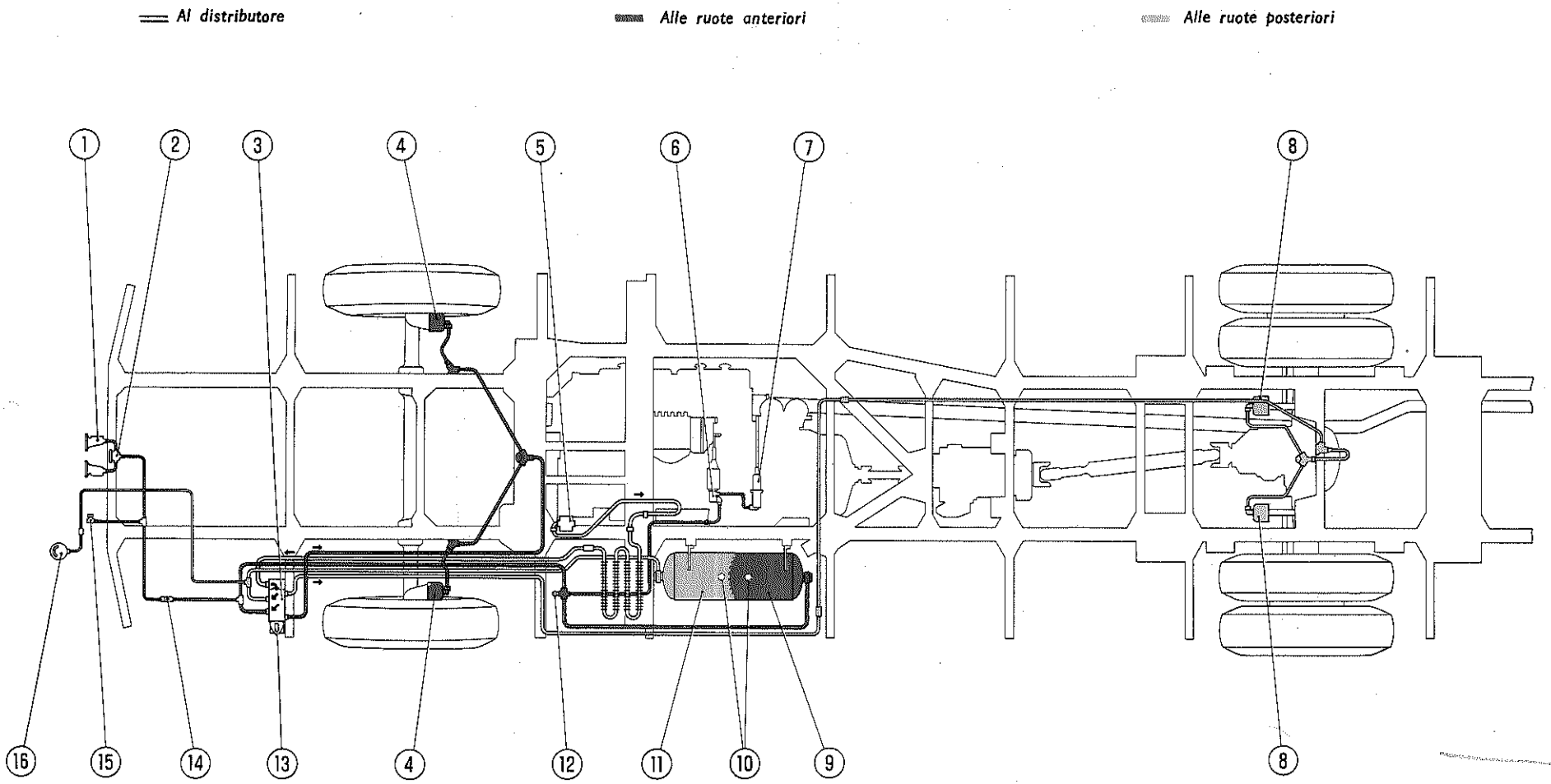



**Fig. 270 - Schema dell'impianto pneumatico di frenatura alle ruote e del freno motore dell'autobus mod. 306/3.**

1. Avvisatori pneumatici. - 2. Distributore per avvisatori pneumatici a suono intervallato. - 3. Distributore di comando, con gruppo di regolazione pressione aria. - 4. Cilindri pneumatici comando ganasce freni anteriori. - 5. Compressore aria. - 6. Distributore comando freno motore. - 7. Cilindro pneumatico comando freno motore. - 8. Cilindri pneumatici comando ganasce freni posteriori. - 9. Serbatoio aria per circuito freni ruote anteriori. - 10. Tappi scarico acqua di condensazione dai serbatoi. - 11. Serbatoio aria per circuito freni ruote posteriori. - 12. Raccordo per gonfiaggio pneumatici. - 13. Leva comando distributore, collegata al pedale freni. - 14 Pulsante a pedale comando avvisatori pneumatici. - 15 Raccordo per tubazione aria comando tergicristalli. - 16. Manometro per segnalazione pressione aria.

In tal modo l'aria contenuta nel depuratore (camera A) viene scaricata all'esterno unitamente alla condensa in esso depositata ed il compressore lavora a vuoto, scaricando l'aria aspirata nell'atmosfera tramite la valvola (7).

tarato (24), e la valvola (7) viene riposta in sede per azione della molla (23), ristabilendo le condizioni di ricarica dei serbatoi.

La valvola di sicurezza (25) impedisce che la pressione abbia a raggiungere valori pericolosi,

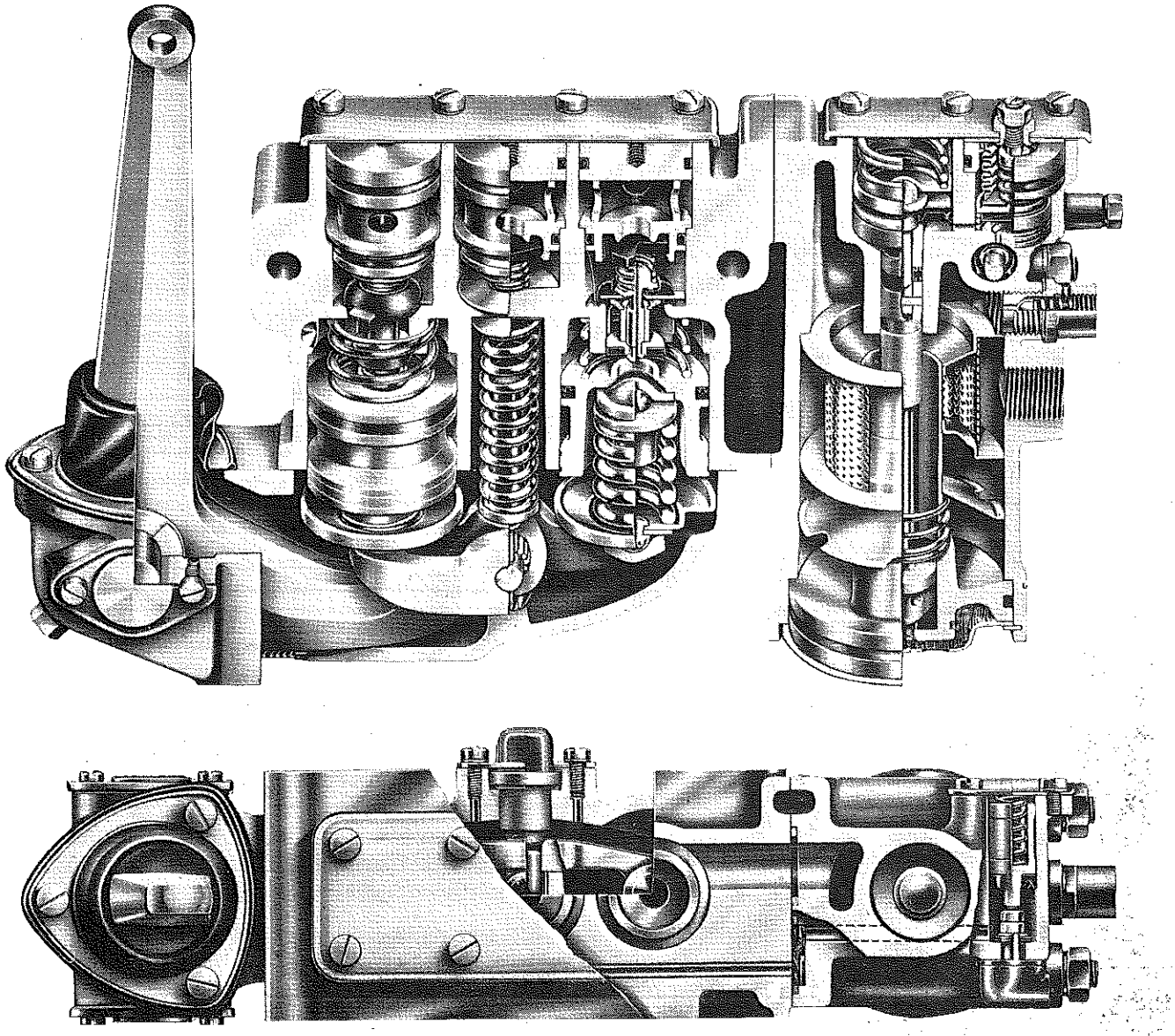


**Fig. 271 - Sezioni del complessivo distributore Duplex a tre sezioni con regolatore-depuratore per impianto freni ad aria compressa su autocarri ed autobus.**

I serbatoi (3) permangono in pressione, essendo la comunicazione con l'atmosfera intercettata dalle valvole di ritenuta (2).

Riducendosi, in seguito ai prelievi d'aria, la pressione nei serbatoi e quindi nel condotto (21) del regolatore, la valvola (5) viene riportata in sede per l'azione della molla (22), preponderante sull'azione pneumatica, intercettando l'alimentazione di aria al servocomando (6) di apertura scarico.

La pressione agente sullo stantuffo del servocomando (6) si riduce rapidamente tramite il foro anche in caso di eventuale mancato funzionamento del regolatore.

**Funzionamento del distributore.**

Con il pedale del freno rilasciato, la leva di comando (8, fig. 269) è mantenuta nella posizione indicata in figura dal bilanciere (9), su cui reagiscono le molle di regolazione (19) e la molla sussidiaria (11); in queste condizioni la posizione della leva (8) e del bilanciere (9) è determinata dal contrasto (12).

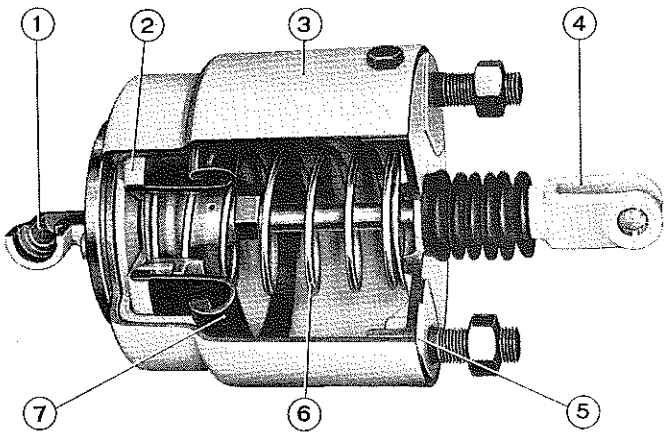



**Fig. 272 - Cilindro pneumatico per freni posteriori, parzialmente sezionato.**

1. Raccordo aria compressa. - 2. Stantuffo. - 3. Cilindro. - 4. Forcella. - 5. Coperchio completo. - 6. Molla elicoidale di reazione. - 7. Guarnizione di tenuta.

Le molle di ritorno (13) dei distributori obbligano gli stantuffi distributori (14) nella loro posizione inferiore, ossia di scarico totale.

Le valvole di scarico (15) risultano completamente aperte, cosicchè gli elementi frenanti anteriori e posteriori connessi alle camere (C) comunicano con l'atmosfera tramite la feritoia (16).

Agendo sulla leva di comando (8), connessa al pedale del freno, il bilanciere (9) inizia il suo movimento equilibrato determinando, tramite le molle di regolazione (10), lo spostamento degli stantuffi (14) con conseguente chiusura delle valvole di scarico (15), che vengono obbligate in sede, ed apertura delle valvole di preimmissione (17) e di immissione (18).

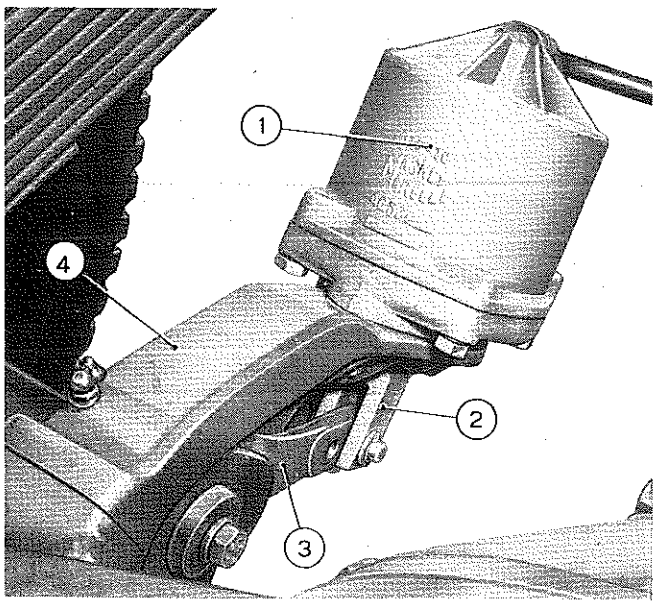



**Fig. 273 - Particolare di un impianto freni ad aria compressa.**

1. Cilindro pneumatico posteriore comando ganasce freni. - 2. Puntale registrabile. - 3. Leva comando perno a chiave. - 4. Supporto cilindro.

Ha così luogo l'alimentazione delle condotte moderabili connesse alle camere (C), da parte dei serbatoi (3), tramite le camere ($B_1$ e $B_2$).

L'erogazione massima nelle due sezioni viene autolimitata a 6 kg/cm²; l'autolimitazione è ottenuta mettendo a contrasto gli scodellini (19) con appositi riscontri ricavati nel corpo dell'apparecchio, in modo da limitare il carico delle molle di regolazione (10) al valore corrispondente alla pressione massima di erogazione fissata.

Al rilascio del pedale del freno, il complesso ritorna nella posizione di riposo prima illustrata.

L'apparecchio porta incorporato un interruttore per il circuito elettrico di segnalazione lampada di arresto. L'interruttore (20), azionato meccanicamente dal bilanciere (9), risulta chiuso subito all'inizio dello spostamento della leva (8) in modo da consentire un'immediata e tempestiva segnalazione della frenatura.

Per quanto riguarda la sicurezza in caso di avaria — come già rilevato — a partire dalle valvole di ritenuta (2) il circuito pneumatico risulta suddiviso in sezioni indipendenti.

È quindi evidente che la rottura di una tubazione, o di un elemento costituente la condotta del freno moderabile di una sezione, consente sempre di avere le altre sezioni a piena efficienza, mentre la rottura della condotta del freno automatico di una sezione consente di disporre, nelle altre sezioni, di un ciclo di frenatura a piena efficienza e di cicli successivi ad efficienza decrescente fino all'esaurimento della pressione nel serbatoio.

L'apparecchio è completato dall'indicatore di bassa pressione (4) incorporato nel gruppo regolatore-depuratore. L'interruttore, collegato ad una lampadina spia montata sul cruscotto, ha lo scopo di attirare l'attenzione del conducente quando la pressione diminuisce al disotto di 4 kg/cm².

## CILINDRI PNEUMATICI PER COMANDO GANASCE

La funzione dei cilindri pneumatici è quella di utilizzare l'energia dell'aria compressa per azionare le chiavi di comando apertura ganasce freni su ciascuna ruota.

Quando, attraverso la valvola di protezione, l'aria compressa dal distributore giunge al raccordo d'arrivo, essa agisce sulla testa dello stantuffo, imprimendo allo stantuffo stesso e conseguentemente allo stelo vincolato ad esso, un movimento di avanzamento.

Lo spostamento determina la rotazione del perno a chiave delle ganasce e quindi la frenatura della ruota relativa.

Quando si rilascia il pedale, l'aria precedentemente immessa nel cilindro viene scaricata attraverso il distributore ed il complesso dello stantuffo ritorna, sotto l'azione della molla di rimando, nella posizione iniziale.

# FRENATURA AUSILIARIA CON IL MOTORE

Il freno motore è stato introdotto nei veicoli pesanti come mezzo ausiliario per frenatura di rallentamento e per trattenute in discesa.

Esso è sistemato fra il collettore di scarico del motore e la relativa tubazione di scarico (vedere le figure 274, 275 e 276).

Se, durante la marcia di un veicolo, si sopprime istantaneamente l'alimentazione del carburante, oppure si interrompe l'accensione, si avverte un immediato rallentamento del veicolo come accade quando si preme con un leggero colpo sul pedale freno. Ciò è dovuto al fatto che il motore, anzichè fornire del lavoro, viene ad assorbire, in tali condizioni, dell'energia ed oppone una resistenza alla rotazione degli organi di trasmissione.

Tale azione di frenatura da parte del motore è tuttavia di lieve entità ed è causata principalmente dalla depressione che si crea al disopra degli stantuffi quando la farfalla è chiusa (circa 0,6 kg).

Per aumentare l'azione frenante del motore si ricorre talvolta ad organi ausiliari, i quali consentono di ottenere contemporaneamente la chiusura del tubo di scarico e l'annullamento simultaneo dell'alimentazione. Oltre alla resistenza creata dalla depressione, si viene in tale modo ad aggiungere, durante la corsa ascendente degli stantuffi, una contro-pressione che si crea nel volume costituito dal collettore di scarico prima della valvola otturatrice.

In questi dispositivi è pertanto possibile ottenere la frenatura ausiliaria del motore, particolarmente necessaria nei veicoli pesanti (autocarri ed autobus), nei quali per il loro notevole peso, il sistema frenante sulle ruote verrebbe eccessivamente riscaldato ed usurato nello sforzo di rallentare la marcia del veicolo durante una lunga discesa.

Nella figura 274 è rappresentato lo schema elettropneumatico del comando automatico freno-motore che è montato sull'autocarro FIAT modello 682 N2.

Per mezzo della leva sul cruscotto (fig. 277) e di un opportuno sistema di tiranti e leve di rinvio, viene ottenuta la chiusura della valvola a farfalla (2, fig. 274), situata tra il termine del collettore di scarico e l'attacco della tubazione di scarico. Contemporaneamente alla chiusura della valvola, mediante appositi collegamenti con la tiranteria di comando dell'acceleratore, viene annullata anche la portata della pompa di iniezione, interrompendo così l'alimentazione del combustibile al motore.

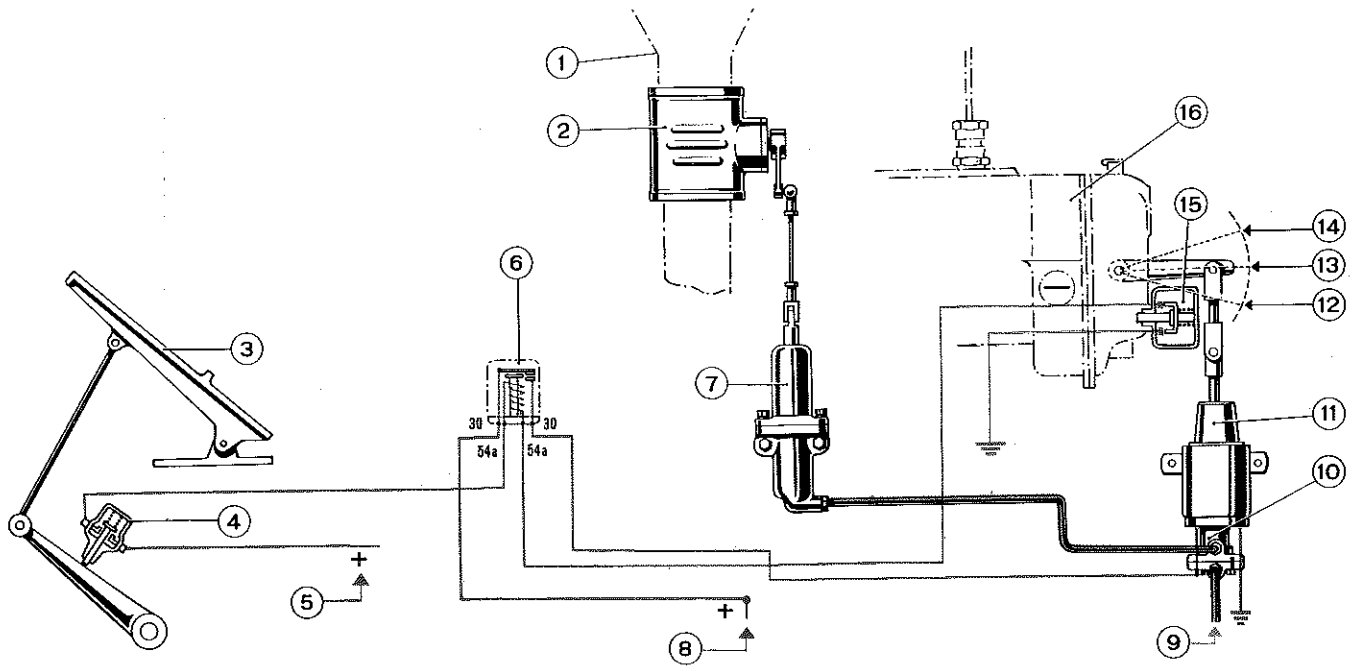



**Fig. 274 - Schema elettropneumatico comando automatico freno motore mod. 682 N2.**

1. Tubazione di scarico. - 2. Valvola a farfalla freno motore. - 3. Pedale comando freni. - 4. Interruttore per comando freno motore. - 5. Cavo del commutatore. - 6. Teleruttore per comando elettromagnete. - 7. Cilindro pneumatico per comando freno motore. - 8. Cavo dalle batterie. - 9. Tubazione dal serbatoio aria compressa. - 10. Valvola comando cilindro pneumatico. - 11. Elettromagnete comando arresto motore. - 12. Leva in posizione arresto motore. - 13. Leva in posizione minimo motore. - 14. Leva in posizione massimo motore. - 15. Dispositivo per regime basso. - 16. Pompa iniezione.

Il motore viene a funzionare, in tale modo, da compressore d'aria, producendo un lavoro che si oppone alla rotazione degli organi di trasmissione del veicolo.

Con la frenatura ausiliaria per mezzo del motore, viene evitato l'eccessivo riscaldamento dei tamburi e viene nel contempo consentita una sensibile economia nel consumo dei segmenti di attrito delle ganasce freno.

Il comando del freno è elettropneumatico e funziona per mezzo dell'aria compressa e della corrente elettrica fornita dalle batterie (fig. 274).

Quando si deve rallentare la marcia dell'autoveicolo, si abbandona il pedale dell'acceleratore per azionare quello del freno. Compiendo questa manovra, si chiudono i contatti dell'interrut-

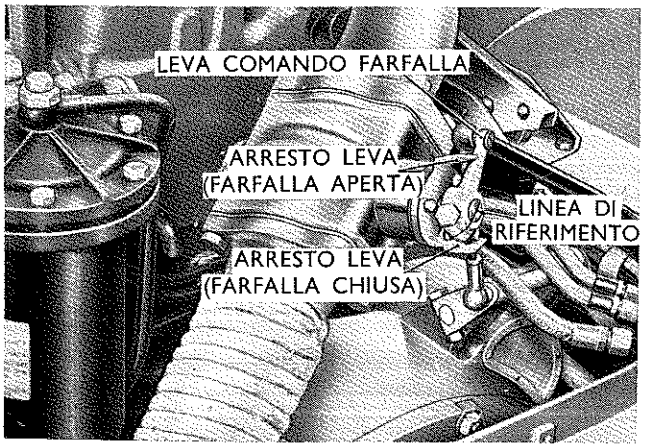



**Fig. 275 - Dispositivo freno motore sui modelli 642 N2 e derivati.**

tore a pulsante e, se il motore ruota a regime normale, attraverso i contatti del dispositivo di regime basso (15, fig. 274) collegato al regolatore centrifugo della pompa iniezione, si chiude il circuito alla bobina del teleruttore (6) che comanda l'elettromagnete (11) per freno motore.

Il nucleo dell'elettromagnete, nella sua corsa sposta la leva dell'asta di regolazione della pompa iniezione in posizione di arresto motore, caricando contemporaneamente una molla antagonista. Agisce inoltre su una valvola pneumatica, la quale immette aria compressa dal serbatoio ad un cilindro che, per mezzo di un'asticina, determina la chiusura della valvola a farfalla (2, fig. 274) del collettore di scarico, caricando una molla che è racchiusa nel cilindro stesso.

In queste condizioni l'autoveicolo viene frenato e diminuisce quindi la propria velocità, riducendo

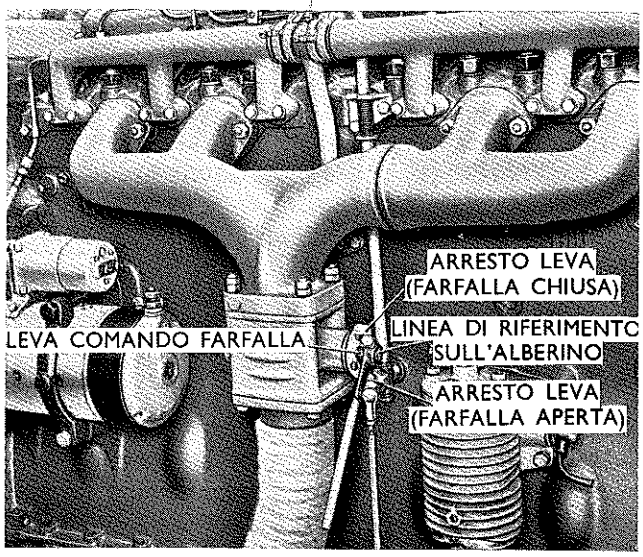



**Fig. 276 - Dispositivo freno motore sui modelli 682 N2 e derivati.**

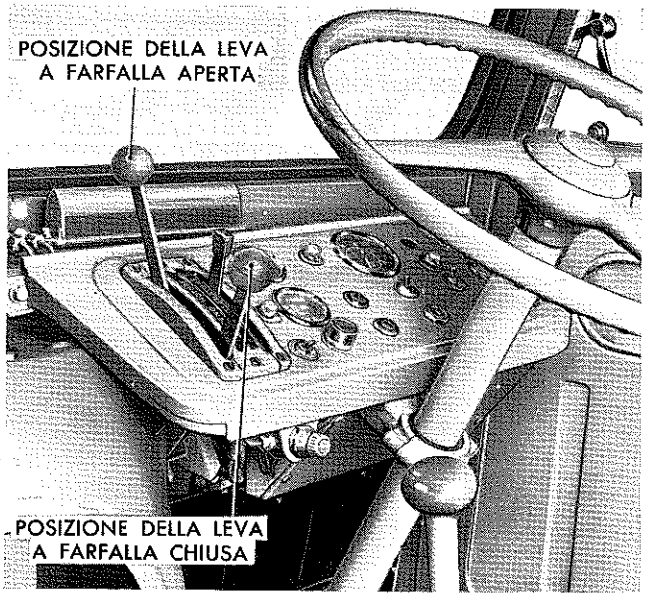



**Fig. 277 - Leva di comando del freno motore applicato sui modelli 642 N2 - 682 N2 e loro derivati.**

altresì il numero di giri del motore (trascinato in rotazione dalle ruote).

Il freno motore deve essere disinserito prima che il regime del motore abbia raggiunto il regime minimo, onde evitare che il motore si arresti all'arrestarsi del veicolo. Tale funzione viene appunto assolta dal dispositivo di regime basso che apre il circuito di comando del freno motore quando il motore, e quindi la pompa iniezione, abbia raggiunto un determinato numero di giri.

# PARTE TERZA

## IMPIANTO ELETTRICO


Pagina

**ACCENSIONE**

Generalità . . . . . 199
Batteria . . . . . 200
Funzionamento dell'accensione a batteria . 200
Bobina . . . . . 201
Distributore d'accensione . . . . . 202
Candele . . . . . 204

**EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO**

Generalità . . . . . 206
Dinamo . . . . . 208
Gruppi di regolazione . . . . . 212
Alternatore . . . . . 217
Regolatore di tensione . . . . . 223
Trasmettitore di segnacarica . . . . . 227
Motore di avviamento . . . . . 230

**ILLUMINAZIONE**

Proiettori . . . . . 237

**APPARECCHI DI CONTROLLO, COMANDO E SEGNALAZIONE** 240

# IMPIANTO ELETTRICO

## ACCENSIONE

### GENERALITÀ

L'accensione della miscela combustibile nell'interno dei cilindri dei motori a carburazione viene ottenuta facendo scoccare, in ciascuna camera di scoppio, al momento voluto, una scintilla elettrica tra due elettrodi di una **candela** convenientemente disposta nella camera di scoppio.

La scintilla deve essere sufficientemente nutrita e calda, in modo da provocare con sicurezza l'accensione della miscela qualunque sia la temperatura del motore e la sua velocità di rotazione.

Sui nostri motori la corrente per l'accensione è **ad alta tensione,** per ottenere la quale si usano due sistemi che si differenziano essenzialmente per il generatore di corrente:

1) **Accensione a batteria e spinterogeno,** avente il generatore a corrente continua.

2) **Accensione a magnete,** avente il generatore a corrente alternata.

La differenza sostanziale tra i due sistemi citati, consiste nel fatto che nel primo l'energia è fornita dalla batteria, mentre nel secondo è fornita da un apposito generatore, detto magnete.

Nella odierna produzione automobilistica prevale l'impiego del sistema di accensione a batteria, essendo il magnete limitato a quei casi specifici, come su vetture da corsa, in aviazione, ecc., nei quali l'adozione della batteria risulta sconsigliabile per particolari motivi.

Nella fig. 278 è rappresentato lo schema dell'accensione a batteria per un motore a carburazione a 4 cilindri,

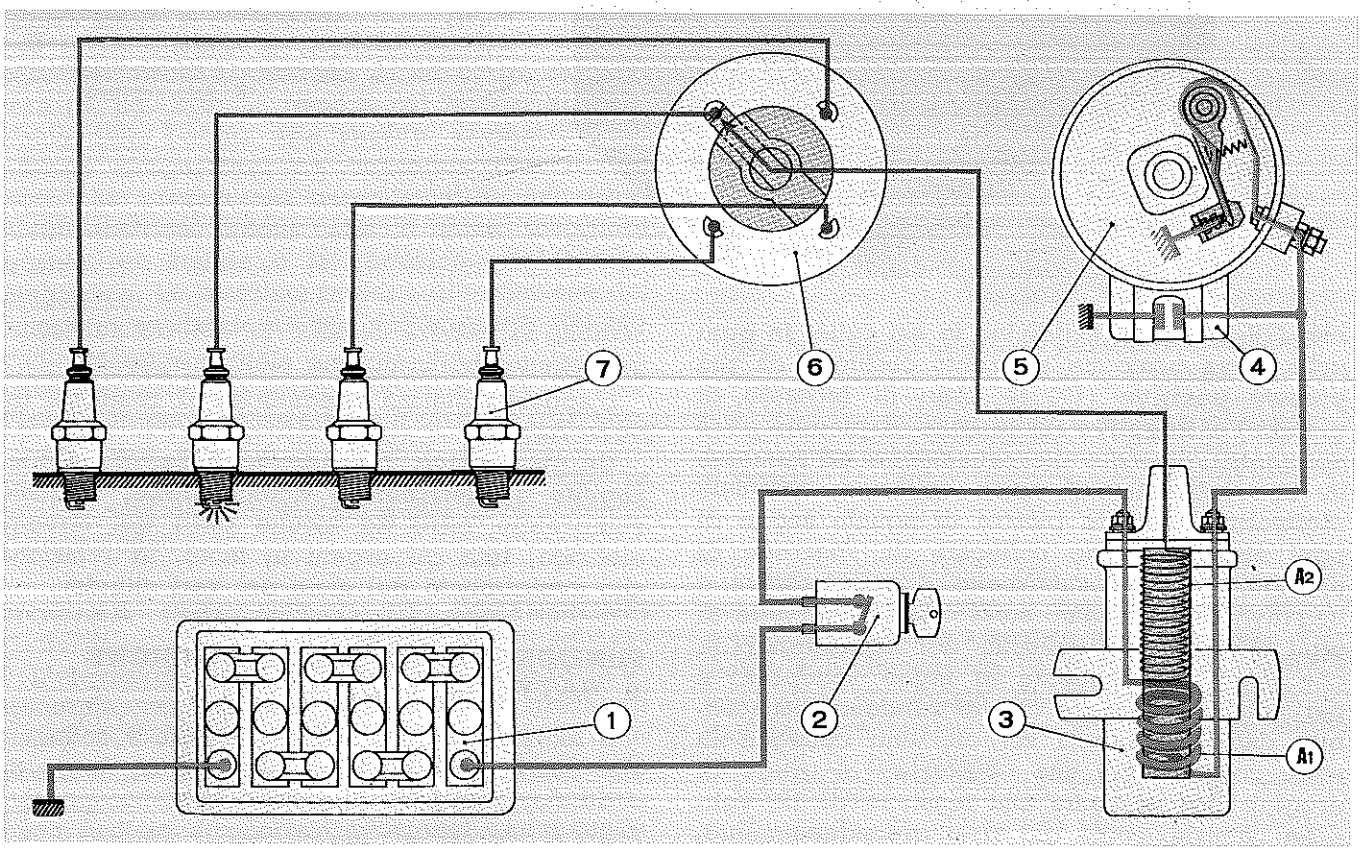



**Fig. 278 - Schema del sistema d'accensione a batteria d'un motore a 4 cilindri.**

1. Batteria. - 2. Interruttore a chiave. - 3. Bobina o rocchetto. - 4. Condensatore. - 5. Ruttore. - 6. Distributore. - 7. Candele. - $A_1$. Circuito primario. - $A_2$. Circuito secondario.

# ACCENSIONE A BATTERIA

La sorgente di energia elettrica è costituita da una **batteria di accumulatori,** di cui l'autoveicolo è normalmente dotato per l'avviamento elettrico del motore e per l'alimentazione dell'impianto di illuminazione.

## BATTERIA

L'accumulatore, montato sugli autoveicoli, viene comunemente chiamato « **batteria** »; esso è essenzialmente costituito da un contenitore in ebanite (16, fig. 279) suddiviso in sei celle. In ogni cella trova posto un elemento costituito da più **piastre positive** (10) (a base di biossido di piombo) e **negative** (8) (a base di piombo puro spugnoso), disposte alternativamente ed immerse in una soluzione di acido solforico, chiamato **elettrolito.** Tutte le piastre di uguale segno di ogni elemento sono collegate da sbarrette di piombo (7) che costituiscono il polo positivo e negativo dell'elemento stesso. Tra l'intervallo di ogni piastra sono collocati dei separatori (13), che sono generalmente in legno sottoposto a particolari trattamenti che lo rendono inattaccabile dall'elettrolito. I sei elementi collegati in serie costituiscono una « **batteria** » in grado di erogare una corrente alla tensione di 12 Volt.

La batteria, come già visto precedentemente, fornisce una corrente a bassa tensione, che non risulta sufficiente a fare scoccare la scintilla tra gli elettrodi della candela, per cui è necessario inserire nel sistema di accensione un dispositivo capace di elevare la tensione da pochi Volt ad una tensione di alcune migliaia di Volt.

Tale elevazione della tensione avviene per mezzo di un **trasformatore,** denominato comunemente **bobina** (rocchetto d'accensione).

L'apparecchiatura **elettrica** del sistema di accensione a batteria comprende:

a) **un circuito a bassa tensione,** detto **circuito primario,** alimentato dalla batteria;

b) **un circuito ad alta tensione,** detto **circuito secondario,** che fa capo alle candele e nel quale la corrente necessaria a produrre la scintilla si genera soltanto in determinati istanti per effetto dell'induzione elettromagnetica.

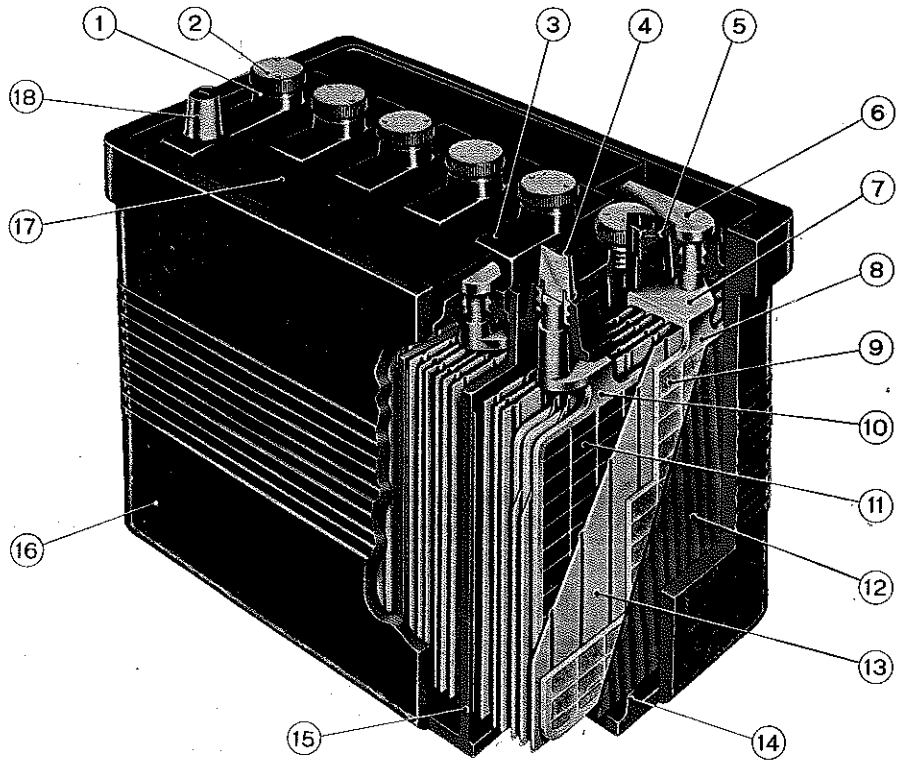



**Fig. 279 - Batteria d'accumulatori per autoveicoli, vista parzialmente sezionata.**

1. Guarnizione di tenuta. - 2. Tappo. - 3. Coperchio elemento intermedio. - 4. Polo positivo. - 5. Coperchio d'estremità. - 6. Connettore (annegato nel mastice). - 7. Ponticello. - 8. Piastra negativa. - 9. Materia attiva negativa. - 10. Piastra positiva. - 11. Materia attiva positiva. - 12. Tavoletta d'intasatura. - 13. Separatore microporoso cellulosico. - 14. Prisma d'appoggio. - 15. Setto divisorio. - 16. Contenitore. - 17. Mastice di sigillatura. - 18. Polo negativo.

L'apparecchiatura **meccanica** è costituita invece da:

**Un dispositivo** comunemente chiamato **spinterogeno** o **distributore d'accensione,** il quale comprende, oltre ad alcune parti del circuito elettrico, tutti gli organi in moto, in relazione allo svolgimento del ciclo nei vari cilindri.

## FUNZIONAMENTO DELL'ACCENSIONE A BATTERIA

Il morsetto negativo della batteria è collegato alla massa metallica del veicolo, che funge da conduttore di ritorno. Dal morsetto positivo parte il conduttore primario, sul quale è posto l'interruttore (2, fig. 278) comandato a mano ed utilizzato per l'inserzione o l'esclusione del sistema di accensione, portante all'avvolgimento

primario $A_1$, della bobina. Tale avvolgimento è sistemato su di un nucleo di ferro dolce, atto ad aumentare l'effetto elettromagnetico.

Il filo primario ($A_1$, fig. 278) è piuttosto grosso (in generale di diametro = 0,7 ÷ 0,8 mm), mentre il numero delle spire dell'avvolgimento $A_1$ è piccolo (qualche centinaio). Dopo l'avvolgimento $A_1$, il filo primario fa capo ad un interruttore detto **ruttore** (5, fig. 278); la parte mobile del ruttore è comandata per mezzo di un eccentrico, portato dall'alberino dello spinterogeno. Quando la posizione dell'eccentrico è quella indicata in fig. 278, il circuito è chiuso; il contatto tra la parte mobile del ruttore e l'eccentrico viene assicurato da una molla. Col moto di rotazione dell'albero dello spinterogeno si producono pertanto delle continue aperture e chiusure del circuito elettrico.

In derivazione con il circuito primario è montato il condensatore (4, fig. 278).

Il circuito secondario $A_2$ è invece formato da un lungo filo di piccolo diametro (circa 0,06 ÷ 0,09 mm), di cui una estremità è collegata al circuito primario e l'altra al **distributore** (6, fig. 278). Il circuito secondario è pure avvolto, come detto per il primario, intorno allo stesso nucleo di ferro dolce ed è composto di parecchie migliaia di spire.

All'insieme dei due avvolgimenti primario e secondario $A_1$ ed $A_2$, si dà il nome di **bobina** o **rocchetto di accensione.**

Per effetto delle periodiche aperture e chiusure del circuito primario $A_1$ ad opera del ruttore (5, fig. 278), si genera nel nucleo di ferro dolce della bobina **una rapida variazione del campo magnetico;** ne consegue che in tali istanti ha origine nel secondario $A_2$ una forza elettro-motrice indotta, che è tanto maggiore quanto più rapida è la variazione del campo magnetico. La massima rapidità di variazione del campo è realizzata all'atto dell'apertura del circuito primario.

Lo spinterogeno è costruito in modo che nell'istante in cui il ruttore apre il circuito primario, viene pure stabilito il contatto, ad opera del distributore, con il terminale del cavo che va alla candela del cilindro nel quale deve avvenire l'accensione.

## BOBINA (ROCCHETTO DI ACCENSIONE)

L'elevazione della tensione dal valore di 12 V, generalmente fornita dalla batteria, a quello di 5.000 ÷ 10.000 V, necessario per produrre la scintilla tra gli elettrodi della candela, è ottenuta per mezzo dei due dispositivi **ruttore** e **bobina,** come già accennato nel paragrafo precedente.

Tale trasformazione del valore della tensione viene compiuto in due tempi e precisamente trasformando prima la corrente continua erogata dalla batteria in corrente pulsante a bassa tensione, ad opera del ruttore, e quindi passando dalla corrente pulsante a bassa tensione in altra ad alta tensione mediante la bobina.

La bobina è costituita da un nucleo centrale di ferro dolce (4, fig. 280), intorno al quale sono avvolti l'avvolgimento primario (10) e secondario (9); dei due serrafili posti nella parte superiore, uno costituisce l'arrivo del cavo a bassa tensione proveniente dalla batteria (2) e l'altro l'attacco di uscita dalla bobina del filo primario diretto al ruttore.

Un capo dell'avvolgimento secondario viene collegato al primario e termina all'estremità opposta alla presa di corrente ad alta tensione.

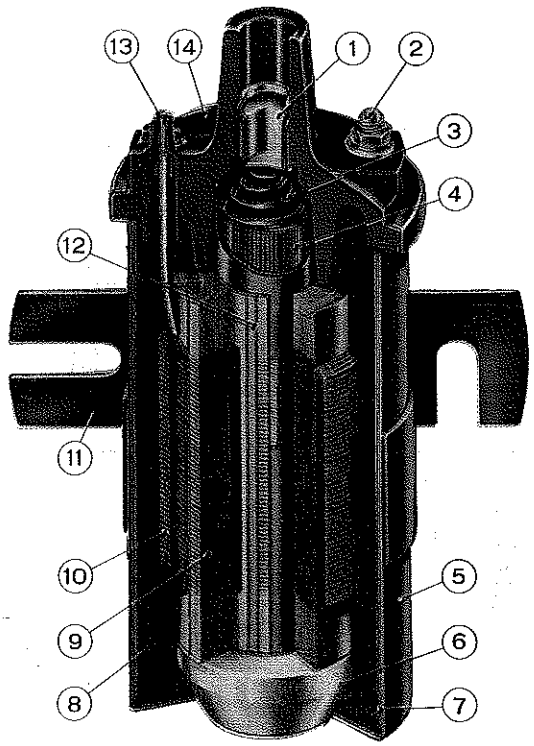



**Fig. 280 - Bobina accensione parzialmente sezionata.**

1. Presa alta tensione. - 2. Terminale bassa tensione. - 3. Molla porta corrente. - 4. Nucleo magnetico. - 5. Scatola contenitrice. - 6. Fondello. - 7. Tegolo magnetico. - 8. Mastice di riempimento. - 9. Avvolgimento secondario. - 10. Avvolgimento primario. - 11. Staffa di fissaggio. - 12. Carta di isolamento. - 13. Terminale bassa tensione. - 14. Calottino.

I due avvolgimenti, con i loro attacchi, sono poi immersi in bitume, il quale serve ad isolare e mantenere bene assestate le varie parti. L'insieme è irrobustito da un mantello di acciaio, a sua volta circondato da isolante e racchiuso dall'involucro esterno che può essere in lamierino od in bachelite.

Inferiormente il cilindro è protetto da isolante e chiuso da un fondello in lamierino; superiormente vi è la calotta isolante di bachelite, alla quale si adattano i morsetti di alta e bassa tensione precedentemente citati.

La corrente che dalla batteria giunge all'avvolgimento primario della bobina crea un campo magnetico, il cui flusso si concentra nel nucleo di ferro dolce della bobina stessa. Quando il ruttore interrompe la corrente a bassa tensione, annullando così la corrente circolante nell'avvolgimento primario e conseguentemente anche il flusso nel nucleo, si crea nel secondario, come precedentemente esposto, una forza elettromotrice indotta e quindi una corrente.

Il valore della tensione di questa corrente indotta nell'avvolgimento secondario dipende dalla rapidità di interruzione del campo magnetico; questa forza elettromotrice ha un valore tale da essere in grado di fare scoccare la scintilla tra gli elettrodi della candela.

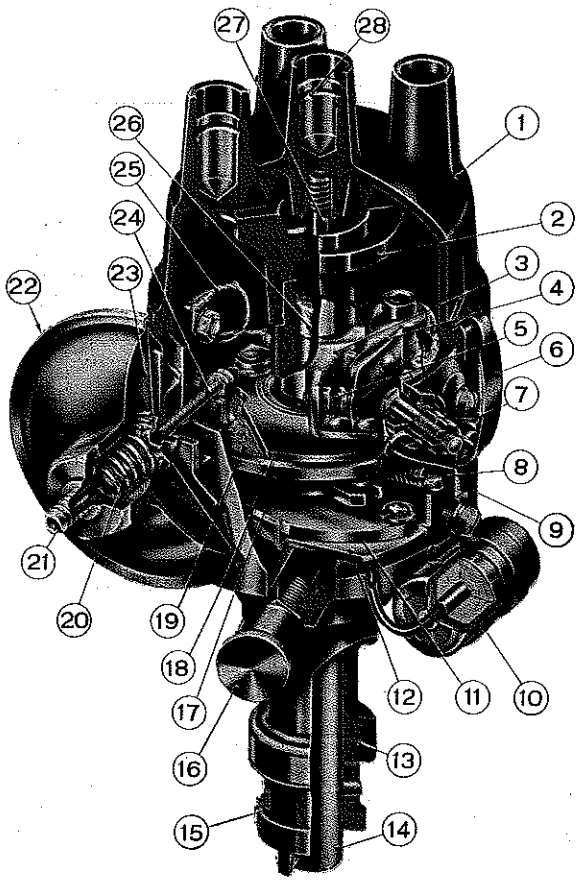



**Fig. 281 - Distributore d'accensione con correttore d'anticipo a depressione parzialmente sezionato.**

1. Calotta distributrice. - 2. Distributore rotante. - 3. Camma. - 4. Martelletto ruttore. - 5. Contatto registrabile. - 6. Molla reggi calotta. - 7. Morsetto presa di corrente bassa tensione. - 8. Molla ritorno masse anticipo. - 9. Corpo del distributore. - 10. Condensatore. - 11. Massa dell'anticipo. - 12. Piastra porta masse. - 13. Codolo fissaggio distributore. - 14. Alberino comando. - 15. Giunto di comando. - 16. Ingrassatore. - 17. Piastra fissa porta ruttore. - 18. Piastra mobile porta ruttore. - 19. Disco lubrificazione piastre ruttore. - 20. Molla ritorno membrana correttore. - 21. Raccordo tubetto aspirazione. - 22. Correttore anticipo a depressione. - 23. Membrana del correttore. - 24. Asta comando anticipo a depressione. - 25. Connessione di massa. - 26. Feltro lubrificazione perno camma. - 27. Carboncino portacorrente alta tensione. - 28. Presa cavo alta tensione.

## DISTRIBUTORE DI ACCENSIONE O SPINTEROGENO

Nell'apparecchio comunemente denominato «**distributore di accensione o spinterogeno**» sono generalmente riuniti: il ruttore del circuito a bassa tensione, il condensatore, l'anticipo automatico ed il dispositivo vero e proprio di distribuzione dell'alta tensione alle candele.

### Ruttore.

Il **ruttore**, come già accennato, è costituito dalla camma a quattro lobi (3, fig. 281), investita sull'alberino del distributore (14), e da due contatti, dei quali uno fisso e l'altro (5) montato su di un martelletto (3), munito di pattine, poggiante sulla camma. La camma, per un motore a 4 cilindri, ha quattro lobi i quali, durante la rotazione dell'alberino del distributore, provocano l'apertura e la chiusura dei due contatti. Il contatto fisso è montato su vite, in modo da rendere possibile la regolazione dell'apertura massima dei contatti.

Alla bobina è collegato, per quanto spiegato precedentemente, il ruttore, il quale ha lo scopo di interrompere la corrente nel circuito primario della bobina nel momento in cui si richiede nel circuito secondario una corrente di elevata tensione per fare scoccare la scintilla tra gli elettrodi della candela.

Il ruttore (17 e 18, fig. 281) è costituito da due piastrine normalmente in contatto, le quali vengono separate in un determinato istante per ottenere l'interruzione del circuito; generalmente si ha un contatto fisso ed uno mobile, portato da un martelletto, comandato mediante un eccentrico. L'eccentrico è a sua volta comandato dall'albero di distribuzione del motore ed è in fase con lo stesso in modo da interrompere il circuito primario nel preciso istante in cui è necessaria la scintilla.

Durante la sua rotazione l'eccentrico solleva il martelletto portante il contatto mobile, interrompendo così la corrente che circola nell'avvolgimento primario della bobina; per mezzo di una molla antagonista il martelletto può riassumere la sua posizione normale corrispondente a contatti chiusi, in modo da rimettere in circolazione la corrente nel circuito primario.

In motori a sei od otto cilindri si ha sovente che lo stesso eccentrico comanda due martelletti in serie e lavoranti alternativamente.

### Condensatore.

Al fine di evitare la formazione di scintille che si verrebbero a creare tra i contatti del ruttore (puntine platinate) nell'istante della loro apertura e che darebbero pertanto luogo a deterioramento dei due contatti stessi nonchè al rallentamento nella

variazione del campo magnetico, il sistema viene munito di un **condensatore** (10, fig. 281).

Tale condensatore, montato in parallelo rispetto al circuito primario (fig. 278), è l'organo capace di impedire la formazione delle scintille tra le punte platinate, nell'istante di apertura delle medesime; esso immagazzina infatti la quantità di elettricità che, al momento dell'apertura del circuito, passerebbe normalmente sotto forma di scintilla fra le punte platinate. Si ottiene così una interruzione istantanea del circuito primario e quindi una maggiore tensione nel secondario, con conseguente scintilla più nutrita tra gli elettrodi delle candele.

Il condensatore, nella sua forma schematica, è costituito da sottili fogli metallici alternati con fogli di materiale isolante (mica) oppure, come nei tipi più comuni, da carta ed alluminio impregnati di una sostanza isolante ed essiccati nel vuoto.

Il condensatore ha generalmente la forma di un cilindretto ed è montato sul dispositivo comprendente il ruttore ed il distributore.

### Dispositivo di anticipo automatico.

Il dispositivo di anticipo automatico è formato da una piastra (12, fig. 281), portante due masse simmetriche (11), incernierate ad una estremità sulla piastra, articolate con l'alberino portacamma e munite di molle di richiamo. La rotazione più o meno rapida dell'alberino del distributore (14) produce, per effetto della forza centrifuga, l'allontanamento delle masse dal centro e quindi, essendo le masse articolate con l'alberino portacamma, una rotazione angolare dello stesso, con conseguente rotazione della camma rispetto all'albero di comando del distributore.

### Distributore.

Il **distributore** è il dispositivo che consente la distribuzione vera e propria alle candele della corrente ad alta tensione prodotta nel circuito secondario della bobina.

L'alta tensione giunge dalla bobina al terminale centrale (28, fig. 281) della calotta del distributore ed, attraverso un carboncino (27) e la spazzola rotante (2), investita su apposita sede alla sommità dell'alberino portacamma, viene inviata, durante la rotazione, ad ognuna delle candele. La corrente ad alta tensione passa infatti dalla spazzola rotante ai blocchetti metallici disposti alla periferia della calotta, ognuno dei quali è collegato, mediante opportuno cavo, alla rispettiva candela sul motore.

La spazzola rotante è regolata in modo da trovarsi sempre in corrispondenza di uno dei blocchetti fissi metallici ogni qualvolta la camma interrompe il circuito nell'avvolgimento primario; perciò, nell'istante in cui si produce l'alta tensione, la scintilla può scoccare tra gli elettrodi della candela corrispondente.

### Correttore d'anticipo a depressione.

Su alcuni motori di autoveicoli, il distributore d'accensione è collegato ad un correttore d'anticipo a depressione. Esso è automatico; interviene a basso numero di giri con la farfalla del carburatore mezza aperta, non appena si agisce sul pedale dell'acceleratore, e precede l'intervento

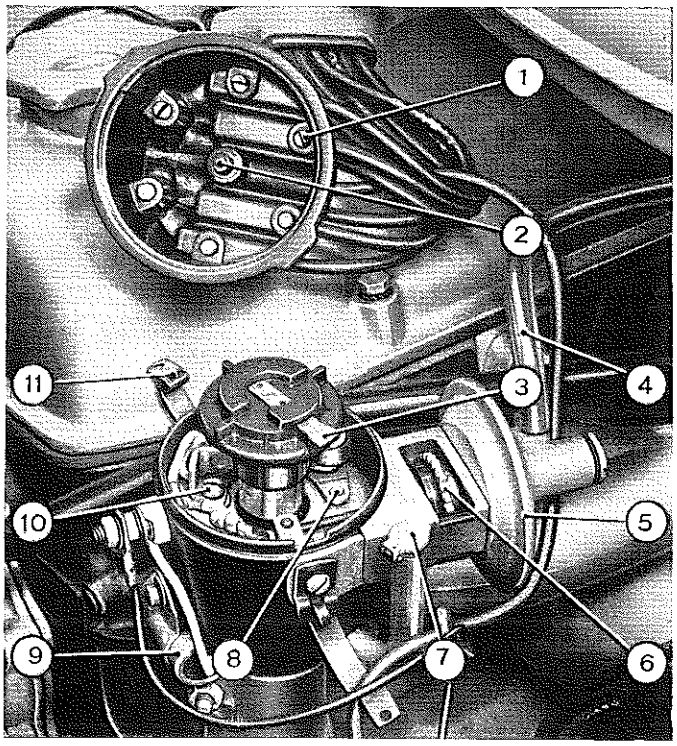



**Fig. 282 - Distributore d'accensione, con dispositivo anticipo a depressione, su motore.**

1. Blocchetti porta corrente alle candele. - 2. Carboncino d'arrivo corrente alla spazzola rotante. - 3. Contatto della spazzola rotante. - 4. Tubo di collegamento del dispositivo anticipo a depressione al raccordo sul carburatore. - 5. Dispositivo anticipo a depressione. - 6. Ghiera per registro variatore anticipo di calettamento. - 7. Oliatore. - 8. Vite con eccentrico per regolazione apertura contatti. - 9. Condensatore. - 10. Vite fissaggio squadretta portacontatto. - 11. Molla ritegno calotta.

del dispositivo di anticipo centrifugo che richiede per funzionare un elevato numero di giri del motore.

La depressione necessaria ad azionare il correttore è prodotta dall'aspirazione del motore a valle della farfalla. Il dispositivo è costituito da un involucro esterno (5, fig. 282) racchiudente una membrana elastica collegata da un lato alla piastra portacontatti del distributore, per mezzo di un tirante, e dall'altro sottoposta alla depressione del carburatore a cui l'apparecchio è collegato tramite un tubo di gomma (4, fig. 282).

La massima depressione si verifica nell'apparecchio quando la farfalla, a mezza apertura,

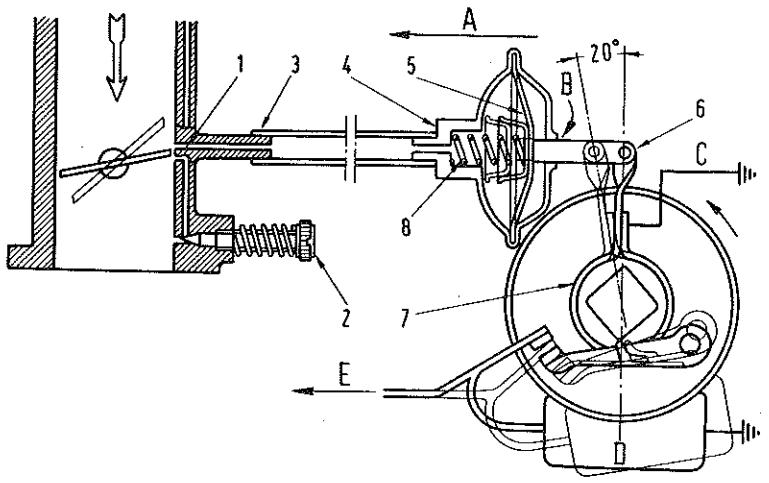



**Fig. 283 - Schema di funzionamento del correttore d'anticipo a depressione.**

1. Foro di depressione. - 2. Vite per dosatura miscela per la marcia al minimo. - 3. Tubazione di collegamento. - 4. Corpo del correttore d'anticipo a depressione. - 5. Membrana di comando. - 6. Tirante per azionamento collare 7. - 7. Collare per rotazione distributore d'accensione. - 8. Molla antagonista della membrana.

A. Anticipo. - B. Zona di lubrificazione. - C. Treccia di massa. - D. Condensatore. - E. Alla bobina di accensione.

viene a trovarsi in corrispondenza del foro di aspirazione e diminuisce ad aperture maggiori fino a che, a farfalla tutta aperta, l'anticipo si annulla completamente, sostituito dall'anticipo automatico centrifugo, che interviene in rapporto diretto all'elevarsi del numero di giri del motore.

**Variatore di anticipo di calettamento.**

Su alcuni motori il distributore è dotato di un variatore di anticipo di calettamento. Descriviamo quello montato sui motori per le vetture Fiat 1800 e 2300.

Questo dispositivo permette di variare opportunamente, secondo il numero di ottano del carburante usato, l'anticipo di calettamento dell'albero portaeccentrico ruotando la ghiera (6, fig. 282) che comanda la piastra portacontatti infatti, usando carburante a basso potere antidetonante, l'anticipo di calettamento dell'eccentrico può essere ridotto di 5° ruotando la piastra portacontatti nel senso di rotazione dell'alberino; oppure, con carburanti a maggior potere antidetonante, può essere aumentato di 5° ruotando la piastra portacontatti in senso opposto.

La rotazione della piastra è comandata da una ghiera graduata, incorporata al complesso tra il corpo del distributore ed il correttore di anticipo a depressione.

Tale ghiera, collegata tramite una coppia di ingranaggi demoltiplicatori ed un tirante alla piastra portacontatti, può compiere una intera rotazione sia in un senso che nell'altro, corrispondente ad una variazione totale dell'angolo di calettamento di 10°: cinque in anticipo se ruotata verso la lettera A, cinque in ritardo se ruotata verso la lettera R; le lettere sono incise sul supporto della ghiera, come pure una freccia di riferimento. La ghiera presenta cinque tacche equidistanti: l'intervallo che intercorre tra una tacca e l'altra corrisponde alla variazione di 1° dell'angolo di anticipo. Nella posizione di anticipo di calettamento normale, cioè con un angolo iniziale di 10° per i motori 1800 e di 5° per i motori 2300, la tacca contrassegnata con lo « 0 » deve trovarsi in corrispondenza della freccia e la ghiera deve essere libera di girare in entrambi i sensi.

## CANDELE DI ACCENSIONE

La candela ha il compito di condurre la corrente ad alta tensione nell'interno del cilindro e produrre la scintilla. Essa è costituita da:

— **un elettrodo centrale** (4, fig. 284) di metallo inossidabile ad alto punto di fusione, collegato mediante un cavo isolato ad uno dei blocchetti fissi metallici del distributore;

— **un elettrodo di massa,** portato dal corpo della candela. La distanza tra i due elettrodi della candela (centrale e di massa) è all'incirca dell'ordine di 0,5 mm;

— **un corpo** (8, fig. 284) di acciaio, avvitabile sulla testa cilindri del motore. La tenuta tra il corpo della candela e la testa cilindri, in modo da impedire la fuoriuscita dei gas contenuti nel cilindro motore, è garantita per mezzo di una guarnitura (9), generalmente in rame ed amianto;

— **un corpo** (9) isolante, che circonda l'elettrodo centrale ed è fissato al corpo della candela per mezzo di un dado di chiusura avvitato sul corpo. La tenuta tra il corpo o manicotto isolante ed il corpo della candela è assicurata da una apposita guarnitura in rame ed amianto (7).

La tenuta fra l'elettrodo centrale e l'isolante è ottenuta mediante l'incollamento, oppure mediante la filettatura e l'incollamento, dell'uno sull'altro.

Per la natura del ciclo del motore a combustione interna la candela è soggetta a notevoli sollecitazioni di natura meccanica, termica ed elettrica. Si noti poi che queste sollecitazioni variano entro limiti molto estesi ogni volta che è compiuto un ciclo motore completo.

La pressione nel cilindro varia in media per i normali motori automobilistici da 0,90÷0,95 kg/cm² al termine della corsa di aspirazione,

a 40÷50 kg/cm² all'inizio dell'espansione; la temperatura dai 100°-200° alla fine della corsa di aspirazione, ai 2300°-2500° all'inizio dell'espansione; la tensione applicata agli elettrodi raggiunge 10.000÷15.000 Volt.

Le sollecitazioni termiche variano poi, con intensità decrescente, dalle parti che si trovano a contatto coi gas nel cilindro, a quelle esterne alla testa motore.

Le proprietà termiche di una candela hanno una importanza fondamentale sul suo funzionamento e di conseguenza su quello del motore.

Perchè una candela possa funzionare regolarmente occorre che le particelle d'olio incombusto e la fuliggine che si depositano sugli elettrodi e sulla parte terminale dell'isolante, vengano bruciate ed espulse con i gas di scarico. Ciò avviene quando il piede dell'isolante ha una temperatura non inferiore ai 500° (temperatura di autopulimento).

D'altra parte occorre pure che la temperatura delle parti della candela che sono a contatto con i gas nel cilindro non superino determinati valori, 850°, per non causare l'accensione della miscela prima ancora che scocchi la scintilla (autoaccensione).

In un motore di determinate caratteristiche, la candela raggiunge il suo equilibrio termico quando la quantità di calore cedutagli dai gas accesi è uguale a quella che la testa cilindri e l'ambiente esterno le sottraggono.

Per il corretto funzionamento della candela e del motore è pertanto necessario che la temperatura d'equilibrio della candela ai vari regimi sia compresa nell'intervallo 500°÷850°.

In relazione a questa temperatura di regime sono indicate come calde le candele con più elevata temperatura di autopulimento.

Per una classificazione delle candele in relazione alle loro caratteristiche termiche, viene pure indicato il tempo impiegato dalle candele

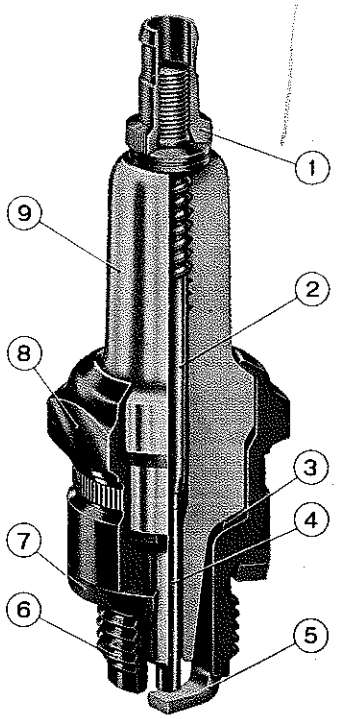



**Fig. 284 - Candela accensione parzialmente sezionata.**

1. Serrafilo. - 2. Spina. - 3. Guarnizione. - 4. Elettrodo centrale. - 5. Elettrodo di massa. - 6. Radice filettata. - 7. Guarnizione. - 8. Corpo metallico. - 9. Corpo isolante.

stesse, montate su un motore tipo, a raggiungere la temperatura di autoaccensione. Quanto maggiore è questo tempo, tanto più fredda è la candela (vedere le figg. 285, 286 e 287).

Circa la distanza e la forma degli elettrodi, si noti che la tensione necessaria per il formarsi della scintilla è tanto minore quanto più vicine sono le punte degli elettrodi e quanto più aguzzi sono gli stessi.

La distanza minima deve essere di 0,4 mm. Con valori inferiori infatti si potrebbero formare ponticelli colleganti gli elettrodi, a causa di eventuali imbrattamenti d'olio ed incrostazioni.

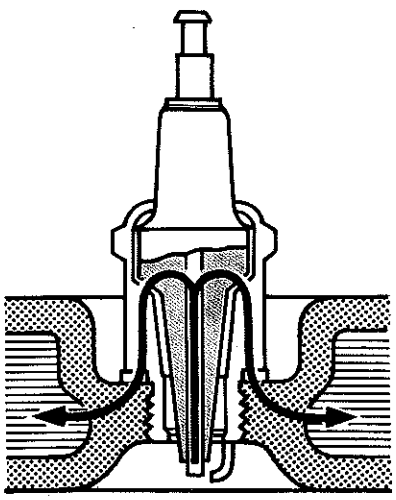


**Fig. 285 - Candela calda.**

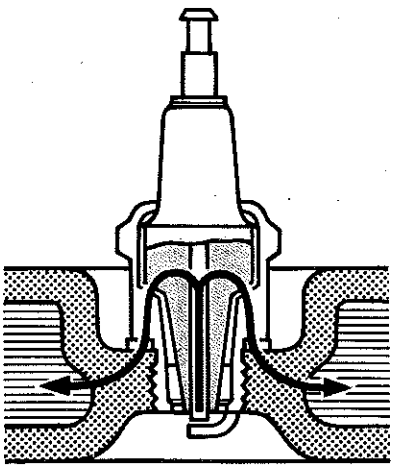


**Fig. 286 - Candela media.**

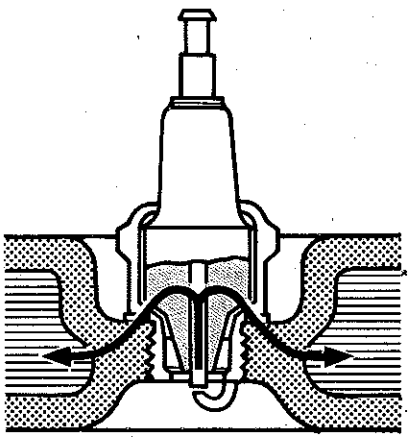


**Fig. 287 - Candela fredda.**

# EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO DEGLI AUTOVEICOLI

## GENERALITÀ

Con la denominazione di equipaggiamento elettrico di un autoveicolo si intende tutto il complesso degli apparecchi elettrici, dei relativi cavi di collegamento e comandi, di cui sono equipaggiati i veicoli. Tali apparecchiature, che assolvono compiti diversissimi riguardanti i servizi dei veicoli, possono essere così classificati in relazione alla loro funzione:

a) **generazione e conservazione dell'energia necessaria al funzionamento dell'impianto elettrico, mediante dinamo od alternatore e batteria di accumulatori;**

b) **messa in moto del motore mediante un motorino elettrico;**

c) **accensione della miscela combustibile nei cilindri motore;**

d) **illuminazione esterna (fari e fanali) ed interna del veicolo;**

e) **accessori vari per segnalazioni acustiche e luminose, tergicristallo, riscaldatore, radio, indicatore di livello combustibile, ecc.**

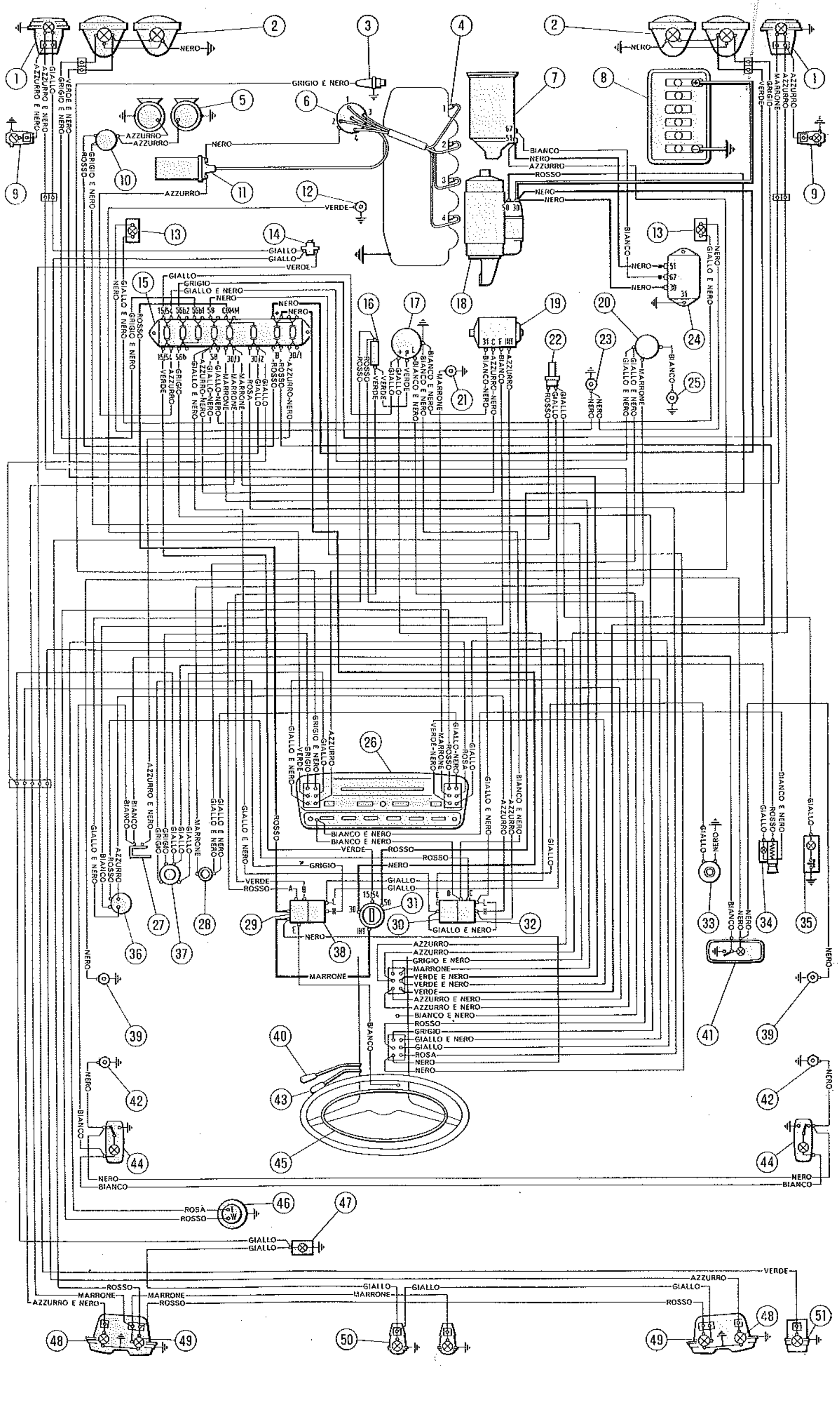
Nella figura 288 è rappresentato lo schema dell'impianto elettrico montato sulle vetture FIAT modelli 1300 e 1500.

---

**Fig. 288 - Schema dell'impianto elettrico delle vetture FIAT 1300 e 1500.**

1. Luci anteriori di posizione e direzione. - 2. Proiettori sdoppiati a piena luce e anabbaglianti. - 3. Trasmettitore per segnalazione insufficiente pressione olio motore. - 4. Candele d'accensione. - 5. Avvisatori acustici. - 6. Distributore d'accensione. - 7. Dinamo. - 8. Batteria. - 9. Luci laterali di direzione. - 10. Teleruttore per avvisatori acustici. - 11. Rocchetto d'accensione. - 12. Trasmettitore per termometro acqua motore. - 13. Lampade per illuminazione interno cofano motore. - 14. Interruttore a pulsante per luci retromarcia. - 15. Valvole fusibili di protezione. - 16. Resistenza per attenuare l'intensità luminosa dei segnalatori luci di direzione. - 17. Lampeggiatore per luci di direzione. - 18. Motorino d'avviamento. - 19. Motorino del tergicristallo. - 20. Lampeggiatore per segnalazione freno a mano inserito. - 21. Interruttore a pulsante per segnalatore dispositivo d'avviamento carburatore inserito. - 22. Interruttore a pulsante delle luci posteriori d'arresto. - 23. Interruttore a pulsante per lampade illuminazione interno cofano motore. - 24. Gruppo di regolazione della dinamo. - 25. Interruttore a pulsante per segnalazione freno a mano inserito. - 26. Quadro di controllo. - 27. Presa di corrente per lampada trasportabile d'ispezione. - 28. Segnalatore, a luce pulsante, freno a mano inserito. - 29. Interruttore per illuminazione esterna. - 30. Interruttore dell'elettroventilatore per condizionamento aria. - 31. Commutatore a chiave per accensione, segnalazioni varie e avviamento motore. - 32. Interruttore del tergicristallo. - 33. Motorino per elettroventilatore. - 34. Accendisigari elettrico. - 35. Luce cassetto ripostiglio, con interruttore a pulsante incorporato. - 36. Pulsante a pedale per azionamento tergicristallo e lavacristallo. - 37. Reostati per luce strumenti e segnalatore luci di posizione. - 38. Interruttore per illuminazione quadro di controllo. - 39. Interruttori a pulsante sulle porte anteriori per accensione luce incorporata nello specchio retrovisore. - 40. Levetta di commutazione illuminazione esterna anteriore. - 41. Lampada e interruttore per illuminazione interno vettura, incorporati nello specchio retrovisore. - 42. Interruttori a pulsante sulle porte posteriori per accensione lampade a soffitto. - 43. Levetta comando luci di direzione. - 44. Lampade a soffitto, con interruttore incorporato. - 45. Anello a pressione per comando avvisatori acustici. - 46. Comando indicatore livello carburante. - 47. Lampada illuminazione vano bagagli. - 48. Luci posteriori di direzione. - 49. Luci posteriori di posizione ed arresto. - 50. Luci targa. - 51. Luce posteriore retromarcia.

Fig. 288.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
NERO
GRIGIO E NERO
VERDE E NERO
GIALLO
AZZURRO E NERO
AZZURRO
BIANCO
ROSSO
VERDE
MARRONE
GRIGIO
ROSA
GIALLO E NERO
BIANCO E NERO
15/54
56b2
56b1
58
COMM
30/1
30/2
31
67
51
50
30
IHT

# DINAMO

La dinamo montata sugli autoveicoli ha lo scopo di generare corrente elettrica continua, con la duplice funzione di fornirla direttamente agli apparecchi elettrici e di ricaricare la batteria di accumulatori.

## PARTICOLARITÀ COSTRUTTIVE DELLA DINAMO

La dinamo è costituita dalle seguenti parti principali:

— **carcassa; avvolgimento induttore; indotto; collettore; spazzole.**

La **carcassa** (4, fig. 290) è di forma cilindrica, generalmente in acciaio dolce; essa viene ricavata per le dinamo di piccola potenza da tubi trafilati senza saldatura, mentre le carcasse di diametro maggiore sono ottenute da lamiera di ferro curvata e saldata.

L'**avvolgimento induttore** (5, fig. 290) è costituito generalmente da 2, 4 o 6 bobine di fili isolati, collegate in serie. Dette bobine sono generalmente impregnate con vernice resinizzante e vengono inserite sulle espansioni polari isolandole da queste con isolanti in carta resinizzata.

Per particolari tipi di dinamo le bobine anzichè essere impregnate con vernice resinizzante sono nastrate con un nastro di cotone e successivamente impregnate con vernice oleo-sintetica. Nel montaggio sulle espansioni polari mancano in questo caso gli isolanti in carta resinizzata.

Le espansioni polari, nelle dinamo di maggiori dimensioni sono laminate, allo scopo di limitare i riscaldamenti dovuti alle correnti parassite, mentre nelle dinamo di piccola potenza sono di ferro massiccio.

Le estremità polari sono sagomate a tegolo, in modo da ricoprire una grande area dell'indotto ed avere quindi una più uniforme distribuzione delle linee di forza; esse vengono perfettamente adattate e fissate alla superficie interna della carcassa mediante viti.

L'**indotto** comprende l'albero, il nucleo, l'avvolgimento ed il collettore (11, fig. 290).

Il nucleo è costituito da un pacco di lamierini dotati di cave per l'alloggiamento dei conduttori, separati da uno strato di isolante; l'avvolgimento è in genere di filo di rame, isolato con acetale di vinile.

Il **collettore** (11, fig. 290) è formato da lamelle di rame elettrolitico, sagomate inferiormente a coda di rondine ed isolate fra loro da lamelle di identica forma in mica o amianto resinizzato. L'assiemamento delle lamelle avviene tramite anelli conici metallici che fanno tenuta sulle estremità a coda di rondine delle lamelle. Detti anelli conici sono isolati dalle lamelle in rame mediante manicotti conici in micanite o amianto resinizzato.

Il bloccaggio dell'intero collettore è ottenuto generalmente tramite un mozzo metallico, le cui estremità sono rivoltate sugli anelli conici mediante operazione di aggrappatura con pressa.

La sagomatura delle lamelle a coda di rondine impedisce, quando il collettore sia bloccato, che si verifichi il distacco delle lamelle stesse sotto l'azione della forza centrifuga e delle sollecitazioni termiche; la saldatura dei fili dell'av-

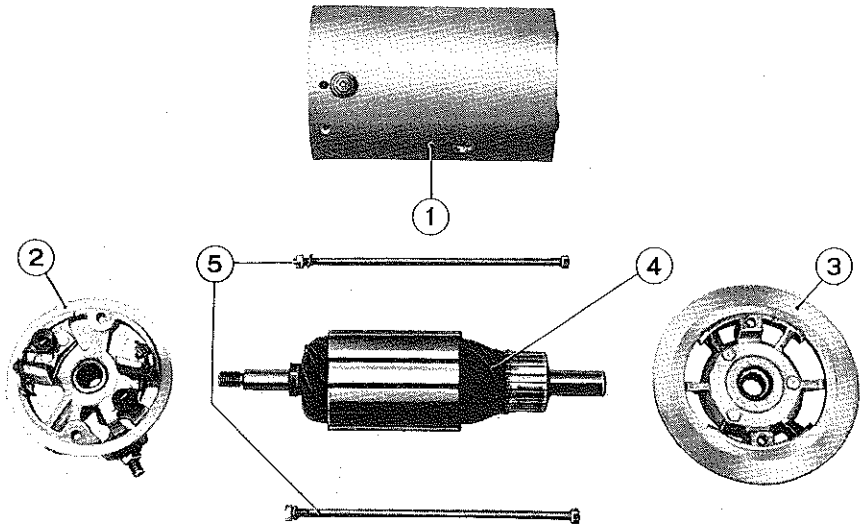



**Fig. 289 - Parti sciolte di una dinamo montata sulle vetture FIAT modd. 600 e 600 D.**

1. Carcassa con avvolgimento induttore. - 2. Supporto lato collettore. - 3. Supporto lato comando. - 4. Indotto completo. - 5. Tiranti di collegamento.

volgimento indotto alle lamelle del collettore, viene eseguita con una lega saldante ad elevata temperatura di fusione.

L'indotto completo subisce inoltre un particolare trattamento di impregnazione con vernice sintetica ad alto potere cementante, per assicurare al suo avvolgimento un elevato grado di isolamento ed un'elevata resistenza alle sollecitazioni centrifughe.

Il gioco esistente tra la superficie esterna dell'indotto e le espansioni polari viene denominato « **traferro** »; tale gioco è ridotto al valore minimo possibile allo scopo di limitare al massimo le cadute magnetiche.

L'albero dell'indotto è supportato, per mezzo di cuscinetti a sfere, sui coperchi che chiudono la dinamo alle estremità; sull'albero viene pure normalmente montata una puleggia con ventola per l'aerazione della dinamo, onde favorire la dispersione del calore generatosi per le varie perdite di natura magnetica, elettrica e meccanica.

Le **spazzole** della dinamo (9, fig. 290) sono sottoposte a sollecitazioni gravose, in quanto lavorano per strisciamento a secco, in ambiente caldo; esse non debbono essere di materiale troppo tenero, per non imbrattare e quindi cortocircuitare le lamelle, e nello stesso tempo neppure di materiale troppo duro, allo scopo di non usurare rapidamente il collettore.

Per tale motivo, stabilito il materiale più opportuno per la spazzola, viene pure determinato il carico migliore che debbono avere le molle che premono le spazzole sul collettore.

Le dinamo sono proporzionate in modo da iniziare ad erogare corrente ad una velocità di 20 ÷ 25 km/h in presa diretta per le vetture e di 10 ÷ 15 km/h per i carri.

La corrente massima viene fornita ad una velocità di 28 ÷ 40 km/h in presa diretta per le vetture e di 20 ÷ 25 km/h per i carri.

La corrente massima è generalmente tale da coprire il totale fabbisogno degli organi di accensione, di illuminazione esterna ed interna, nonchè quella richiesta da tutti gli altri utilizzatori di impiego saltuario, come il tergicristallo, gli indicatori di direzione, gli avvisatori acustici, ecc.

Il tipo di dinamo montata sugli autoveicoli è ad« **eccitazione in derivazione** », vale a dire che la corrente necessaria per creare il campo magnetico induttore è derivata dalle spazzole principali.

Accade così che, appena l'indotto inizia a ruotare, il magnetismo residuo delle espansioni polari genera una debole corrente nell'avvolgi-

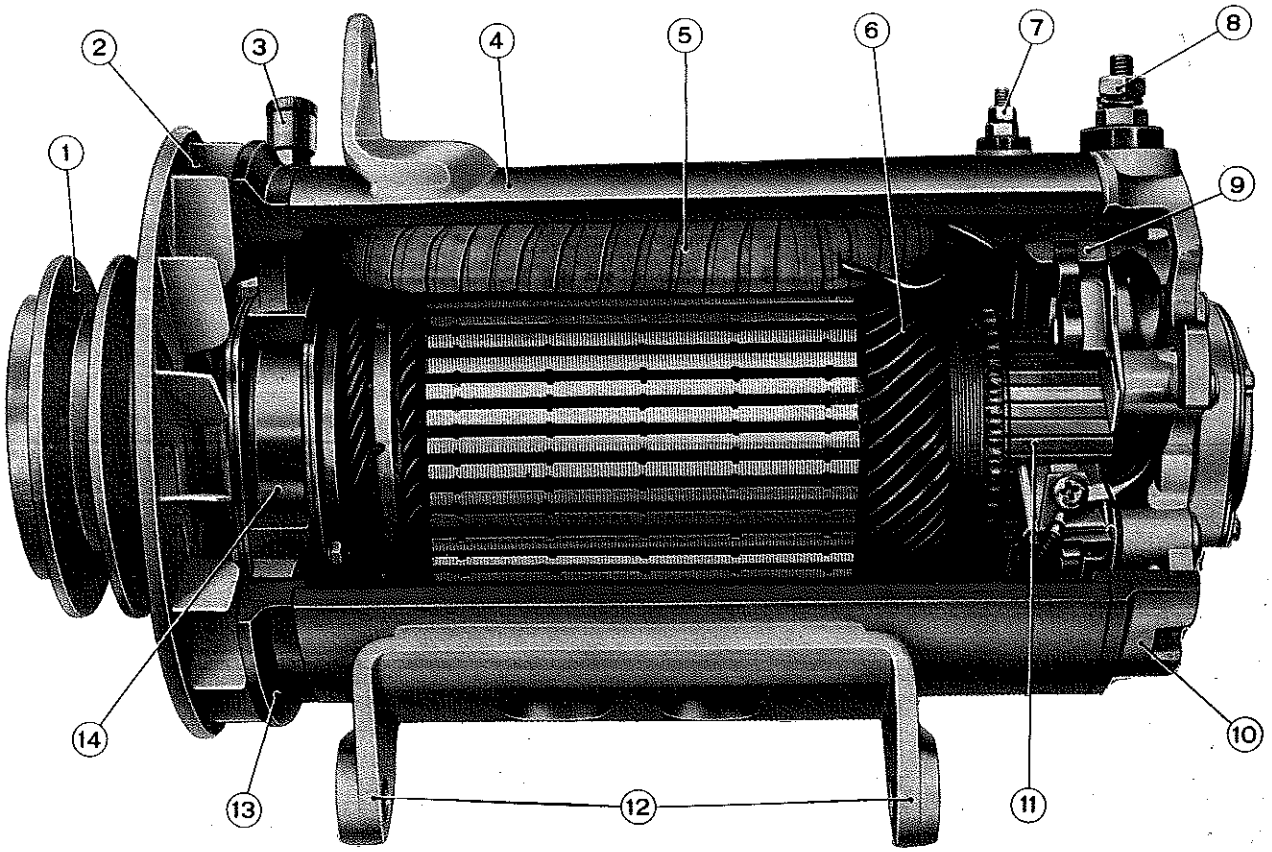



**Fig. 290 - Complessivo dinamo, parzialmente sezionata, montata su autobus.**

1. Puleggia di comando. - 2. Paletta per ventilazione. - 3. Ingrassatore. - 4. Carcassa. - 5. Avvolgimento induttore. - 6. Avvolgimento indotto. - 7. Morsetto presa corrente per il gruppo di regolazione. - 8. Morsetto presa corrente dalla batteria. - 9. Spazzola porta corrente. - 10. Supporto lato collettore. - 11. Collettore. - 12. Staffa per attacco al motore. - 13. Supporto lato comando. - 14. Cuscinetto sfere lato comando.

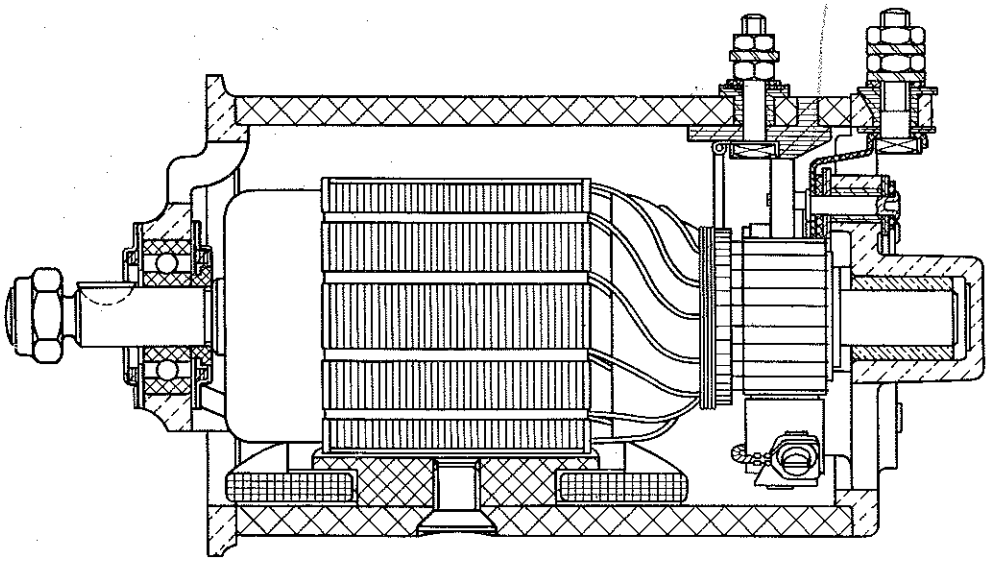


**Fig. 291 - Sezione longitudinale della dinamo FIAT montata sulle vetture modd. 1100 e 1200.**

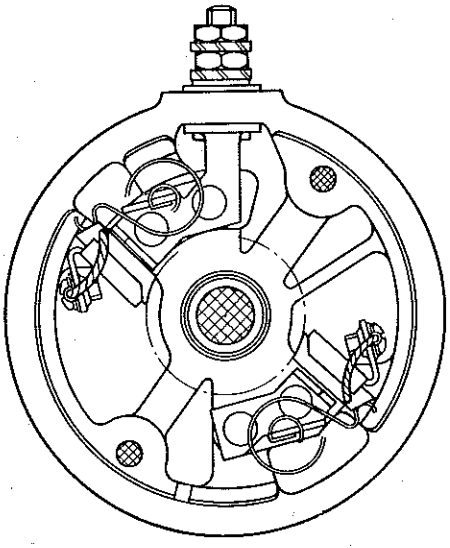


**Fig. 292 - Sezione della dinamo sull'alberino indotto e vista del supporto lato collettore.**

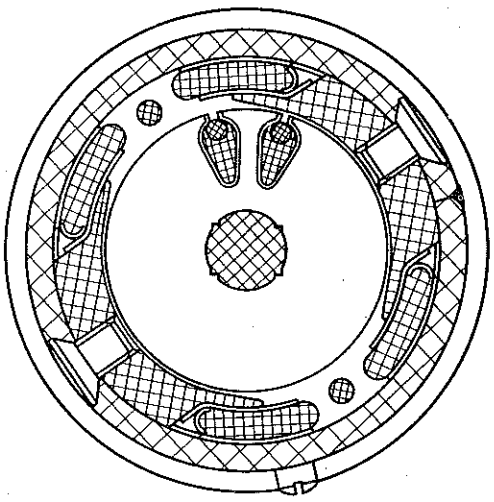


**Fig. 293 - Sezione della dinamo sulla carcassa, sulle espansioni polari e sugli avvolgimenti.**

mento indotto con una conseguente debole tensione alle spazzole. Il circuito induttore, che è in parallelo, viene esso pure percorso da una piccola corrente la quale, però, ha l'effetto di magnetizzare più fortemente le espansioni polari della dinamo.

Aumentando la magnetizzazione, cioè l'intensità del campo magnetico induttore, aumenta pure l'intensità della corrente indotta e la tensione alle spazzole: ne consegue che aumenterà anche la corrente induttrice e così di seguito.

Si può quindi dedurre che ad ogni velocità di rotazione della dinamo, corrisponde una tensione ai morsetti perfettamente determinata e che, aumentando la velocità di rotazione dell'indotto, cresce la tensione ai morsetti della dinamo stessa.

La tensione ai morsetti è pertanto praticamente nulla alle piccole velocità, mentre può assumere valori elevati alle alte velocità di rotazione.

La particolarità del servizio automobilistico richiede alla dinamo requisiti che differiscono sostanzialmente dalle condizioni in cui lavorano, ad esempio, le dinamo degli impianti fissi. Infatti, mentre in questi ultimi le dinamo operano ad un numero di giri costante, su di un veicolo al contrario il numero dei giri oscilla entro limiti molto ampi (800 ÷ 10.000 giri/min).

Poichè la dinamo alimenta lampadine, batterie di accumulatori ed apparecchiature varie, le quali debbono funzionare con tensione praticamente costante, è necessario che la tensione ai morsetti della dinamo sia pure costante.

A tale scopo sono stati adottati speciali dispositivi atti a fornire la regolazione voluta; essi sono di due tipi:

a) **regolazione a terza spazzola;**

b) **regolazione con regolatore di corrente e di tensione.**

## REGOLAZIONE CON TERZA SPAZZOLA

La dinamo a terza spazzola è munita di tre spazzole, delle quali le due principali (positiva e negativa) sono disposte a 180° l'una dall'altra sull'asse neutro, mentre la terza spazzola è disposta sul collettore, un poco prima di quella positiva rispetto al senso di rotazione.

L'avvolgimento di eccitazione (od induttore), in questo tipo di dinamo, è derivato dalla spazzola ausiliaria, detta anche terza spazzola.

La regolazione dell'intensità di corrente generata dalla dinamo, è basata sul fenomeno di reazione della corrente che percorre l'indotto quando la dinamo è sotto carico.

La dinamo con regolazione a terza spazzola non può essere collegata con la batteria senza un **interruttore di minima,** che serve ad interrompere il circuito dinamo-batteria quando la dinamo è ferma o gira ad un numero di giri insufficente a caricare la batteria. Il circuito dinamo-batteria viene ristabilito non appena la dinamo può erogare una corrente capace di caricare la batteria.

Se la batteria venisse collegata alla dinamo senza l'intermediario dell'interruttore di minima, con motore fermo oppure a basso numero di giri, la corrente della batteria verrebbe a riversarsi sulla dinamo scaricando la batteria e sovrariscaldando la dinamo stessa.

Il funzionamento dell'interruttore di minima per dinamo a terza spazzola è analogo a quello dell'interruttore di minima dei « gruppi di regolazione » descritti in seguito.

La dinamo con regolazione a terza spazzola presenta alcuni inconvenienti, per i quali la ricarica della batteria e l'erogazione della corrente agli utilizzatori non avvengono nelle migliori condizioni. Perciò da parecchi anni le dinamo a terza spazzola sono state sostituite sugli autoveicoli con le dinamo aventi la regolazione con regolatori di tensione.

## REGOLAZIONE CON GRUPPO DI REGOLAZIONE

Le dinamo montate sui veicoli FIAT hanno tutte la regolazione con gruppo di regolazione.

Esaminiamo il **funzionamento della dinamo.**

Quando la dinamo è posta in rotazione collegata col proprio gruppo di regolazione, genera una tensione che aumenta gradualmente con il crescere del numero dei giri; non si avrà però alcuna erogazione di corrente fino a quando i contatti dell'interruttore di minima del gruppo di regolazione si chiuderanno.

Avvenuta la chiusura dei contatti dell'interruttore di minima, che si verifica quando la tensione di erogazione della dinamo raggiunge un valore di 12,6±0,2 Volt, la corrente erogata fluirà verso la batteria e gli utilizzatori, e l'intensità dipenderà dallo stato di carica della batteria e la potenza degli utilizzatori inseriti secondo la caratteristica propria del gruppo, determinata dalle altre due unità del gruppo stesso, cioè del regolatore di tensione e del limitatore di corrente (vedere lo schema elettrico del gruppo di regolazione, figura 302).

Come descritto in seguito per i « gruppi di regolazione », il limitatore di corrente, accoppiato a questi tipi di dinamo, è « termosensibilizzato ».

Con questo particolare accorgimento costruttivo, la corrente di limitazione del gruppo freddo (cioè all'inizio funzionamento, dopo un periodo di inattività sufficentemente lungo) è superiore alla corrente massima continuativa della dinamo. Quindi, se gli utilizzatori dell'impianto lo richiedono, la dinamo funziona in sovraccarico.

Tale sovraccarico è però sopportato dalla dinamo, in quanto anche essa è all'inizio funzionamento e non è ancora « stabilizzata termicamente », ossia i suoi avvolgimenti sono alla stessa temperatura dell'ambiente esterno.

Allorchè il gruppo e la dinamo si scaldano per la dissipazione termica dei loro avvolgimenti, il limitatore di corrente riduce (entro 20÷30 minuti) la corrente di limitazione fino ad un valore sopportabile continuativamente dalla dinamo, valore che è variabile con la temperatura ambiente e che viene raggiunto quando l'interno del gruppo raggiunge la temperatura di regime (gruppo « stabilizzato termicamente »).

Quindi il sovraccarico non può determinare temperature pericolose nell'interno della dinamo, in quanto si riduce contemporaneamente all'aumento della temperatura della dinamo stessa.

Questo temporaneo funzionamento iniziale in sovraccarico della dinamo permette di ricaricare la batteria più rapidamente, proprio quando quest'ultima può trovarsi con livello di carica basso, come, ad esempio, dopo un difficoltoso avviamento a freddo del motore termico, oppure durante percorsi cittadini con numerose fermate, avviamenti e limitato tempo di ricarica.

Come detto sopra, il valore della corrente di limitazione a gruppo « stabilizzato termicamente » è variabile con la temperatura ambiente.

Ne consegue che d'estate la corrente di limitazione sarà minore che d'inverno.

Ciò comporta una minore dissipazione di energia in calore da parte della dinamo nella stagione estiva rispetto alla stagione invernale, per cui la temperatura della dinamo, a regime termico, si mantiene più uniforme in entrambe le stagioni.

Il bilancio energetico dell'impianto non viene tuttavia compromesso, in quanto il consumo medio di energia è minore nella stagione estiva.

È opportuno ricordare che è necessario far funzionare la dinamo sempre con il proprio gruppo di regolazione.

# GRUPPI DI REGOLAZIONE FIAT

## PER LE DINAMO MONTATE SUGLI AUTOVEICOLI

I gruppi di regolazione Fiat (Tipo GN 2) sono a tre elementi: regolatore di tensione, limitatore di corrente, interruttore di minima. Detti elementi sono costituiti da unità separate (gruppo di regolazione a tre nuclei).

Il regolatore di tensione ed il limitatore di corrente (fig. 295) sono costituiti da un corpo avente la forma approssimativa di una U, con risvolto all'estremità di uno dei bracci e linguetta di taratura all'estremità dell'altro.

Detto corpo è fissato al basamento dal gambo filettato del nucleo e porta, chiodata sul risvolto, un'àncora, sostenuta da una molla a cerniera (lamina in acciaio e lamina in bimetallo sovrapposte per il regolatore di tensione, lamina in bimetallo per il limitatore di corrente).

Sull'àncora è fissato il contatto mobile.

I contatti fissi del limitatore di corrente e del regolatore di tensione sono portati da due linguette di un unico supporto, che è chiodato ai due corpi sul braccio della U, lato linguetta di taratura.

Le due linguette del portacontatti sono sagomate in modo tale da poter regolare la posizione del contatto fisso mediante la deformazione delle linguette stesse.

L'interruttore di minima è simile agli altri due elementi sopra descritti (fig. 296).

La molla a cerniera è in bimetallo, come per il limitatore di corrente.

Tutte le àncore sono munite di molle a lamina, per regolare il carico elastico su di esse al valore di taratura. Questa regolazione viene ottenuta agendo sulle linguette di taratura.

La bobina del regolatore di tensione dei gruppi di regolazione è formata da un avvolgimento di filo sottile di rame, con molte spire. Tale avvolgimento è collegato in serie con una resistenza addizionale in nichel-cromo, a basso coefficente di temperatura.

Avvolgimento e resistenza predetti sono collegati in derivazione sulla dinamo (vedere figura 302).

La bobina dell'interruttore di minima è pure formata da un avvolgimento di filo sottile, con molte spire, collegato in derivazione sulla dinamo ed inoltre da un avvolgimento di filo più grosso, con poche spire, che è in serie con il circuito

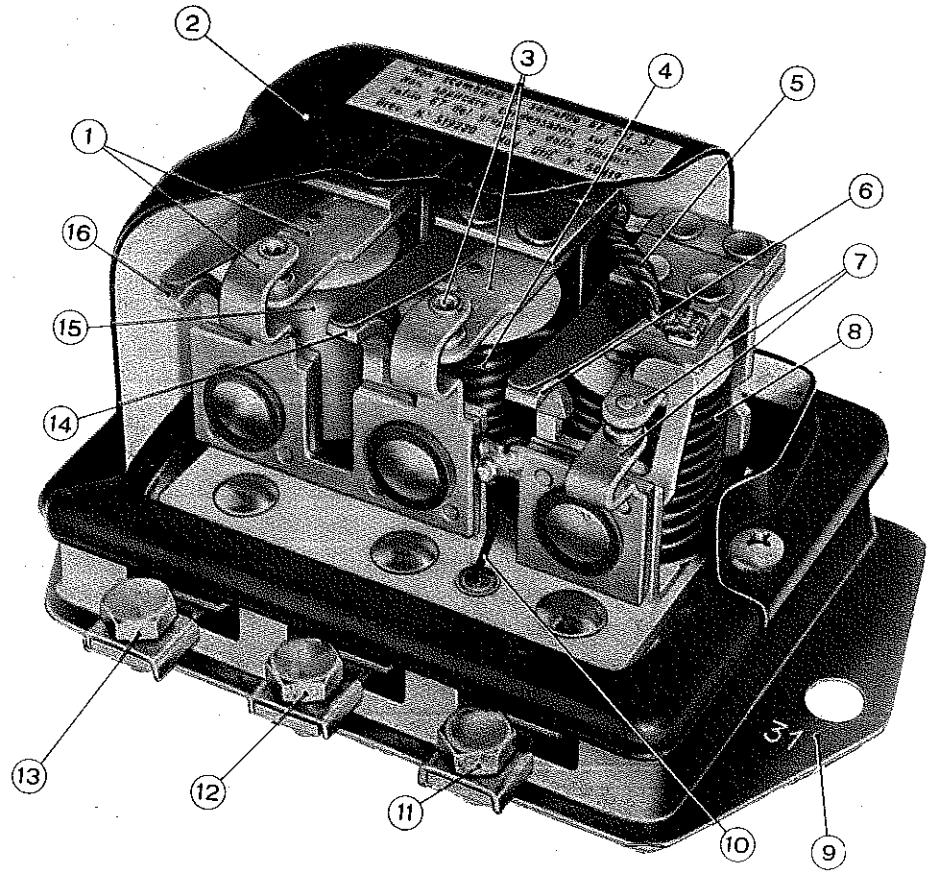



**Fig. 294.**
**Gruppo di regolazione Fiat parzialmente sezionato.**

1. Contatti del regolatore di tensione. - 2. Coperchio. - 3. Contatti del limitatore di corrente. - 4. Avvolgimento limitatore di corrente. - 5. Treccia di rame portacorrente. - 6. Linguetta di taratura interruttore di minima. - 7. Contatti dell'interruttore di minima. - 8. Avvolgimento amperometrico dell'interruttore di minima (l'avvolgimento voltometrico è montato sotto quello amperometrico). - 9. Base di supporto. 10. Cavo alla resistenza in serie al regolatore di tensione. - 11. Morsetto 30. - 12. Morsetto 67. - 13. Morsetto 51. - 14. Linguetta di taratura del limitatore di corrente. - 15. Carta isolante dell'avvolgimento del regolatore di tensione. - 16. Linguetta di taratura del regolatore di tensione.

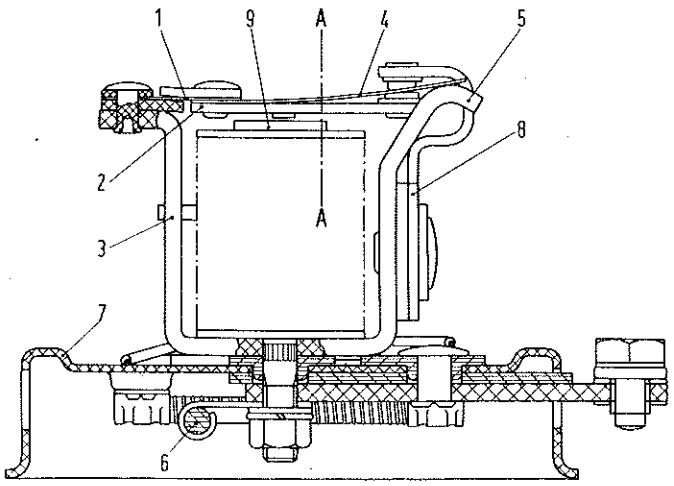



**Fig. 295 - Regolatore di tensione e limitatore di corrente del gruppo di regolazione GN 2.**

1. Molla a cerniera (in acciaio e bimetallo per il regolatore di tensione ed in bimetallo per il limitatore di corrente). - 2. Ancora. - 3. Corpo. - 4. Molla di regolazione. - 5. Linguetta di taratura. - 6. Resistenza di regolazione. - 7. Basamento. - 8. Linguetta supporto contatto fisso. - 9. Espansione del nucleo.

di carico della dinamo (avvolgimento serie dell'interruttore di minima).

La bobina del limitatore di corrente è invece formata da un unico avvolgimento di filo di maggior sezione, di poche spire, in serie con il circuito di carico della dinamo.

Il basamento porta dei morsetti numerati, ai quali vengono fissati i capicorda dei cavi di collegamento all'impianto elettrico ed inoltre due zampe di fissaggio.

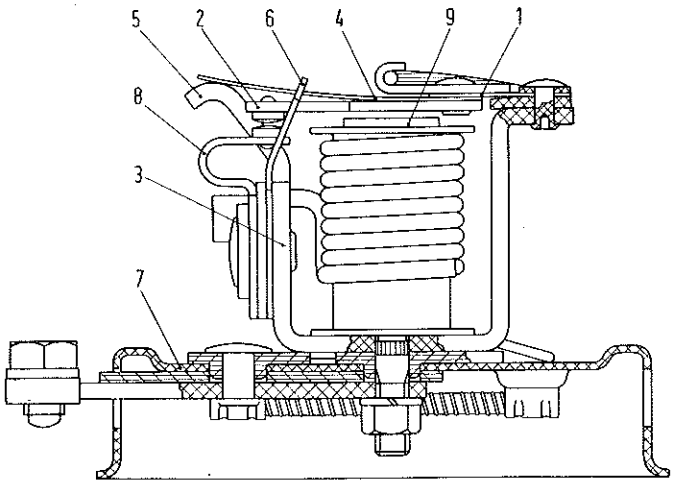



**Fig. 296 - Interruttore di minima del gruppo di regolazione GN 2.**

1. Molla a cerniera (in bimetallo). - 2. Ancora. - 3. Corpo. - 4. Molla di regolazione. - 5. Linguetta di taratura. - 6. Arresto àncora. 7. Basamento. - 8. Linguetta supporto contatto fisso. - 9. Espansione del nucleo.

I tre morsetti numerati (la numerazione è riportata solo sul coperchio) sono i seguenti:

— N. 51, collegato al positivo della dinamo;
— N. 67, collegato all'eccitazione della dinamo;
— N. 30, collegato all'impianto di utilizzazione.

Sul basamento è fissato il coperchio, mediante interposizione di guarnizione di gomma per chiusura ermetica contro la polvere e l'acqua.

Sotto il basamento sono applicate la resistenza di regolazione e la resistenza addizionale.

La prima è fissata ai gambi filettati del nucleo del regolatore di tensione e del limitatore di corrente, per mezzo di due dadi.

La seconda è fissata mediante due chiodi al basamento (vedere fig. 300).

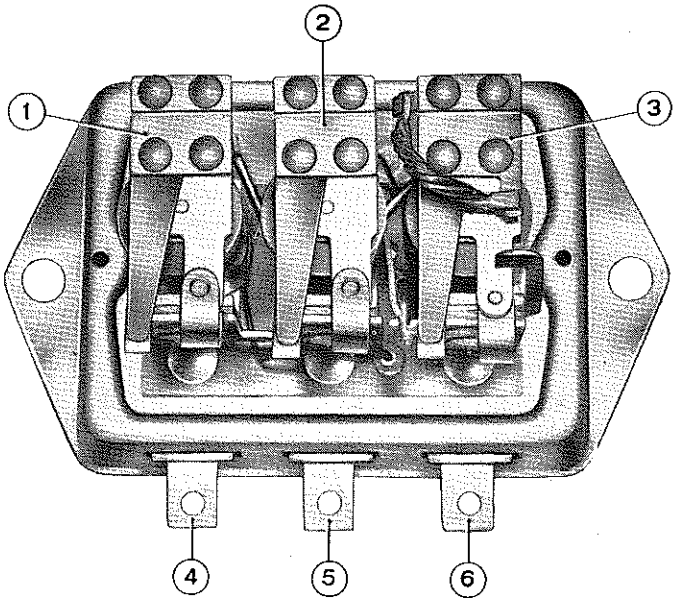



**Fig. 297 - Gruppo di regolazione GN 2.**
Vista superiore.

1. Piastrina per corpo ed àncora del regolatore di tensione. - 2. Piastrina per corpo ed àncora del limitatore di corrente. - 3. Piastrina per corpo ed àncora dell'interruttore di minima. - 4. Morsetto 51. - 5. Morsetto 67. - 6. Morsetto 30.

## FUNZIONAMENTO DEL GRUPPO DI REGOLAZIONE

Alle basse velocità la tensione della dinamo non raggiunge valori sufficienti a far circolare, negli avvolgimenti in derivazione del regolatore di tensione e dell'interruttore di minima, una corrente tale da creare una azione magnetizzante capace di attrarre le àncore, mentre il limitatore di corrente non è neppure eccitato, mancando nel suo avvolgimento magnetizzante ogni passaggio di corrente.

Tutte le àncore sono quindi a riposo ed in tale posizione i contatti dell'interruttore di minima

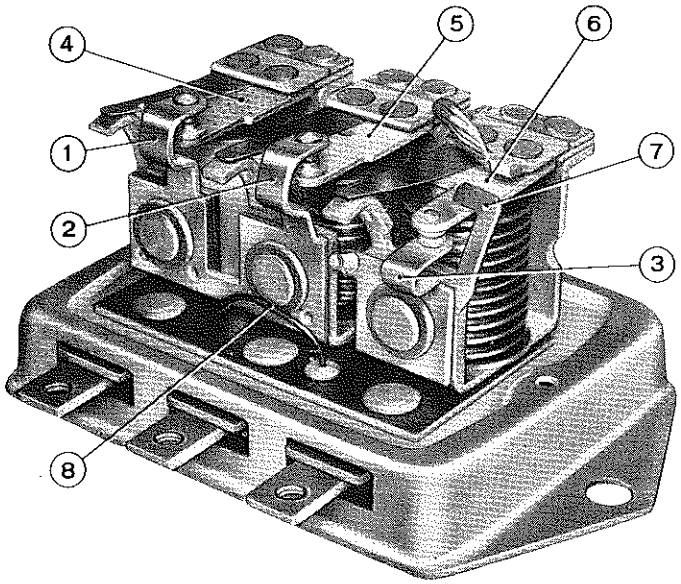



**Fig. 298 - Gruppo di regolazione GN 2.**

Vista lato interruttore di minima.

1. Staffa porta-contatto fisso del regolatore di tensione. - 2. Staffa porta-contatto fisso del limitatore di corrente. - 3. Staffa porta-contatto fisso dell'interruttore di minima. - 4. Ancora del regolatore di tensione. - 5. Ancora del limitatore di corrente. - 6. Ancora dell'interruttore di minima. - 7. Arresto àncora interruttore di minima. - 8. Cavo alla resistenza in serie sul regolatore di tensione.

sono aperti, mentre quelli del limitatore di corrente e del regolatore di tensione sono chiusi.

Aumentando la velocità della dinamo, aumenta la tensione da essa fornita e quindi la corrente che percorre gli avvolgimenti in derivazione.

Tale aumento di corrente dà luogo ad un aumento dell'attrazione dell'àncora.

Raggiunta una determinata velocità ed una determinata tensione, la forza attrattiva sull'àncora dell'interruttore di minima vince la reazione delle

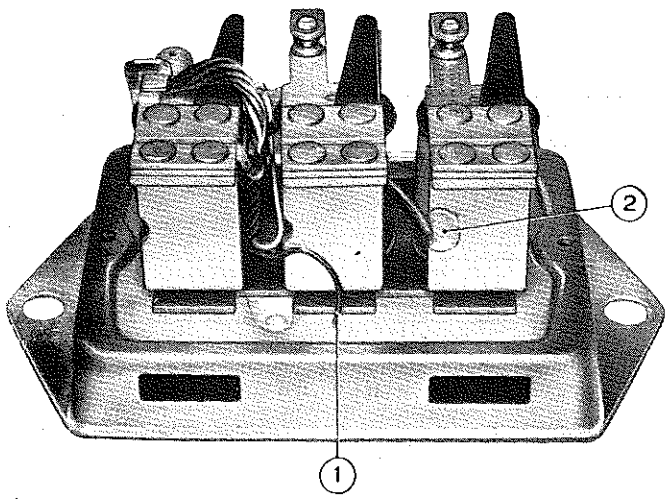



**Fig. 299 - Gruppo di regolazione GN 2.**

Vista frontale posteriore.

1. Estremità avvolgimento interruttore di minima saldata al basamento. - 2. Estremità avvolgimento serie limitatore di corrente saldata al corpo regolatore di tensione.

molle di richiamo, per cui l'àncora si abbassa ed i contatti si chiudono. Si produce allora una corrente che, partendo dalla spazzola positiva della dinamo, va da un lato agli apparecchi utilizzatori che si trovano eventualmente inseriti sul circuito e dall'altro lato al terminale positivo della batteria, per chiudere poi il circuito alla spazzola negativa della dinamo.

Questa corrente passa nell'avvolgimento in serie dell'interruttore di minima, producendo una azione magnetizzante che si somma a quella dell'avvolgimento in derivazione e passa anche nell'avvolgimento del limitatore di corrente.

Per l'interruttore di minima l'effetto di questa corrente è quello di contribuire a tenere più fortemente chiusi i contatti. I contatti del limitatore di corrente invece non si aprono ancora; per provocare la loro apertura è necessario che la corrente raggiunga un determinato valore, specificato più sotto.

In generale, dopo la chiusura dell'interruttore di minima, se la tensione della dinamo continua ad elevarsi, raggiunto il valore di taratura del regolatore di tensione si verificherà l'apertura dei contatti di detto regolatore.

Con l'apertura di questi contatti, provocata dall'azione magnetizzante esercitata sull'àncora dall'avvolgimento, viene inserita nel circuito di eccitazione della dinamo la resistenza di regolazione.

La corrente di campo subisce allora una diminuzione e con essa la tensione della dinamo, fino alla richiusura dei contatti del regolatore di tensione; con ciò la corrente di eccitazione aumenta nuovamente e con essa la tensione della dinamo.

Questo ciclo si ripete in rapidissima successione, in modo che le variazioni di tensione suddette risultano insensibili e la tensione viene mantenuta al valore di taratura del regolatore.

Qualora l'assorbimento degli utilizzatori superi un certo limite, oppure la batteria sia scarica, alla dinamo viene richiesta una forte erogazione di corrente. Con tale corrente la forza attrattiva sull'àncora del limitatore raggiunge un valore tale da riuscire ad attrarre l'àncora, vincendo la reazione delle molle; i contatti si aprono ed inseriscono la resistenza di regolazione nel circuito di eccitazione della dinamo, producendo i medesimi effetti più sopra descritti per il regolatore di tensione, col risultato di contenere il valore della corrente entro un determinato limite. Se la richiesta di corrente si mantiene superiore a detto limite, l'àncora del limitatore di corrente vibra continuamente, sostituendo quella del regolatore di tensione, che resta nella posizione di riposo.

Il limitatore di corrente, in sostanza, viene a limitare col suo valore di taratura la corrente massima erogata dalla dinamo, mentre il regola-

tore di tensione assicura il mantenimento di una tensione compresa entro determinati limiti (di taratura) convenienti per la batteria, per tutto quel campo di funzionamento dell'impianto di ricarica per il quale viene richiesta alla dinamo, dagli utilizzatori e dalla batteria, una potenza che non raggiunge il massimo. Quest'ultimo viene raggiunto al limite di funzionamento fra i due elementi: regolatore di tensione e limitatore di corrente, e viene denominato anche « carico di punta.».

Se la velocità della dinamo diminuisce in modo che la sua tensione scenda al di sotto di quella fornita dalla batteria, si produce una corrente di ritorno dalla batteria alla dinamo. La corrente di ritorno percorrerà in senso inverso l'avvolgimento in serie del limitatore di corrente e dell'interruttore di minima. Sul limitatore di corrente non avrà conseguenze, perchè il valore di detta corrente non sarà tale da provocare l'attrazione dell'àncora, mentre sull'interruttore di minima, avente ancora i contatti chiusi, contribuirà a produrre una azione smagnetizzante, la quale, non appena la corrente di ritorno raggiungerà un determinato valore, determinerà il rilascio dell'àncora e l'apertura dei contatti, impedendo così alla batteria di scaricarsi sulla dinamo.

Come specificato nel capitolo precedente, il limitatore di corrente e l'interruttore di minima hanno la molla a cerniera in bimetallo ed il regolatore di tensione ha una doppia molla a cerniera, costituita da una lamina di acciaio e da una lamina bimetallica sovrapposte.

Per il regolatore di tensione e l'interruttore di minima tale molla a cerniera bimetallica serve per la compensazione termica della tensione.

Difatti, col variare della temperatura delle bobine la loro resistenza ohmica varia e di conseguenza varia l'assorbimento dell'avvolgimento in derivazione e quindi l'attrazione magnetica dell'àncora. Precisamente, al crescere della temperatura aumenta la resistenza ohmica, diminuisce l'attrazione e cresce quindi la tensione di taratura (di apertura contatti per il regolatore di tensione e chiusura contatti per l'interruttore di minima).

Per compensare la riduzione dell'azione attrattiva sull'àncora, la molla a cerniera è in bimetallo ed è disposta in modo tale da ridurre gradualmente la reazione delle molle di richiamo coll'aumentare della temperatura.

L'adozione della molla laminare bimetallica non consente però di ottenere la perfetta compensazione termica della tensione entro l'intero campo di variazione della temperatura di funzionamento del gruppo.

I risultati conseguibili con tale sistema sono tuttavia già sufficienti per garantire il corretto funzionamento dell'interruttore di minima.

Per il regolatore di tensione si richiede invece una maggiore costanza sul valore della tensione di taratura. Tale condizione è stata raggiunta ponendo in serie all'avvolgimento del regolatore di tensione una resistenza addizionale in nichelcromo.

Il valore della resistenza addizionale è infatti pressochè costante alle diverse temperature. Pertanto la variazione della resistenza ohmica totale (avvolgimento in rame più resistenza addizionale), conseguente alle variazioni di temperatura, è molto ridotta rispetto a quella che si avrebbe con il semplice avvolgimento in rame; la precisione della compensazione termica, ottenuta con la molla laminare bimetallica, risulta in tal modo decisamente superiore.

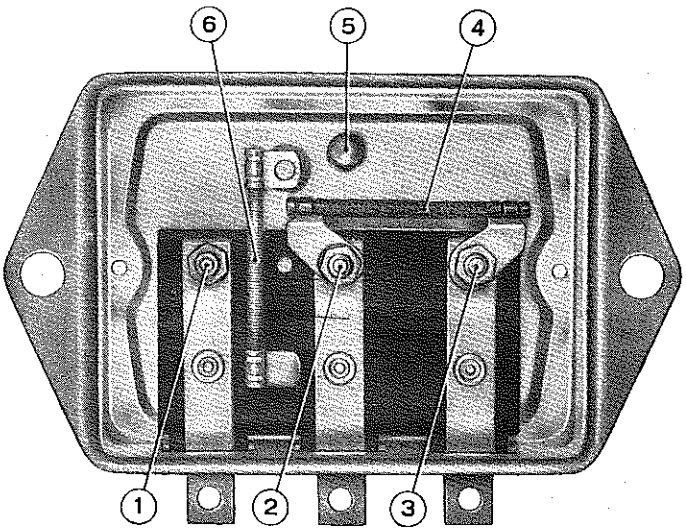



**Fig. 300 - Gruppo di regolazione GN 2.**

Vista della parte inferiore.

1. Dado di fissaggio interruttore di minima. - 2. Dado di fissaggio limitatore di corrente e resistenza di regolazione. - 3. Dado di fissaggio regolatore di tensione e resistenza di regolazione. - 4. Resistenza di regolazione. - 5. Saldatura sul basamento dell'avvolgimento derivazione interruttore di minima ed avvolgimento regolatore di tensione. - 6. Resistenza in serie sul regolatore di tensione.

La molla a cerniera del limitatore di corrente ha la funzione di **correzione termica della corrente di limitazione (limitatore « termosensibilizzato »).**

La molla è costituita da una lamina bimetallica disposta in modo tale da ridurre gradualmente la reazione delle molle di richiamo coll'aumentare della temperatura.

Per conseguenza la forza attrattiva dell'àncora del limitatore dovrà diminuire con l'aumento della temperatura e quindi la corrente di limitazione sarà maggiore a gruppo freddo e minore a gruppo caldo.

Ne derivano i seguenti vantaggi:

— All'inizio funzionamento, dopo un periodo di inattività sufficientemente lungo (almeno due ore), il gruppo di regolazione non è « stabilizzato

termicamente », ossia il suo interno è alla stessa temperatura dell'ambiente esterno. In queste condizioni la corrente di limitazione è superiore alla corrente massima continuativa ammessa per la dinamo. Quindi, se gli utilizzatori dell'impianto lo richiedono, la dinamo funziona in sovraccarico.

Tale sovraccarico è però sopportato dalla dinamo in quanto anch'essa è all'inizio funzionamento e non è ancora « stabilizzata termicamente », ossia i suoi avvolgimenti sono alla stessa temperatura dell'ambiente esterno.

Allorchè il gruppo e la dinamo si scaldano per la dissipazione termica dei loro avvolgimenti, l'azione della lamina bimetallica riduce (entro 20 ÷ 30 minuti) la corrente di limitazione fino ad un valore sopportabile continuativamente dalla dinamo, valore che è variabile con la temperatura ambiente (come precisato più oltre) e che viene raggiunto quando l'interno del gruppo

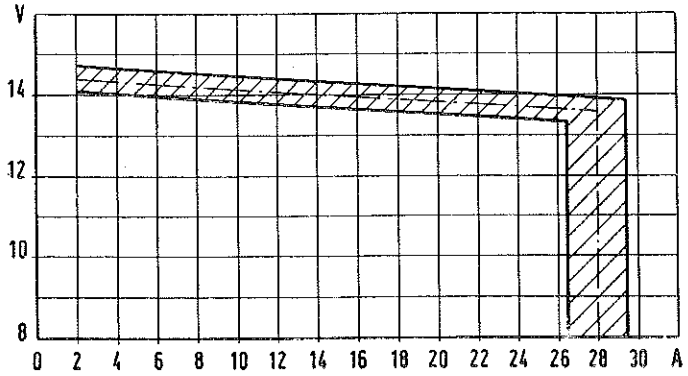



**Fig. 301 - Gruppo di regolazione GN 2.**
Caratteristica di regolazione V-A su batteria in ambiente a 50°+3° C.
Velocità dinamo 4500 giri/min.

raggiunge la temperatura di regime (gruppo « stabilizzato termicamente »). Quindi il sovraccarico non può determinare temperature pericolose nell'interno della dinamo, in quanto si riduce contemporaneamente all'aumento della temperatura della dinamo stessa.

Questo temporaneo funzionamento iniziale in sovraccarico della dinamo permette di ricaricare la batteria più rapidamente, proprio quando quest'ultima può trovarsi con livello di carica basso, come ad esempio dopo un difficoltoso avviamento a freddo del motore, oppure durante percorsi con numerose fermate, avviamenti e limitato tempo di ricarica.

— Come detto sopra, il valore della corrente di limitazione a gruppo « stabilizzato termicamente » è variabile con la temperatura ambiente. Infatti, a gruppo « stabilizzato termicamente », la temperatura della lamina bimetallica sarà maggiore o minore a seconda della maggiore o minore temperatura dell'ambiente esterno e perciò la corrente di limitazione avrà un valore maggiore a temperatura ambiente bassa e minore a tempe-

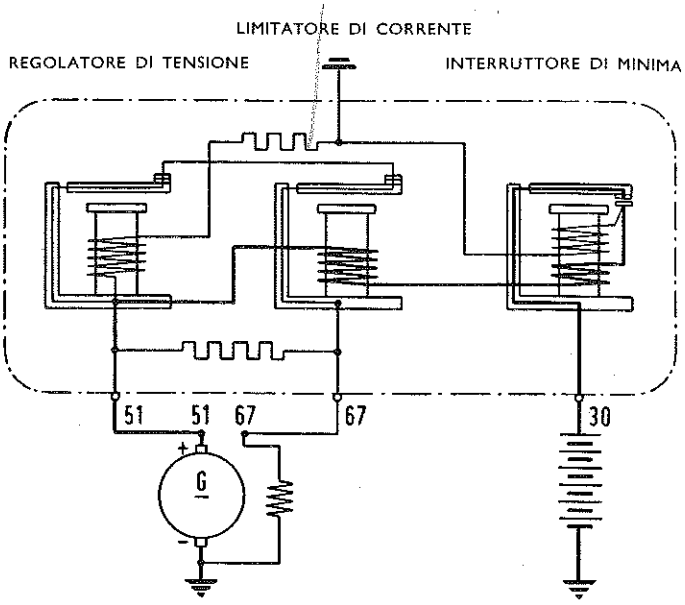



**Fig. 302 - Schema elettrico del gruppo di regolazione GN 2.**

ratura ambiente alta. Ne consegue che d'estate la corrente di limitazione sarà minore che d'inverno.

Ciò comporta una minore dissipazione di energia in calore da parte della dinamo nella stagione estiva rispetto alla stagione invernale, per cui la temperatura della dinamo, a regime termico, si mantiene più uniforme in entrambe le stagioni.

La curva caratteristica del gruppo di regolazione è riportata nel diagramma della fig. 301. Nel diagramma la zona di raccordo tra le due striscie segna il limite di funzionamento tra il regolatore di tensione ed il limitatore di corrente.

Come si può rilevare dall'esame della curva caratteristica, la corrente si mantiene costante fino ad una determinata tensione, dopo di che diminuisce rapidamente.

Detto sistema di regolazione, sfruttando al massimo la potenza della dinamo, permette di

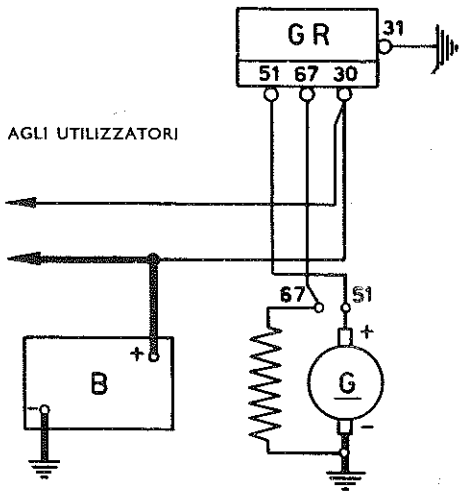



**Fig. 303 - Schema dei collegamenti del gruppo di regolazione GN 2.**
GR. Gruppo di regolazione. - B. Batteria. - G. Dinamo.

mantenere ad un buon livello di carica una batteria sottoposta a condizioni di lavoro difficoltose, quali possono aversi su autoveicoli soggetti a frequenti avviamenti o che hanno un notevole carico di utilizzatori.

Nel caso poi che la dinamo si trovi a funzionare con una batteria scarica, questa viene ricaricata con la massima corrente erogabile dalla dinamo e queste condizioni vengono mantenute fino a che la batteria non ha raggiunto uno stato di carica molto avanzato (circa 14 V).

Quando viene raggiunto un conveniente stato di carica della batteria, entra in azione il regolatore di tensione, che stabilizza la tensione a circa 14,5 V, determinando una rapida riduzione della corrente di carica (sempre che non vi siano inseriti degli utilizzatori che assorbano per proprio conto). In tal modo la batteria raggiunge il suo pieno stato di carica senza essere minimamente danneggiata.

Con batteria carica l'erogazione si stabilizza a valori di pochi ampère, in modo da mantenere un buon livello di carica della batteria senza provocare eccessiva elettrolisi, formazione delle griglie positive, riscaldamenti eccessivi, danneggiamenti ai separatori, ecc.

Si fa notare che nel caso di batterie anche completamente cariche, lasciate a riposo per qualche tempo, per cui la loro tensione torna ad abbassarsi intorno al valore nominale (12 V), al momento in cui la dinamo riprende a funzionare, l'erogazione non ritorna ai valori ridotti corrispondenti alla fine carica, ma si ha un periodo, più o meno lungo, di forte erogazione con entrata in azione del limitatore di corrente, perchè la batteria non raggiunge subito valori elevati di tensione. Man mano però che la tensione cresce, l'erogazione si riduce fino ai minimi valori.

In altre parole si ripete, in periodo più breve, il completo ciclo di ricarica della batteria.

# IMPIANTO DI RICARICA CON ALTERNATORE

## REGOLATORE DI TENSIONE - TRASMETTITORE SEGNACARICA

L'impianto di ricarica adottato su alcuni modelli di autoveicoli Fiat, comprende i seguenti apparecchi:

a) Alternatore.

b) Regolatore di tensione.

c) Trasmettitore segnacarica.

d) Indicatore ottico.

## ALTERNATORE

**Funzionamento.**

L'alternatore è un generatore trifase autoraddrizzatore e consta, agli effetti funzionali, di un indotto fisso, o « statore », di un induttore rotante, o « rotore », e di un ponte raddrizzante trifase a diodi al silicio.

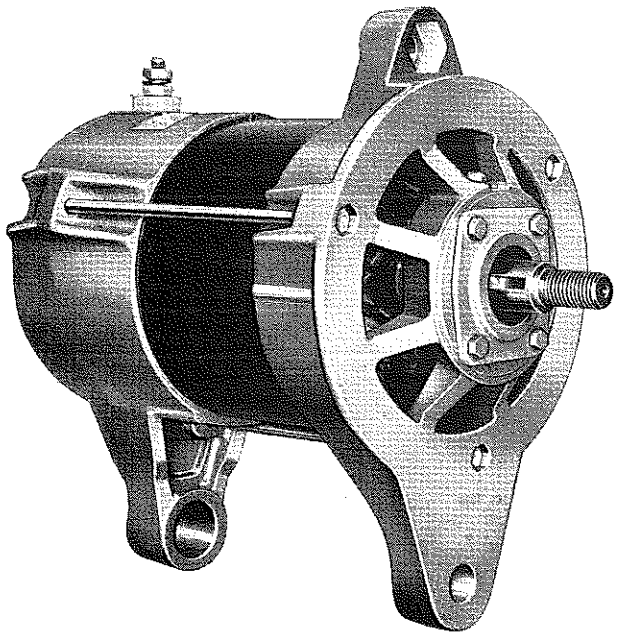


**Fig. 304 - Complessivo alternatore, vista supporto lato comando.**

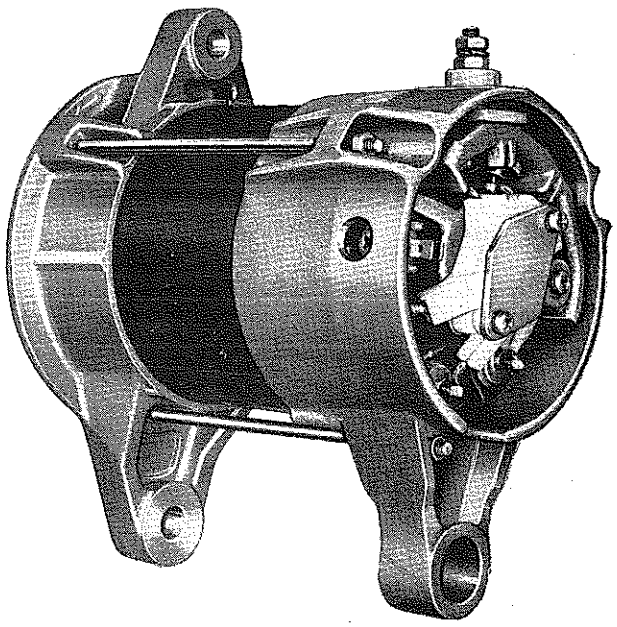


**Fig. 305 - Complessivo alternatore FIAT categoria « ATR 110» a 24 V e 12 V, vista lato supporto diodi.**

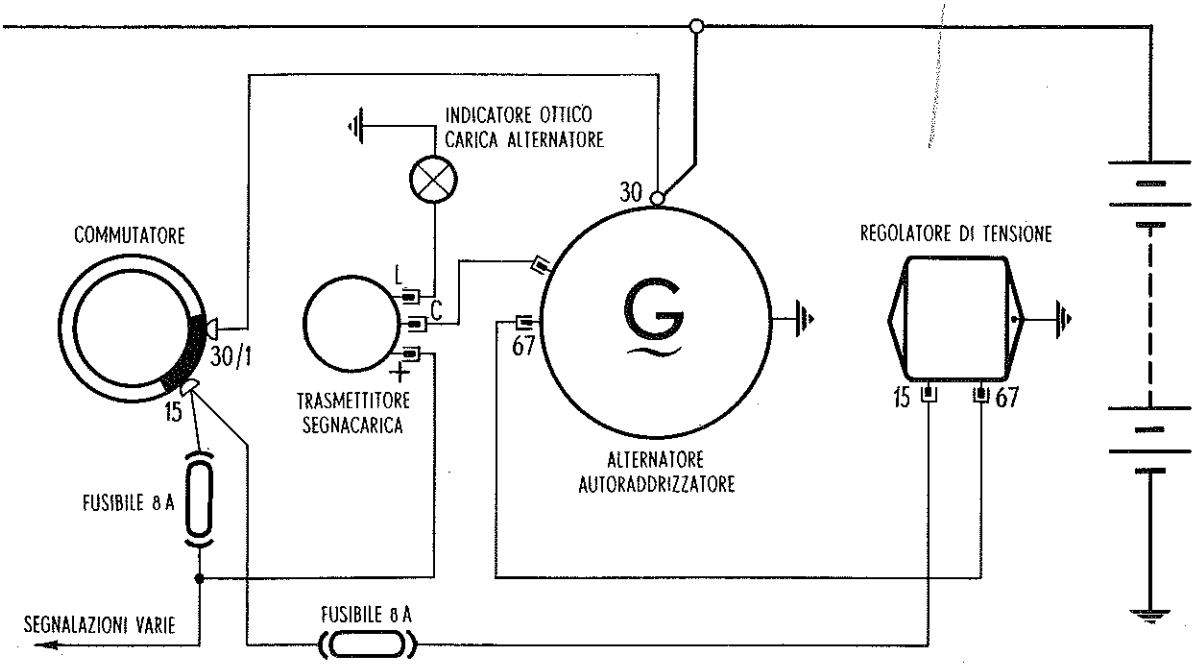



**Fig. 306 - Schema dei collegamenti impianto di ricarica con alternatore.**

Quando il rotore eccitato ruota entro lo statore si genera negli avvolgimenti di quest'ultimo una corrente alternata trifase. Questa corrente viene raddrizzata mediante un ponte trifase a raddrizzamento totale, ponte costituito da sei diodi al silicio, montati sull'alternatore stesso, e precisamente sul supporto opposto a quello lato comando.

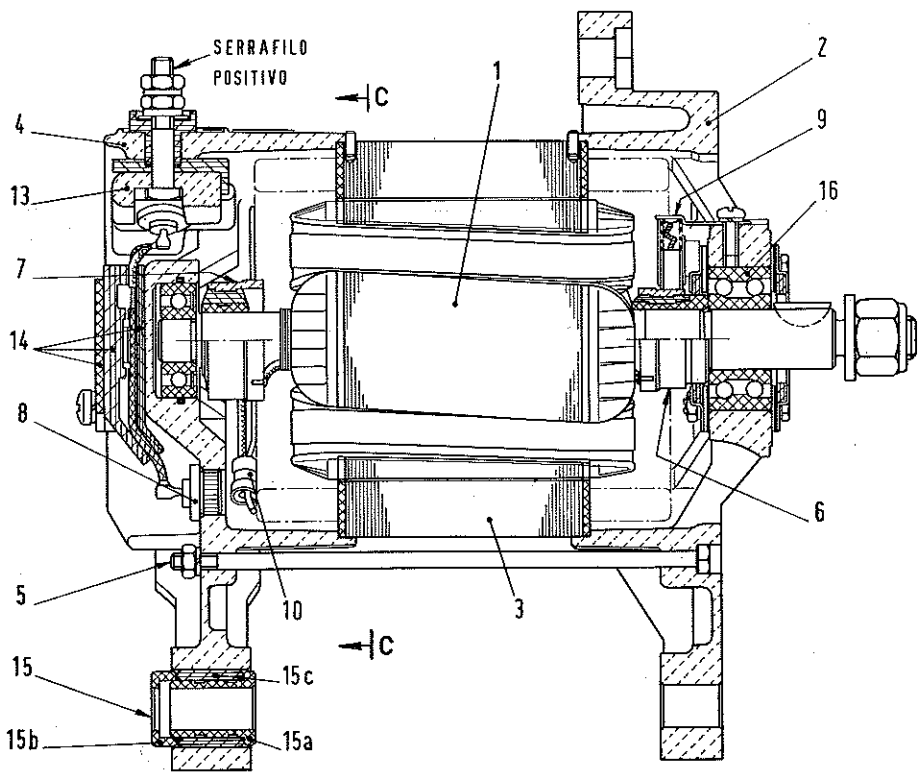
La corrente raddrizzata perviene al morsetto positivo dell'alternatore.

I diodi raddrizzatori al silicio sono dispositivi che oppongono una resistenza estremamente elevata al flusso della corrente in un determinato senso, per cui in tal senso non si ha che un flusso del tutto trascurabile di corrente, mentre oppongono una resistenza molto bassa al flusso di corrente in senso opposto, per cui in questo senso la corrente può fluire con una minima caduta di tensione.

**Fig. 307.**

**Sezione longitudinale dell'alternatore FIAT.**

SEZIONE A-A




1. Rotore. - 2. Supporto lato comando. - 3. Statore. - 4. Supporto lato diodi raddrizzatori. - 5. Tirante fissaggio supporti. - 6. Anello collettore negativo. - 7. Anello collettore positivo. - 8. Diodo raddrizzatore. - 9. Spazzola negativa. - 10. Centro stella avvolgimento statorico. - 13. Supporto diodi raddrizzatori a polarità normale (positivi). - 14. Complessivo connettore per collegamento estremità dei diodi raddrizzatori e delle fasi. - 15. Complessivo bussola elastica ad espansione per ricupero del giuoco tra lobi dei supporti e staffa sostegno alternatore sul motore. - 15 a. Mozzo. - 15 b. Rondella di compressione. - 15 c. Boccola elastica. - 16. Cuscinetti a sfera.

Per detto motivo tra l'alternatore e la batteria non è più necessario l'interruttore di minima, come per la dinamo. Questo è pure il motivo dal quale deriva la necessità di ricorrere ad un dispositivo per il comando dell'indicatore luminoso della carica diverso da quello tradizionale, in uso per gli impianti di ricarica con la dinamo.

L'induttore rotante deve essere eccitato mediante corrente continua. Questa fluisce nell'avvolgimento magnetizzante dell'induttore e genera il flusso magnetico necessario per indurre la tensione alternata nell'indotto fisso.

La corrente continua per l'eccitazione dell'induttore rotante viene prelevata dalla batteria.

Per questo scopo l'avvolgimento del rotore è collegato alla batteria tramite il regolatore di tensione ed il commutatore a leva o a chiave (vedere fig. 306).

Come per la dinamo, la regolazione della tensione generata dall'alternatore è ottenuta mediante variazione della corrente del circuito induttore. Questo compito è adempiuto dal regolatore di tensione, che è del tipo a «doppio stadio» di regolazione, cioè a due coppie di contatti. Non è necessario il limitatore di corrente in quanto l'alternatore ha caratteristiche di autolimitazione.

L'alternatore FIAT ha un campo di velocità di utilizzazione molto vasto, una bassa velocità di inizio erogazione ed una corrente massima continuativa di erogazione più elevata di quella di una dinamo di dimensioni equivalenti. Esso inoltre può funzionare sia con rotazione in senso orario che in senso antiorario.

## COSTITUZIONE

L'alternatore FIAT è composto da uno statore, un rotore con due anelli collettori, un supporto lato comando, un supporto con diodi raddrizzatori e da tre tiranti.

**Statore.** - Lo statore è formato da un pacco lamellare di forma anulare ed è dotato di 24 cave. In queste cave è sistemato un avvolgimento trifase eseguito in filo isolato con acetale di vinile in quadruplo strato, e collegato «a stella». Al centro stella dell'avvolgimento è collegato un cavo di unione al morsetto per il dispositivo della segnalazione di carica dell'alternatore (4, fig. 312).

**Rotore.** - È anch'esso costituito da un pacco lamellare. I singoli dischi sono ottenuti di tranciatura dallo sfrido interno degli anelli lamellari statorici. Il rotore è dotato di quattro poli. Sul nucleo polare di ognuno di questi è avvolta una delle quattro bobine, collegate in serie, dell'avvolgimento induttore. Queste sono costituite da

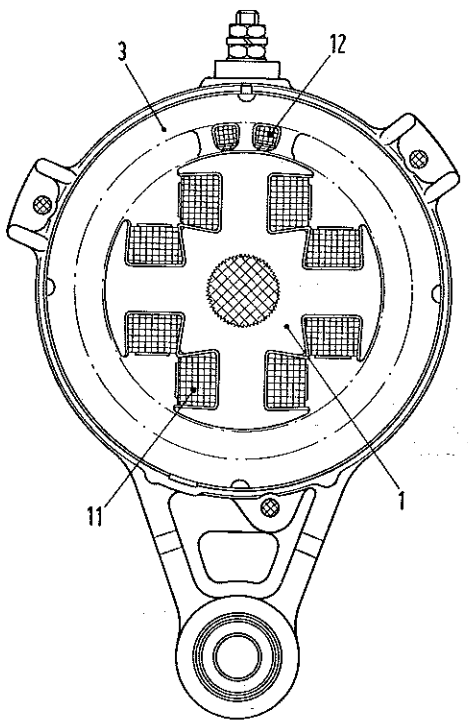



**Fig. 308 - Sezione trasversale dell'alternatore FIAT.**
1. Rotore. - 3. Statore. - 11. Bobina avvolgimento rotore. - 12. Avvolgimento statore.

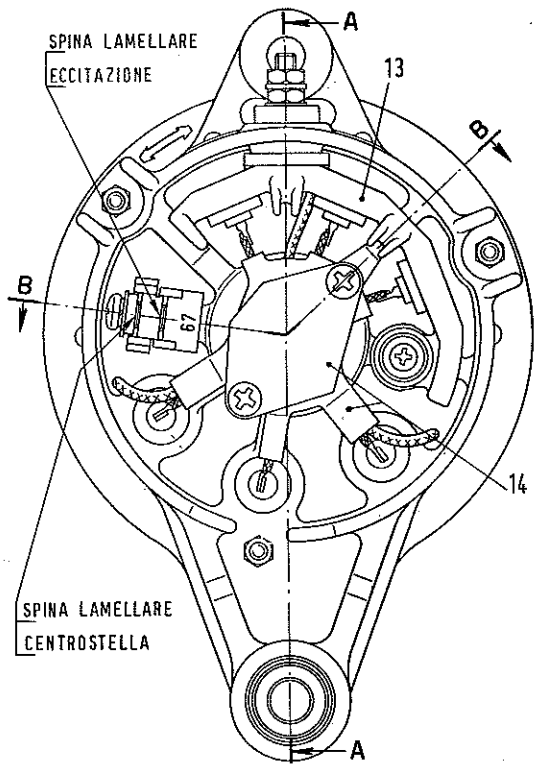



**Fig. 309 - Vista supporto lato diodi raddrizzatori dell'alternatore FIAT.**
13. Supporto diodi raddrizzatori a polarità normale (positivi). - 14. Complessivo connettore per collegamento estremità dei diodi raddrizzatori e delle fasi.
Vedere sez. B-B in fig. 310.

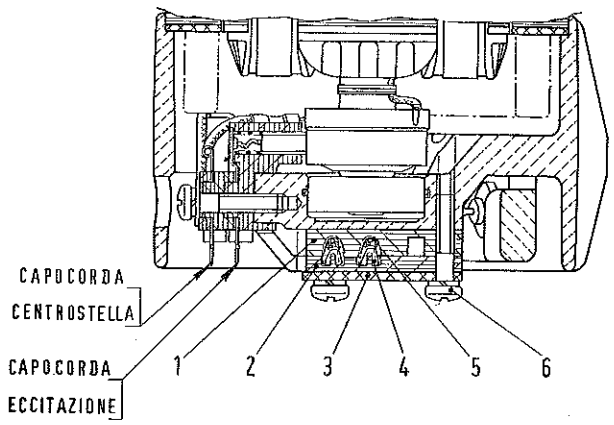



**Fig. 310 - Sezione B-B della vista del supporto lato diodi raddrizzatori riportato in fig. 309.**

1. Isolante inferiore. - 2. Isolante superiore. - 3. Piastra per pressione isolanti connessioni tra diodi raddrizzatori e fasi avvolgimento statore. - 4. Piastrina di pressione per connettore. - 5. Connettore. - 6. Vite fissaggio isolanti connessioni tra diodi raddrizzatori e fasi avvolgimento statorico.

filo di rame isolato con acetale di vinile in doppio strato.

Le estremità dell'avvolgimento induttore rotorico sono collegate: una all'anello collettore positivo, l'altra all'anello collettore negativo.

Questi due anelli collettori, isolati ambedue dalla massa, sono piantati sull'albero del rotore, uno per ciascuna estremità.

Sull'anello positivo appoggia la spazzola positiva, isolata dalla massa e collegata al morsetto 67 dell'alternatore.

Sull'anello di massa appoggia invece la spazzola negativa, collegata alla massa del supporto lato comando. Sull'estremità dell'albero, lato anello collettore positivo, è piantato il cuscinetto per il supporto lato diodi raddrizzatori.

**Supporti.** - I due supporti sono in lega leggera fusa sotto pressione. Sul supporto lato comando è fissato, mediante leggero piantaggio e mediante dischi di ritegno, il cuscinetto lato comando dell'alternatore.

Sul supporto lato diodi raddrizzatori sono montati sei diodi raddrizzatori al silicio, collegati in modo da formare un circuito raddrizzante a ponte trifase (ved. fig. 320).

I tre diodi raddrizzatori negativi (contrassegnati da diciture in colore nero nella parte inferiore del contenitore) sono fissati, mediante piantaggio, direttamente entro sedi ricavate nelle

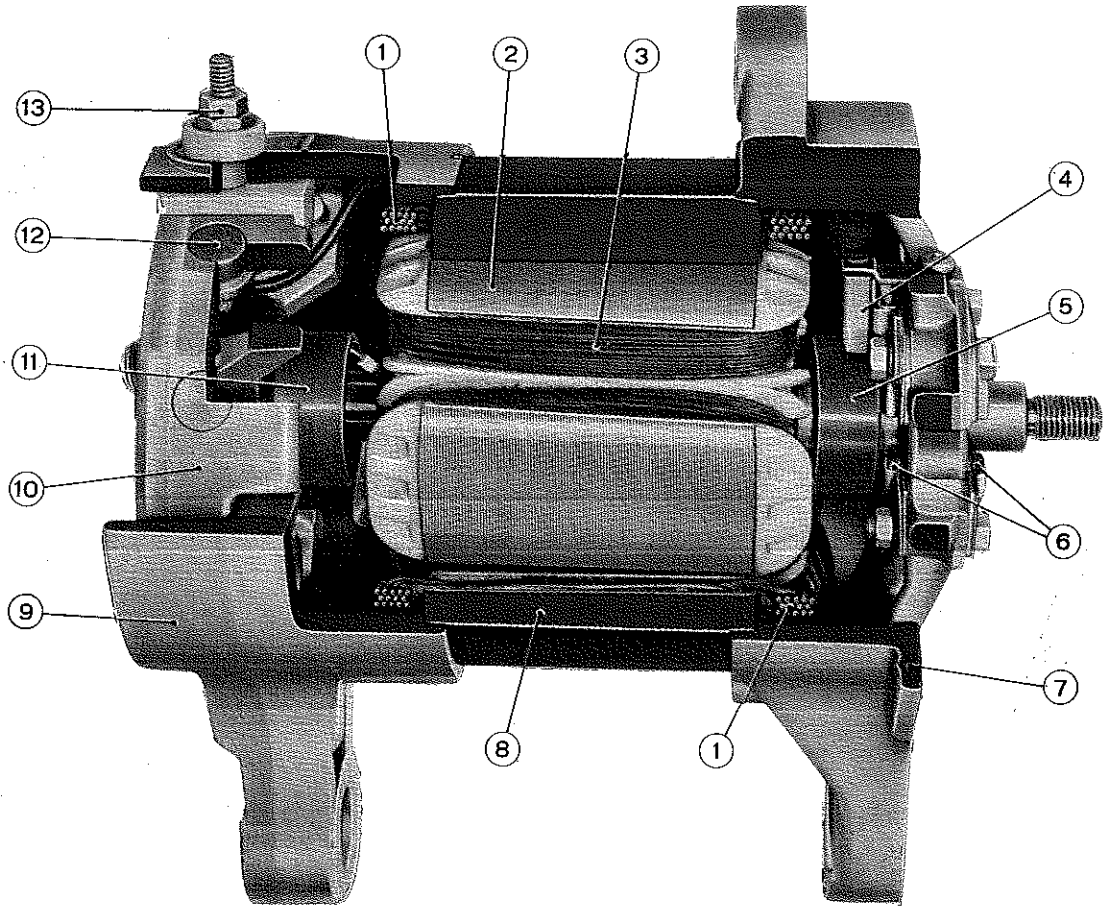



**Fig. 311 - Complessivo alternatore FIAT « ATR 110» parzialmente sezionato.**

1. Avvolgimento statorico indotto. - 2. Pacco lamellare induttore rotorico. - 3. Avvolgimento induttore rotorico. - 4. Portaspazzola e relativa spazzola per anello collettore negativo. - 5. Anello collettore negativo. - 6. Feltri paragrasso per cuscinetto. - 7. Supporto lato comando. - 8. Pacco lamellare indotto statorico. - 9. Supporto lato diodi raddrizzatori. - 10. Piastra porta diodi raddrizzatori a polarità normale. - 11. Anello collettore positivo. - 12. Diodo raddrizzatore a polarità normale. - 13 Serrafilo positivo.

razze del supporto. I tre diodi positivi (contrassegnati da diciture in colore rosso) sono invece piantati nelle sedi di una piastra di lega leggera, piastra che è isolata dal supporto e collegata al morsetto positivo dell'alternatore (morsetto 30).

Questa piastra, oltre a funzionare da supporto dei diodi positivi, ha pure l'importante compito di servire da radiatore di dispersione del calore generato dai diodi stessi.

La dispersione del calore generato dai diodi raddrizzatori negativi avviene direttamente attraverso il supporto stesso dell'alternatore.

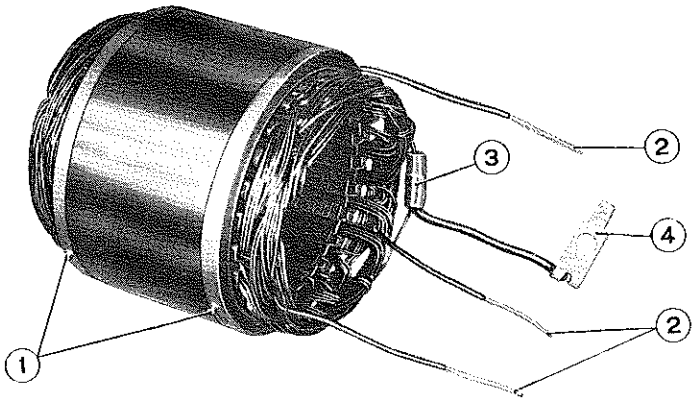



**Fig. 312 - Complessivo statore dell'alternatore Fiat.**

1. Grani di riferimento per l'accoppiamento con i supporti. - 2. Estremità fasi avvolgimento statorico. - 3. Connettore per centro stella. - 4. Capocorda a spina lamellare per segnalazione carica alternatore.

Il collegamento o il distacco delle estremità dei diodi raddrizzatori fra loro e con le estremità delle fasi, viene effettuato mediante apposito connettore. L'apertura o la chiusura del connettore si effettua con il semplice sbloccaggio o avvitatura di due viti mordenti.

Le operazioni di collegamento o distacco delle estremità dei diodi e delle fasi si possono compiere con i supporti fissati allo statore, cioè con alternatore montato.

Il connettore è costituito da due isolanti, 1 e 2 (fig. 310), in materiale plastico ammidico, dalla

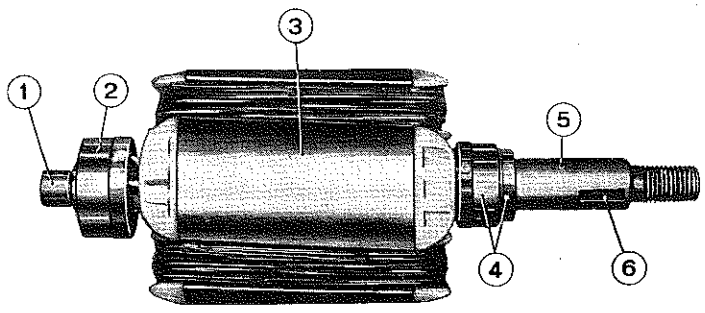



**Fig. 313 - Complessivo rotore dell'alternatore Fiat.**

1. Sede per cuscinetto lato diodi raddrizzatori. - 2. Anello collettore positivo. - 3. Espansioni polari. - 4. Anello collettore di massa, completo di mozzo per spallamento cuscinetto lato comando. - 5. Estremità albero lato comando. - 6. Sede per chiavetta della puleggia di comando.

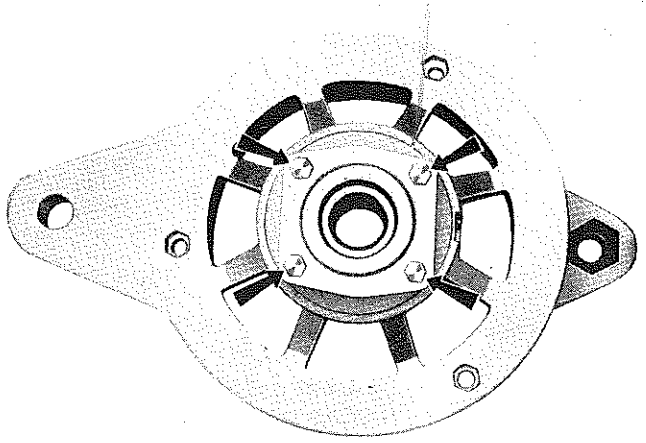


**Fig. 314 - Supporto lato comando completo di cuscinetto.**
Le frecce indicano le viti di fissaggio piastre ritegno cuscinetto.

piastra metallica 3 e dalle viti 6, come indicato nella fig. 310.

Gli isolanti 1 e 2, (fig. 310), sono rispettivamente dotati delle molle laminari 5 e 4, ancorate con sistema a scatto. Le estremità dei raddrizzatori e delle fasi vengono sistemate nell'isolante 1, (fig. 310), come indicato nella fig. 317.

Il contatto tra le estremità dei raddrizzatori e della fase interessata avviene quindi per effetto della pressione esercitata dalle molle 5 e 4 (fig. 310), tramite la piastra 3, in seguito a bloccaggio delle viti 6.

Il lobo del supporto lato raddrizzatori è dotato di un foro, entro cui è alloggiato, libero di scorrimento, un complesso formato da due boccole metalliche ed una di gomma (fig. 319). Il complesso viene a costituire una bussola com-

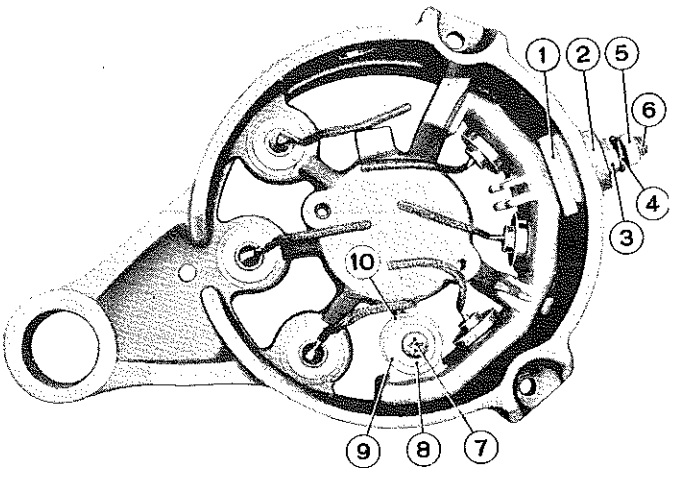



**Fig. 315 - Complessivo supporto lato diodi raddrizzatori.**

1. Isolante interno per serrafilo 30. - 2. Isolante esterno per serrafilo 30. - 3. Dado per vite bloccaggio supporto raddrizzatori con polarità « normale » (positivi). - 4. Rosetta elastica. - 5. Dado fissaggio capocorda cavi collegamento serrafilo 30. - 6. Vite serrafilo 30 e bloccaggio supporto raddrizzatori con polarità « normale » (positivi). - 7. Vite per fissaggio supporto diodi raddrizzatori con polarità « normale » (positivi). - 8. Rosetta piana. - 9. Isolante superiore per supporto lato diodi raddrizzatori con polarità « normale » (positivi). - 10. Isolante tra supporto lato diodi raddrizzatori e supporto raddrizzatori con polarità « normale » (positivi).

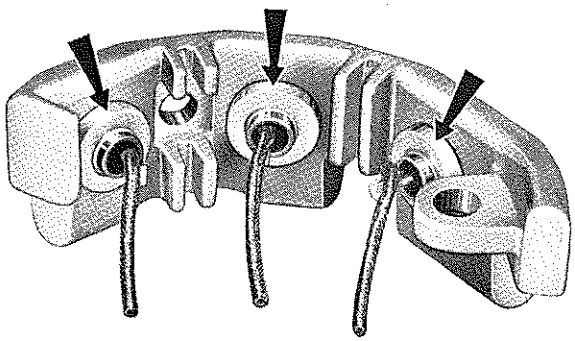


**Fig. 316 - Supporto per diodi raddrizzatori con polarità « normale » (positivi).**

Le frecce indicano i tre diodi raddrizzatori.

posta ad espansione elastica, bussola che ha la funzione di annullare, al montaggio dell'alternatore sul motore, il giuoco eventuale esistente tra i lobi dei supporti e la staffa sul motore, senza creare sollecitazioni di flessione sui lobi dei supporti e assicurando un bloccaggio sicuro ed efficace.

Il funzionamento della bussola elastica ad espansione è il seguente.

Quando si inizia a chiudere il dado del tirante di fissaggio dei due lobi dei supporti alla staffa su motore, l'intero complesso di boccole si sposta verso la staffa fino ad annullare il giuoco eventuale. Continuando a chiudere il tirante, il mozzo 15a (fig. 307), ormai a contatto con la staffa, resta fermo ed avanza solo più la rondella 15b, comprimendo la boccola in gomma 15c. La rondella 15b avanza fino ad arrivare a contatto con il mozzo 15a. A questo punto il tirante resta bloccato a fondo e l'espansione della boccola in gomma rende solidale il complessivo boccola elastica con il lobo del supporto.

Il raffreddamento interno dell'alternatore è assicurato da un ventilatore centrifugo, abbinato alla puleggia di comando. L'aria di raffreddamento è aspirata dalle feritoie del supporto lato diodi raddrizzatori e raffredda per primi i diodi raddrizzatori stessi, nonchè le superfici radianti di dispersione del calore.

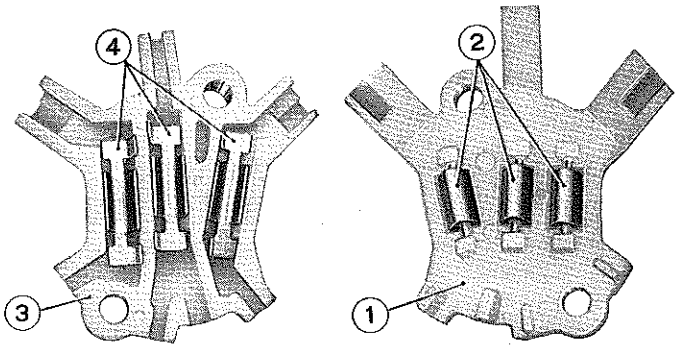



**Fig. 318 - Isolanti connessione tra diodi raddrizzatori e fasi avvolgimento statore.**

1. Isolante superiore. - 2. Piastrine di pressione per connettori. - 3. Isolante inferiore. - 4. Connettori.

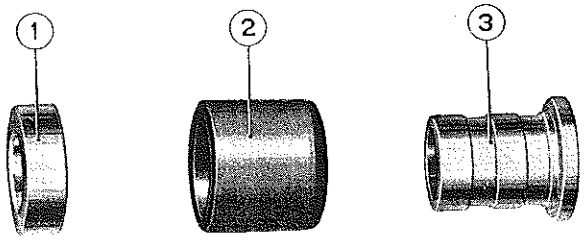



**Fig. 319 - Complessivo boccola elastica per fissaggio alternatore supporto lato diodi raddrizzatori.**

1. Rondella di compressione. - 2. Boccola elastica. - 3. Mozzo.

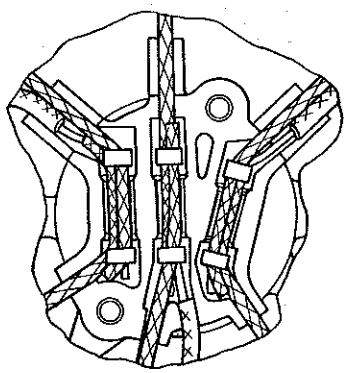


**Fig. 317.**

**Vista delle connessioni tra diodi raddrizzatori e fasi avvolgimento statore.**

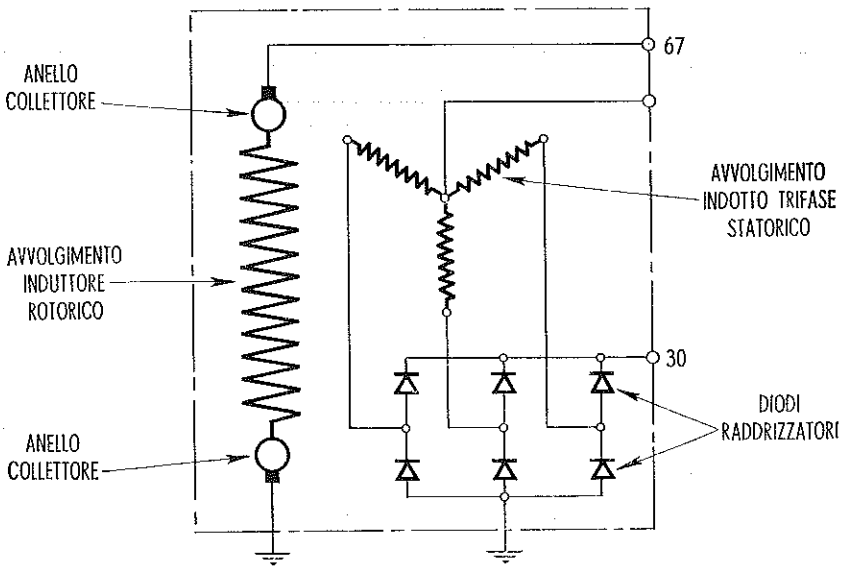



**Fig. 320 - Schema elettrico degli alternatori FIAT « ATR. 110».**

# REGOLATORE DI TENSIONE

I regolatori di tensione categoria « RC 1 », sono del tipo a contatti vibranti, a due stadi di regolazione.

Sono costituiti da un corpo, in materiale ferromagnetico, avente la forma approssimativa di una U, con risvolto alla estremità di uno dei due montanti (fig. 322).

Detto corpo è fissato al basamento dal gambo filettato del nucleo e porta, chiodata sul risvolto, un'àncora, in materiale ferromagnetico, sostenuta da una molla a cerniera laminare in bimetallo.

spire di filo di rame isolato, avvolte su un rocchetto isolante in resina sintetica, e da un nucleo in materiale ferromagnetico, fissato al basamento mediante orlatura del gambo.

Sotto al basamento sono sistemati il resistore addizionale della bobina magnetizzante e il resistore di regolazione, formato da quattro resistori singoli in parallelo fra loro.

Sul basamento sono fissate le due spine lamellari 15 e 67 (la numerazione è riportata sul coperchio e sull'isolante basamento, in prossimità

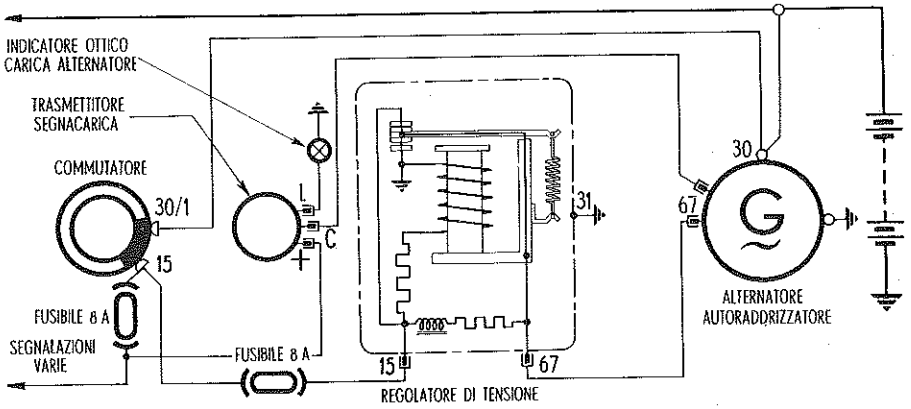



**Fig. 321.**

**Schema dei collegamenti impianto di ricarica con alternatore; in evidenza lo schema del regolatore di tensione.**

L'àncora, dal lato molla a cerniera, ha un'appendice, alla quale è agganciata un'estremità della molla di taratura.

L'altra estremità della molla di taratura è agganciata ad una staffa, fissata al montante del corpo a U, lato risvolto. Deformando detta staffa si varia il carico della molla e quindi si regola la taratura del regolatore di tensione.

Sull'àncora sono fissati due contatti mobili in argento, uno per il primo stadio di regolazione e uno per il secondo.

Il contatto fisso del primo stadio di regolazione e quello del secondo stadio, pure d'argento, sono fissati su due staffe chiodate sul montante del corpo a U, lato opposto al risvolto, e isolate elettricamente fra loro e dal corpo.

Le staffe portacontatto sono sagomate in modo tale da poter regolare la posizione dei contatti fissi mediante la deformazione delle staffe stesse.

All'interno del corpo a U sono sistemati il nucleo, in materiale ferromagnetico, e la bobina magnetizzante, formata da molte spire di filo di rame isolato, avvolte su un rocchetto isolante in resina sintetica.

Vicino al montante del corpo, lato staffe portacontatto, è sistemata una bobina ausiliaria di induttanza, di dimensioni notevolmente più piccole della bobina magnetizzante, formata da poche

delle spine), collegate rispettivamente: la prima al serrafilo 30 dell'alternatore, tramite il commutatore luce e avviamento, e la seconda all'eccitazione dell'alternatore (spina 67).

Ai lati del basamento vi sono due risvolti forati, per il fissaggio del regolatore sull'autoveicolo. Tramite questi risvolti il basamento è collegato alla massa dell'autoveicolo.

Sul basamento è fissato il coperchio, mediante due viti, con l'interposizione di una guarnizione, per impedire l'entrata di polvere ed acqua all'interno del regolatore.

I collegamenti elettrici interni del regolatore sono i seguenti:

Alla spina 15 sono collegati: un'estremità del resistore addizionale, la staffa portacontatto del primo stadio di regolazione ed una estremità della bobina ausiliaria di induttanza.

La seconda estremità del resistore addizionale è collegata ad una delle estremità della bobina magnetizzante, mentre l'altra estremità di quest'ultima è collegata a massa sul basamento.

La seconda estremità della bobina ausiliaria di induttanza è collegata ad una estremità del resistore di regolazione, mentre l'altra estremità di quest'ultimo è collegata alla spina 67 insieme al corpo del regolatore.

La staffa portacontatto del secondo stadio di regolazione è collegata a massa sul basamento.

## FUNZIONAMENTO DEL REGOLATORE

Il serrafilo 30 dell'alternatore è sempre collegato alla batteria (vedere lo schema di fig. 321).

All'atto dell'avviamento del motore dell'autoveicolo, azionando il commutatore luce e avviamento anche la spina 15 viene collegata alla batteria.

Di conseguenza circola corrente sia nel resistore addizionale e nella bobina magnetizzante, che nel portacontatto fisso del primo stadio di regolazione, nei relativi contatti, nell'àncora, nel corpo, nella spina 67 e, tramite il cavo, nell'avvolgimento di eccitazione dell'alternatore.

Con alternatore fermo, la tensione nell'impianto, ed in particolare alla spina 15, è quella della batteria in condizioni di erogazione e non è sufficiente a far circolare nella bobina magnetizzante una corrente tale da produrre l'attrazione magnetica dell'àncora, vincendo la reazione della molla di taratura; l'àncora è quindi in posizione di riposo, i contatti del primo stadio sono chiusi, mentre quelli del secondo stadio sono aperti. Nel resistore di regolazione e nella bobina ausiliaria non circola corrente, poichè sono cortocircuitati dai contatti del primo stadio.

Con alternatore in moto, quindi erogante corrente, la batteria è sotto carica e la sua tensione aumenta: per conseguenza anche la tensione nell'impianto, ed in particolare alla spina 15, aumenta.

Se le condizioni di velocità e di corrente erogata sono tali da richiedere la piena eccitazione dell'alternatore (bassa velocità di rotazione, oppure erogazione della corrente di autolimitazione dell'alternatore), il regolatore di tensione non funziona, cioè resta nelle condizioni di alternatore fermo e i contatti del primo stadio sono chiusi: la tensione nell'impianto e quindi alla spina 15 varia fra la tensione nominale e la tensione di intervento del regolatore.

Se invece le condizioni di velocità e di corrente erogata sono tali da richiedere un'eccitazione ridotta dell'alternatore (alta velocità di rotazione e bassa erogazione di corrente), il regolatore di tensione entra in funzione e regola la corrente di eccitazione in modo da mantenere costante la tensione dell'impianto.

In tali condizioni, con contatti del primo stadio chiusi, la tensione dell'alternatore, e quindi dell'impianto, tende ad elevarsi oltre il valore di taratura del regolatore. La tensione alla spina 15 è sufficiente a far circolare nella bobina magnetizzante una corrente tale da produrre l'attrazione magnetica dell'àncora, vincendo la reazione della molla di taratura. I contatti del primo stadio si aprono e quindi la corrente di eccitazione dell'alternatore passa dalla spina 15 alla spina 67, tramite la bobina ausiliaria e il resistore di regolazione. L'inserimento del resistore di regolazione nel circuito di eccitazione dell'alternatore provoca una brusca diminuzione della corrente di eccitazione e quindi della tensione dell'alternatore e dell'impianto: la diminuzione della tensione alla spina 15 provoca una diminuzione della corrente nella bobina magnetizzante e dell'attrazione magnetica sull'àncora, che torna in posizione di riposo, chiudendo i contatti del primo stadio, sotto la reazione della molla di taratura. La chiusura dei contatti del primo stadio, cortocircuitando la bobina ausiliaria e il resistore di regolazione, provoca a sua volta un aumento della corrente di eccitazione e quindi della tensione dell'alternatore, che tende nuovamente ad elevarsi oltre il valore di taratura del regolatore. A questo punto si ripete il ciclo già descritto.

La frequenza con cui si ripete il ciclo è di 30 ÷ 40 volte al secondo e quindi le variazioni di tensione suddette risultano di ampiezza limitata, rapidissime e non vengono rilevate dai normali strumenti di controllo: la tensione dell'alternatore viene mantenuta al valore di taratura del primo stadio del regolatore. L'àncora vibra fra le posizioni di chiusura e apertura dei contatti del primo stadio.

La coppia di contatti del primo stadio di regolazione regola la corrente di eccitazione a valori intermedi fra il valore massimo (piena eccitazione) ed un valore pari a circa la metà del valore massimo, corrispondente alle condizioni di contatti del primo stadio aperti permanentemente e di contatti del secondo stadio non ancora chiusi, cioè alle condizioni di àncora ferma in posizione intermedia fra i contatti fissi del primo e del secondo stadio (equilibrio fra l'attrazione magnetica sull'àncora e la reazione della molla di taratura).

In tali condizioni, il resistore di regolazione e la bobina ausiliaria sono permanentemente in serie al circuito di eccitazione dell'alternatore: il valore della loro resistenza ohmica determina appunto una corrente di eccitazione pari a circa la metà della corrente di eccitazione massima.

Se le condizioni di velocità e di corrente erogata sono tali da richiedere una corrente di eccitazione inferiore a detto valore, entrano in funzione i contatti del secondo stadio di regolazione.

In tali condizioni, con contatti del primo e del secondo stadio aperti, la tensione dell'alternatore, e quindi dell'impianto, tende ad elevarsi oltre il valore di taratura del primo stadio. Per conseguenza aumentano la tensione alla spina 15, la corrente nella bobina magnetizzante e l'attrazione magnetica sull'àncora, vincendo la reazione della molla di taratura. I contatti del secondo stadio si chiudono e collegano a massa la spina 67: quindi la corrente di eccitazione dell'alternatore si annulla, in quanto dalla spina

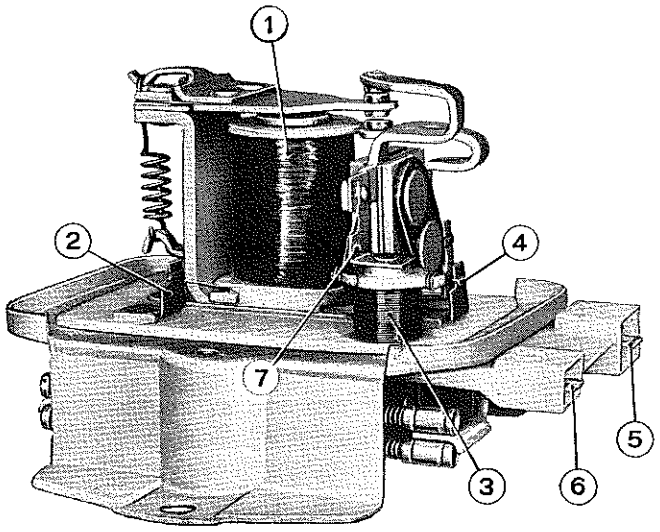



**Fig. 322 - Regolatore di tensione categoria « RC 1 », vista lato bobina ausiliaria.**

1. Bobina magnetizzante. - 2. Staffa di collegamento fra bobina magnetizzante e resistore addizionale. - 3. Bobina ausiliaria di induttanza. - 4. Staffa di collegamento bobina ausiliaria con resistore di regolazione. - 5. Spina lamellare 67. - 6. Spina lamellare 15. - 7. Staffa collegamento spina 15 con staffa portacontatto fisso primo stadio di regolazione e bobina ausiliaria.

15 la corrente va a massa attraverso la bobina ausiliaria e il resistore di regolazione. L'avvolgimento di eccitazione dell'alternatore è cortocircuitato dai contatti del secondo stadio.

L'annullamento della corrente di eccitazione provoca una brusca diminuzione della tensione dell'alternatore e dell'impianto. Per conseguenza diminuiscono la tensione alla spina 15, la corrente

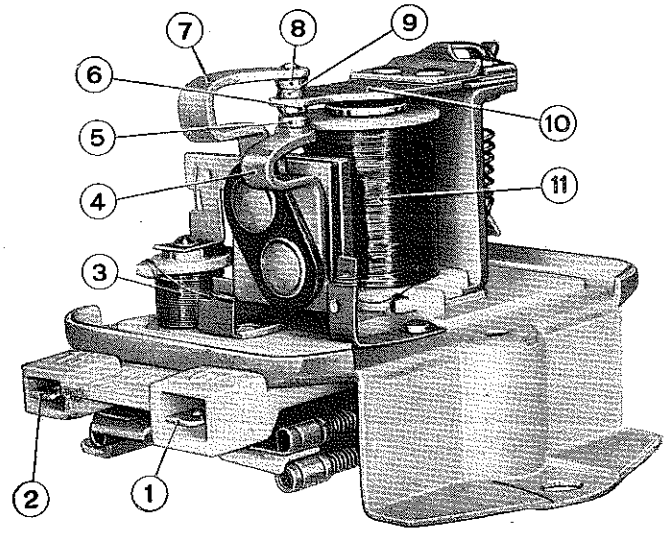



**Fig. 323 - Regolatore di tensione categoria « RC 1 », vista lato morsetti.**

1. Spina lamellare 67. - 2. Spina lamellare 15. - 3. Bobina ausiliaria di induttanza. - 4. Staffa porta contatto fisso secondo stadio di regolazione. - 5. Contatto fisso secondo stadio di regolazione. - 6. Contatto mobile secondo stadio di regolazione. - 7. Staffa portacontatto fisso primo stadio di regolazione. - 8. Contatto fisso primo stadio di regolazione. - 9. Contatto mobile primo stadio di regolazione. - 10. Àncora. - 11. Bobina magnetizzante.

nella bobina magnetizzante e l'attrazione magnetica sull'àncora, che torna nella posizione intermedia fra i contatti fissi del primo e del secondo stadio, aprendo i contatti del secondo stadio. L'apertura dei contatti del secondo stadio toglie il cortocircuito dell'avvolgimento di eccitazione, che è nuovamente percorso da una corrente di valore circa metà del valore massimo della corrente di eccitazione, cioè dalla corrente determinata dal collegamento della bobina ausiliaria e del resistore di regolazione in serie al circuito di eccitazione. La tensione dell'alternatore tende nuovamente ad elevarsi. A questo punto si ripete il ciclo già descritto.

Come per il primo stadio, la frequenza con cui si ripete il ciclo è di 30 ÷ 40 volte al secondo e le rapidissime variazioni di tensione dell'impianto non vengono rilevate dai normali strumenti: la tensione dell'alternatore viene mantenuta al valore di taratura del secondo stadio, che è superiore a quello del primo stadio di qualche decimo di Volt. L'àncora vibra fra le posizioni di apertura e chiusura dei contatti del secondo stadio.

La coppia di contatti del secondo stadio di regolazione regola la corrente di eccitazione a valori intermedi fra un valore pari a circa metà del valore massimo e il valore nullo, corrispondente alla condizione di contatti del secondo stadio chiusi.

Il valore della tensione di taratura dei due stadi di regolazione è stabilito in modo da garantire una rapida ricarica della batteria e nello stesso tempo impedire la sovraccarica della batteria stessa.

Riassumendo: la regolazione della tensione dell'alternatore ad un valore costante, è effettuata dal primo stadio mediante l'inserzione periodica della bobina ausiliaria e del resistore di regolazione nel circuito di eccitazione dell'alternatore, e dal secondo stadio mediante il cortocircuito periodico dell'avvolgimento di eccitazione dell'alternatore.

Come appare evidente da quanto sopra esposto, la funzione del resistore di regolazione è di ridurre il valore della corrente di eccitazione dell'alternatore, quando si aprono i contatti del primo stadio.

La bobina ausiliaria di induttanza coopera, mediante la sua resistenza ohmica, con il resistore di regolazione, ma la sua funzione principale è quella di dosare il valore di extratensione che si manifesta fra i contatti, sia del primo che del secondo stadio, alla loro apertura e che provoca una scintilla più o meno intensa a secondo del suo valore più o meno elevato.

Il valore dell'extratensione ha una importanza notevole sulla durata del regolatore: infatti, con extratensione troppo bassa, durante il funzionamento del regolatore, si manifesta un trasporto

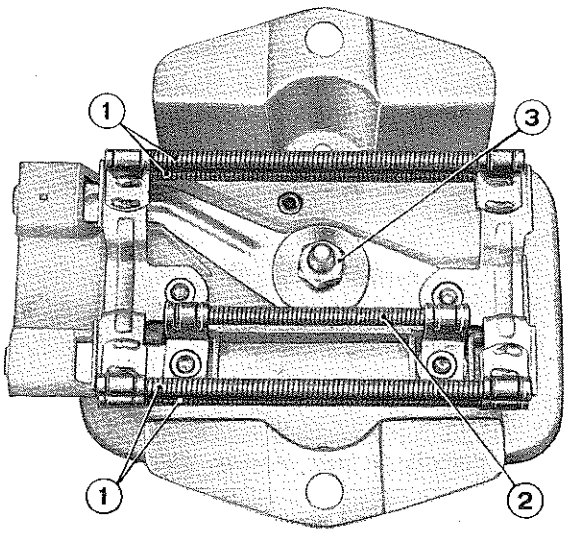



**Fig. 324 - Regolatore di tensione categoria « RC 1 », vista inferiore.**

1. Resistore di regolazione (quattro resistori in parallelo). - 2. Resistore addizionale della bobina magnetizzante. - 3. Dado fissaggio elemento regolante.

di materiale (argento) fra un contatto e l'altro nel senso di passaggio della corrente (formazione di un cratere nel contatto da cui esce la corrente quando i contatti sono chiusi e di una punta sul contatto da cui entra la corrente), mentre con extratensione troppo elevata si manifesta un trasporto di materiale (argento) fra un contatto e l'altro nel senso contrario al passaggio della corrente (formazione di una punta sul contatto da cui esce la corrente quando i contatti sono chiusi e di un cratere nel contatto da cui entra la corrente). L'entità del trasporto di materiale fra i contatti è proporzionale al numero di cicli compiuti dai contatti e quindi aumenta continuamente durante il funzionamento del regolatore: se l'entità del trasporto di materiale è notevole, la durata dei contatti, e quindi del regolatore, è evidentemente breve.

Proporzionando invece opportunamente sia il valore di resistenza ohmica del resistore di regolazione che il valore dell'induttanza della bobina ausiliaria (cioè il numero di spire del suo avvolgimento), si ottiene il valore ottimo di extratensione fra i contatti sia del primo che del secondo stadio, valore corrispondente ad un trasporto nullo di materiale fra i contatti, o pressochè nullo, in qualsiasi condizione di funzionamento del regolatore (velocità bassa o alta dell'alternatore, erogazione bassa o alta di corrente).

In tali condizioni la durata dei contatti, e quindi del regolatore, risulta elevata.

**NOTA** - La spiegazione dei fenomeni che si manifestano all'apertura dei contatti e che producono il trasporto di materiale fra i contatti in un senso o nell'altro, è molto complessa ed è oggetto di studi specializzati.

Nelle presenti istruzioni ci si è limitati a riportare quanto è sufficiente per illustrare il funzionamento del regolatore di tensione.

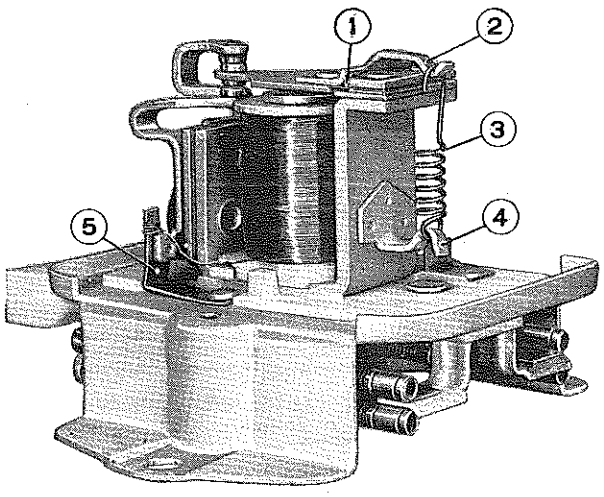



**Fig. 325 - Regolatore di tensione categoria « RC 1 », vista lato molla di taratura.**

1. Molla a cerniera (lamina in bimetallo). - 2. Piastrina superiore con appendice per aggancio molla di taratura. - 3. Molla di taratura. - 4. Piastrina inferiore di taratura con appendice per aggancio molla. - 5. Staffa collegamento a massa portacontatto fisso secondo stadio di regolazione e bobina magnetizzante.

Come specificato nella descrizione del regolatore, la molla a cerniera dell'àncora è una lamina in bimetallo. Tale lamina, che ha la proprietà di produrre una forza al variare della temperatura, serve per la compensazione termica della tensione di taratura, cioè mantiene costante la tensione di taratura al variare della temperatura della bobina magnetizzante.

Difatti, col variare della temperatura, la resistenza ohmica della bobina magnetizzante varia, di conseguenza, a parità di tensione applicata alla spina 15, varia la corrente che la percorre e quindi varia l'attrazione magnetica dell'àncora, che è proporzionale a detta corrente. Precisamente, al crescere della temperatura aumenta la resistenza ohmica e diminuiscono la corrente e l'attrazione magnetica dell'àncora; al diminuire della temperatura avviene il fenomeno inverso.

Per ristabilire l'equilibrio fra l'attrazione magnetica sull'àncora e la reazione della molla di taratura e quindi mantenere costante la tensione di apertura e chiusura dei contatti, la lamina bimetallica, al variare della temperatura, produce una forza, la quale ha l'effetto di diminuire od aumentare la reazione della molla di taratura di tanto quanto si riduce od aumenta l'attrazione magnetica.

Data la posizione della lamina bimetallica, la sua temperatura è pressochè identica a quella della bobina magnetizzante, quindi la sua azione segue con buona approssimazione la variazione di attrazione magnetica dell'àncora con la temperatura della bobina magnetizzante.

# TRASMETTITORE DI SEGNACARICA

Il trasmettitore di segnacarica, per impianti di ricarica a 12 V e 24 V con alternatore, serve a segnalare, mediante l'accensione dell'indicatore ottico (a luce rossa), la disfunzione degli impianti di ricarica con alternatore.

Il trasmettitore segnacarica, a differenza di altri sistemi impiegati sui generatori a corrente alternata, fra l'altro più complessi e costosi, è in grado di intervenire non solo nel caso di disfunzione totale dell'impianto di ricarica, cioè nel caso che l'alternatore cessi di erogare, ma anche nel caso di molte avarie o disfunzioni parziali dell'alternatore o del regolatore.

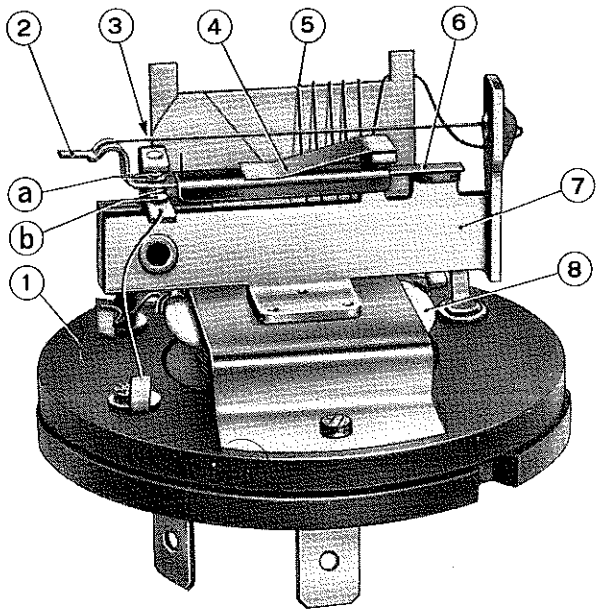



**Fig. 326 - Trasmettitore segnacarica a 12 V e 24 V senza coperchio.**

1. Base isolante. - 2. Àncora. - 3. Filo termico. - 4. Molla a lamina. 5. Resistenza avvolta sul supporto di mica. - 6. Lamina in acciaio per supporto àncora. - 7. Piastra. - 8. Bobina di reattanza.

a = Prima coppia di contatti. - b = Seconda coppia di contatti.

Il trasmettitore segnacarica è rappresentato nelle figg. 326, 327 e 328.

Si tratta di un interruttore a filo termico ed è composto dalle seguenti parti:

1) Base isolante (1, fig. 326), sulla quale sono fissati tutti i principali organi del trasmettitore segnacarica.

2) Bobina di reattanza (8, fig. 326), formata da una bobina in filo di rame e da un mantello in lamiera di ferro che chiude il circuito magnetico con un nucleo centrale cilindrico.

Le estremità della bobina sono collegate: una alla spina lamellare 11 (fig. 328), l'altra ad una estremità della resistenza 9 (fig. 327).

Il mantello in lamiera è fissato alla base isolante con due ribattini e serve anche come organo di conduzione della corrente dalla spina lamellare positiva + all'àncora 2 (figg. 326 e 327).

3) Piastra (7, fig. 326), che serve come supporto dell'àncora mobile, dei contatti fissi, del filo termico e della molla a lamina.

Detta piastra è saldata al mantello in lamiera della bobina di reattanza.

Dal lato opposto a quello di sostegno dei contatti fissi presenta una aletta per la regolazione della tensione del filo termico in sede di taratura.

4) Àncora mobile (2, figg. 326 e 327), la quale è sostenuta da una lamina di acciaio (6, fig. 326) che è saldata alla piastra 7 (fig. 326).

Su di essa sono fissati, in posizione contrapposta, i due contatti mobili.

5) Contatti fissi supportati da due linguette, chiodate alla piastra 7 (fig. 326), con interposizione di particolari isolanti.

Su una delle linguette è saldato un filo, che le collega elettricamente alla spina lamellare L (12, fig. 328).

6) Molla a lamina (4, fig. 326), saldata su una linguetta, che è chiodata sotto lo stesso ribattino di fissaggio dei contatti fissi alla piastra 7 (figura 326).

Detta molla spinge l'àncora contro il contatto fisso, situato verso la base isolante.

La sua pressione può essere regolata, in fase di taratura, deformando la linguetta alla quale è saldata.

7) Filo termico (3, figg. 326 e 327), collegato in serie alla resistenza 5 (fig. 326) e alla bobina di reattanza 8 (fig. 326), tra la spina lamellare C (11, fig. 328) e quella positiva + (13, fig. 328), in derivazione sull'àncora 2 (fig. 326).

Ad un capo il filo termico è saldato all'estremità dell'àncora, all'altro è fissato all'aletta ricavata dalla piastra 7 (fig. 326) mediante l'interposizione di un isolatore di vetro sferoidale, fuso sul filo stesso.

Il filo termico esercita sull'àncora una trazione, che è in contrasto con la pressione della molla a lamina 4 (fig. 326).

In condizioni di riposo l'àncora del trasmettitore rimane sempre attratta dal filo termico verso il contatto situato in posizione opposta alla base isolante, vincendo il contrasto della molla a lamina.

8) Resistenza (5, fig. 326), formata dalla continuazione dello stesso filo termico.

9) N° 3 spine lamellari, fissate sulla parte esterna della base isolante e contraddistinte dalle seguenti lettere:

C, da collegare al centrostella dell'alternatore;

+, da collegare al commutatore;

L, da collegare all'indicatore ottico.

10) Coperchio (10, fig. 327), in lamiera stampata, chiuso sul trasmettitore con graffette che si piegano dietro ad apposite sedi sulla base isolante. Sul coperchio è fissata la staffa (14, figura 328) che serve per il fissaggio del trasmettitore all'autoveicolo.

## FUNZIONAMENTO DEL TRASMETTITORE

Lo schema elettrico di collegamento del trasmettitore segnacarica è rappresentato nella figura 329.

Il funzionamento del trasmettitore segnacarica è basato sulle seguenti particolarità del generatore trifase a raddrizzamento totale, con avvolgimento indotto collegato a stella:

1) Quando il generatore è fermo, o non è eccitato, il suo avvolgimento indotto ha un potenziale indefinito, in quanto è isolato sia dalla massa che dalla batteria, a causa della irreversibilità dei diodi raddrizzatori.

2) Quando l'avvolgimento indotto è sede di f. e. m., cioè l'alternatore è eccitato ed è in movimento, il centrostella ha una tensione verso il morsetto positivo, o verso la massa, praticamente uguale alla metà della tensione di linea.

3) Qualora si verifichino guasti nell'alternatore o nel regolatore di tensione, le tensioni tra centrostella e morsetto positivo, o tra centrostella e massa, non stanno più nel sopra specificato rapporto rispetto alla tensione di linea, ma diventano inferiori, o superiori, alla metà del valore di quest'ultima tensione.

Collegando quindi tra il centrostella e il morsetto positivo un relé termico a due coppie di contatti e collegando tra il morsetto positivo e la massa un indicatore ottico attraverso detti contatti, si può determinare l'accensione o lo spegnimento dell'indicatore ottico stesso in funzione del valore della tensione esistente tra centrostella e morsetto positivo.

Il trasmettitore segnacarica descritto è appunto un relé termico a due coppie di contatti, tarato nel modo seguente:

a) Il circuito di segnalazione tra le spine lamellari + e L rimane chiuso attraverso la prima coppia di contatti (coppia di contatti a, figg. 326 e 329), quando il generatore è a riposo, o quando la tensione applicata tra le spine + e C (ai capi del filo termico, della resistenza e della bobina di reattanza) è inferiore alla metà di quella nominale dell'impianto di ricarica.

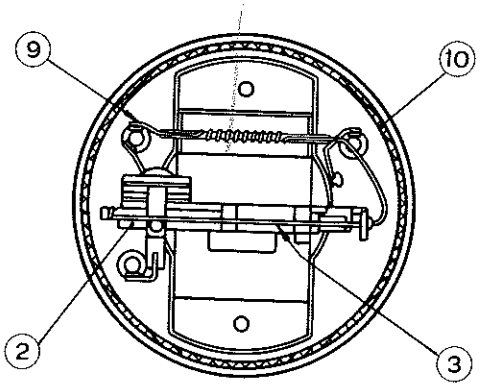



**Fig. 327 - Sezione e vista in pianta del trasmettitore segnacarica a 12 V e a 24 V.**

2. Àncora. - 3. Filo termico. - 9. Estremità della resistenza. - 10. Coperchio.

b) Il circuito di segnalazione tra le spine + e L (àncora al centro dei due contatti fissi) s'interrompe quando la tensione applicata tra le spine + e C è uguale alla metà di quella di linea.

c) Il circuito di segnalazione tra le spine + e L si chiude attraverso la seconda coppia di contatti (coppia di contatti b, figg. 326 e 329), quando la tensione applicata tra le spine + e C è superiore alla metà di quella di linea.

Lo spostamento dell'àncora da una posizione all'altra è regolato dalla dilatazione del filo termico, dilatazione che è proporzionale alla corrente attraversante il filo e quindi alla tensione applicata tra le spine lamellari + e C.

La resistenza, che è posta in serie al filo termico, serve per proporzionare la corrente attraversante il filo termico alle dimensioni e caratteristiche funzionali di quest'ultimo.

La bobina di reattanza, che è posta in serie alla resistenza, serve invece per livellare i picchi di corrente pulsante, che attraverserebbero il filo termico quando si verificassero corto circuiti o interruzioni, nei diodi raddrizzatori o nelle fasi dell'alternatore, perchè detti picchi altererebbero la segnalazione del trasmettitore.

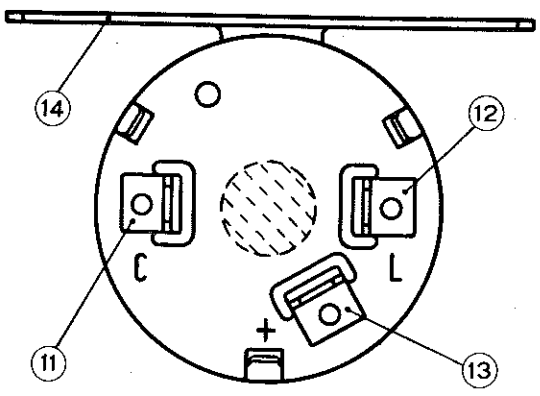



**Fig. 328 - Vista parte inferiore trasmettitore segnacarica a 12 V e 24 V.**

11, Spina lamellare C. - 12. Spina lamellare L. - 13. Spina lamellare. 14. Staffetta per fissaggio trasmettitore segnacarica.

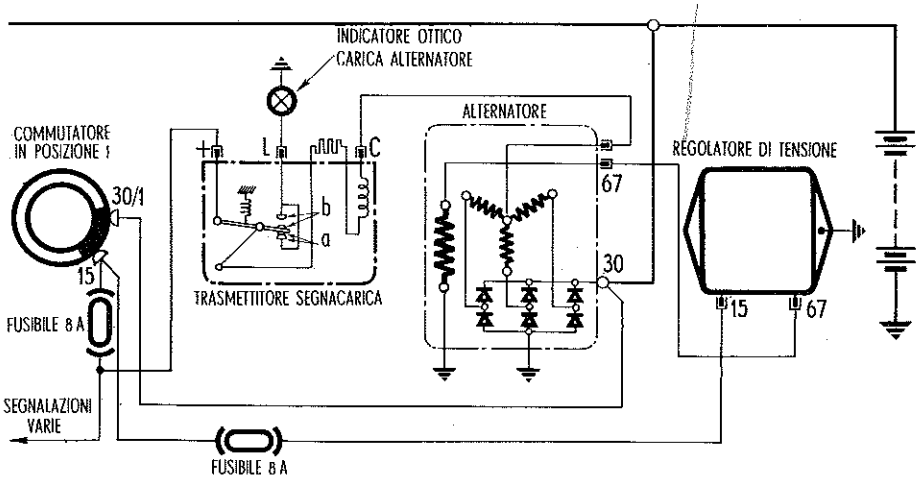



**Fig. 329.**
**Schema dei collegamenti impianto di ricarica con alternatore; in evidenza lo schema del trasmettitore segnacarica e dell'alternatore.**

a = Prima coppia di contatti. -
b = Seconda coppia di contatti.

La segnalazione risultante è la seguente:

1) **Commutatore in posizione 0, oppure in posizione di « stazionamento notturno ».**

Con il commutatore in questa posizione non c'è tensione alla spina lamellare 12 (fig. 328) del commutatore stesso e di conseguenza alla spina lamellare + del trasmettitore segnacarica.

Il centrostella dell'alternatore è isolato, causa l'irreversibilità dei diodi raddrizzatori, per cui ai capi del filo termico, della resistenza e della bobina di reattanza, tra le spine lamellari + e C, non c'è tensione.

Il filo termico non è quindi percorso da corrente e l'àncora rimane in posizione di riposo.

L'indicatore ottico rimane spento, pur essendo chiusa la coppia di contatti a (fig. 326), poichè manca tensione alla spina lamellare +.

2) **Commutatore in posizione 1 con motore fermo.**

Con il commutatore in questa posizione, la tensione della batteria viene portata dalla spina 30/1 (fig. 329) alla spina 15 del commutatore e di conseguenza alla spina lamellare + del trasmettitore segnacarica.

Il centrostella dell'alternatore è però sempre isolato, causa l'irreversibilità dei diodi raddrizzatori, per cui il filo termico, la resistenza e la bobina di reattanza del trasmettitore non sono percorsi da corrente.

L'àncora del trasmettitore rimane in posizione di riposo.

L'indicatore ottico si accende per il passaggio della corrente dal + del trasmettitore a massa, attraverso la coppia di contatti a (fig. 326).

Con il commutatore in posizione 1, l'indicatore ottico sarà acceso anche nel caso in cui il centrostella sia sotto tensione (diodo raddrizzatore positivo in cortocircuito), perché la tensione applicata tra le spine + e C sarà pressochè nulla.

Sarà inoltre acceso anche nel caso in cui il centrostella sia a massa (diodo raddrizzatore negativo in cortocircuito), perchè la tensione applicata tra le spine + e C sarà notevolmente superiore alla metà di quella nominale dell'impianto di ricarica e il circuito di segnalazione tra + e L sarà chiuso attraverso la coppia di contatti b (fig. 326).

3) **Commutatore in posizione 1 con motore in funzione.**

Quando l'alternatore comincia ad erogare, come si è già detto, il centrostella ha, rispetto al serrafilo positivo, una tensione pressochè uguale alla metà di quella di linea.

Questa tensione si trova applicata ai morsetti + e C del trasmettitore segnacarica.

Il filo termico viene attraversato da una corrente opportunamente proporzionata in base al valore della resistenza e alle dimensioni del filo stesso, la quale lo riscalda e lo fa allungare di quel tanto che è necessario per permettere all'àncora di staccarsi dal contatto inferiore a (fig. 326), interrompendo il circuito di alimentazione dell'indicatore ottico.

Questo rimane così spento, fino a quando l'alternatore eroga corrente in condizioni normali di funzionamento e si riaccende non appena la tensione dell'alternatore scende al disotto di quella della batteria ed i raddrizzatori positivi non conducono più, rendendo il centrostella isolato.

Verificandosi un guasto nell'impianto di ricarica, la tensione tra centrostella e serrafilo positivo varia rispetto a quella normale.

Viene così a variare la tensione applicata fra le spine + e C del trasmettitore e in conseguenza la corrente che attraversa il filo termico.

Più precisamente, se la corrente sarà inferiore, diminuirà la dilatazione del filo termico e l'àncora chiuderà il circuito dell'indicatore ottico attraverso la coppia di contatti a (fig. 326).

Se la corrente sarà superiore, aumenterà la dilatazione del filo termico e l'àncora chiuderà il circuito dell'indicatore ottico attraverso la coppia di contatti b (fig. 326).

In entrambi i casi sarà così segnalata l'esistenza del guasto.

# MOTORE DI AVVIAMENTO

I motori a combustione interna, onde potersi avviare, debbono essere portati ad un numero di giri sufficiente al raggiungimento delle condizioni di alimentazione ed accensione necessari per il regolare svolgimento del ciclo motore.

A questo provvede un apposito **motore elettrico,** il quale è munito di un dispositivo meccanico che consente il collegamento del motore di avviamento stesso con il volano dell'albero motore, all'atto dell'avviamento, e successivamemte sopprime tale collegamento appena il motore si sia messo in moto.

Per i motori a carburazione è necessario raggiungere nell'avviamento una velocità di rotazione tale per cui la carburazione risulta regolare; si ottiene generalmente, con gli attuali tipi di carburatore muniti di speciali dispositivi di avviamento, una carburazione regolare ad un regime minimo di giri al minuto di 80÷130.

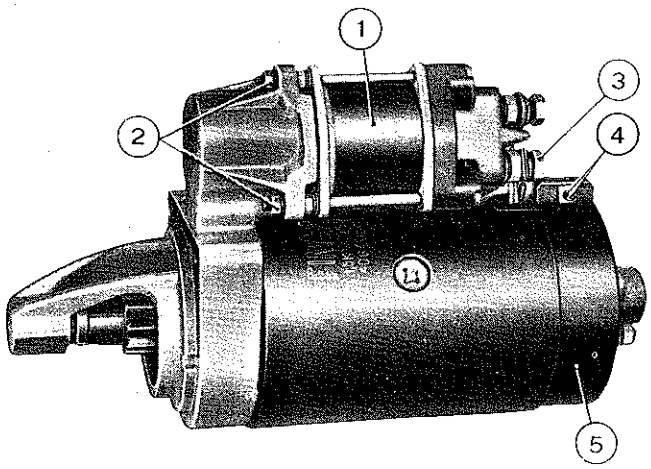



**Fig. 330 - Complessivo motore di avviamento completo di elettromagnete.**

1. Elettromagnete. - 2. Dadi di fissaggio dell'elettromagnete. - 3. Dado di fissaggio del capocorda avvolgimento induttore del motore. - 4. Vite e dado fissaggio fascia di protezione. - 5. Fascia di protezione.

Per i motori ad iniezione di gasolio occorre invece raggiungere, durante l'avviamento, una velocità di rotazione tale per cui la temperatura dell'aria compressa, al termine della fase di compressione, risulti leggermente superiore a quella di accensione della nafta. Se le fasi di compressione si susseguono infatti ad intervalli di tempo troppo lungo, si smaltisce tra l'una compressione e l'altra buona parte del calore generatosi nella compressione stessa, attraverso le pareti fredde della camera di scoppio. Inoltre, se la velocità di rotazione è troppo bassa, la polverizzazione risulta incompleta perchè la pressione della nafta iniettata dalla pompa sale troppo lentamente.

Per i motori a gasolio ad iniezione diretta la velocità minima di avviamento è di circa 200 giri/minuto.

Le resistenze che il motore di avviamento deve vincere durante la messa in moto del motore, sono quelle relative alla compressione della miscela o dell'aria nei cilindri, all'azionamento degli organi della distribuzione, della pompa olio, dell'accensione, ecc. e quelle di attrito tra stantuffi e canne, fra perni e cuscinetti, ecc. Le resistenze di attrito sono considerevoli allo spunto ed in modo particolare nella stagione fredda a causa della maggior vischiosità dell'olio.

Per quanto finora detto si comprende che la potenza del motore di avviamento dipende essenzialmente dalla cilindrata e dal rapporto di compressione del motore che si vuole avviare, dalla temperatura ecc., e non dalla potenza che detto motore può erogare.

Come ordine di grandezza per le automobili la potenza necessaria per l'avviamento varia in media da 0,5 a 1,5 Cv, mentre per gli autocarri con motore ad iniezione varia da 5 a 7 Cv.

## FUNZIONAMENTO

Allo scopo di avere limitate dimensioni di ingombro, i motori elettrici di avviamento sono costruiti per funzionare ad un numero di giri abbastanza elevato (2.000÷3.000 giri/min.) e cioè ad un regime molto superiore a quello necessario per l'avviamento di un motore a combustione interna.

Per questo fatto si rende necessario inserire, tra il motore di avviamento ed il motore termico, una apposita riduzione ad ingranaggi, costituita in genere da un **pignone** calettato sull'asse del motore di avviamento e da una **corona** calettata sul volano motore.

I rapporti di trasmissione normali variano tra 1/8 ed 1/15.

L'ingranamento fra gli ingranaggi della riduzione deve però essere provvisorio e limitato al periodo di tempo strettamente necessario per eseguire la messa in moto poichè, qualora l'ingranamento tra motore di avviamento e motore termico sussistesse anche dopo che questo si è avviato, accadrebbe che il volano motore trascinerebbe l'albero del motore elettrico ad una velocità di rotazione eccessiva. L'indotto del

motore di avviamento non potrebbe pertanto in alcun modo resistere alle sollecitazioni meccaniche provocate dalla forza centrifuga che si verificherebbero in simili condizioni.

In un motore marciante al regime di 4.000 giri/min, accadrebbe infatti che l'indotto del motore di avviamento ruoterebbe, con rapporto di trasmissione di 1/8, a ben 32.000 giri/min.

Allo scopo di evitare che il motore elettrico di avviamento venga trascinato dal motore quando quest'ultimo si è avviato, sono stati studiati e realizzati appositi dispositivi di innesto, i quali permettono l'ingranamento solo durante il periodo necessario per l'avviamento.

Nell'attuale costruzione automobilistica vengono impiegati dispositivi di innesto di tre tipi fondamentali:

1) **Dispositivo di innesto a comando meccanico.**

2) **Dispositivo di innesto ad inerzia** (tipo Bendix).

3) **Dispositivo di innesto con comando elettromagnetico.**

## DISPOSITIVO DI INNESTO A COMANDO MECCANICO

L'imbocco del pignone del motore elettrico di avviamento nella corona del volano motore, è azionato per mezzo di un sistema di leve comandate dal piede o dalla mano del guidatore. Tali leve, per spostare il pignone debbono vincere la resistenza di una molla antagonista, la quale tende a riportare il pignone nella posizione di folle non appena il guidatore rilascia il comando.

Il dispositivo di innesto è inoltre munito di ruota libera, la quale evita il trascinamento dell'indotto del motore di avviamento da parte del motore termico qualora il pignone resti ancora ingranato con la corona ad avviamento compiuto.

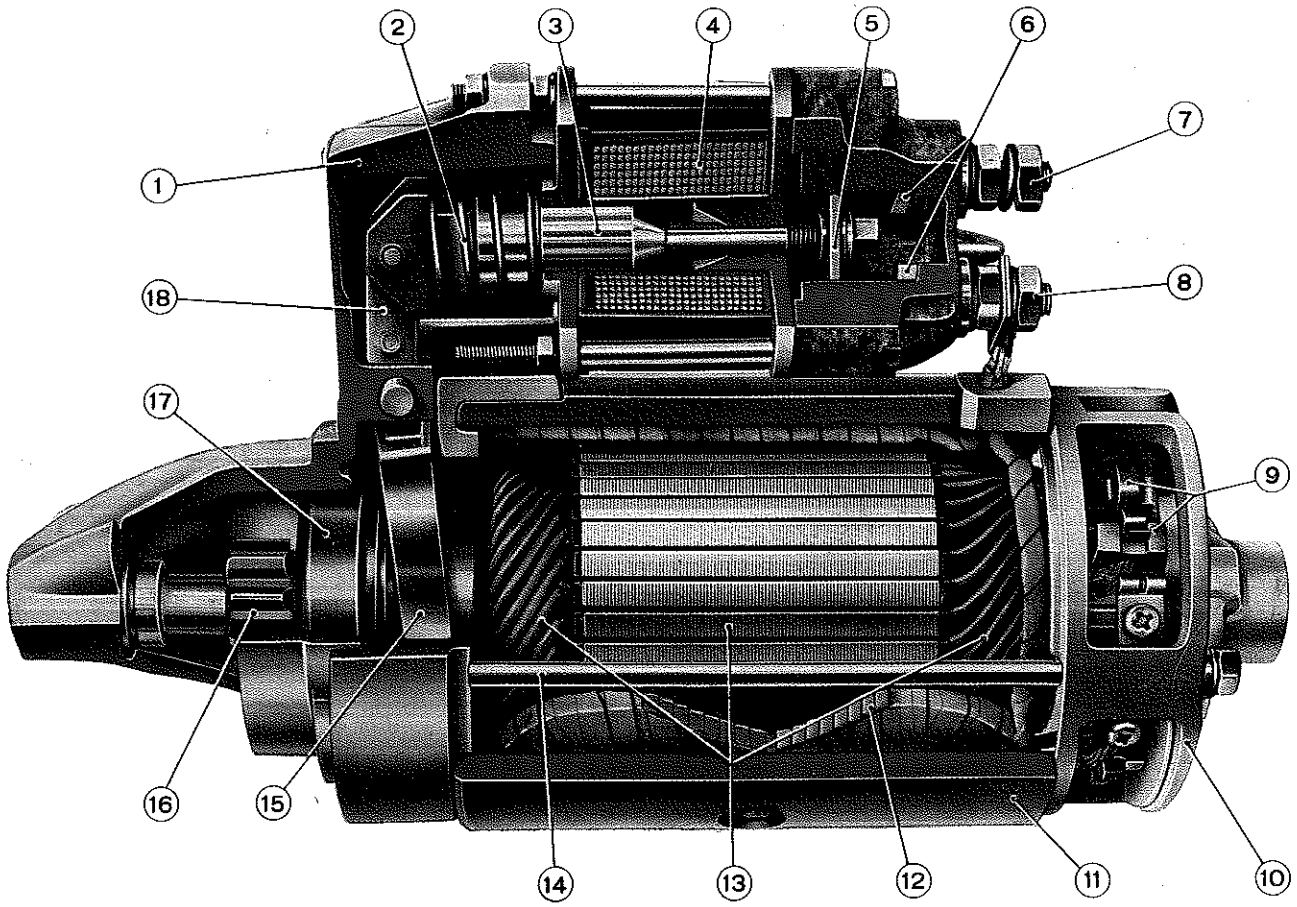



**Fig. 331 - Motore elettrico di avviamento con comando ad elettromagnete, montato sulle vetture mod. 1300 - 1500.**

1. Corpo del supporto elettromagnete e motorino lato pignone. - 2. Molla di richiamo del nucleo elettromagnete. - 3. Nucleo elettromagnete. - 4. Avvolgimento dell'elettromagnete. - 5. Contatto mobile. - 6. Contatti fissi. - 7. Morsetto per cavo portacorrente. - 8. Morsetto per cavo di collegamento elettromagnete al motore. - 9. Molla premispazzola e spazzola portacorrente. - 10. Supporto lato collettore. - 11. Carcassa. - 12. Avvolgimento induttore. - 13. Indotto con avvolgimento. - 14. Tiranti di collegamento dei supporti alla grancassa. - 15. Leva di comando spostamento del pignone. - 16-17. Cuscinetto a sfere lato pignone. - 18. Leva comando spostamento pignone.

## MOTORE DI AVVIAMENTO CON DISPOSITIVO DI INNESTO A COMANDO MECCANICO

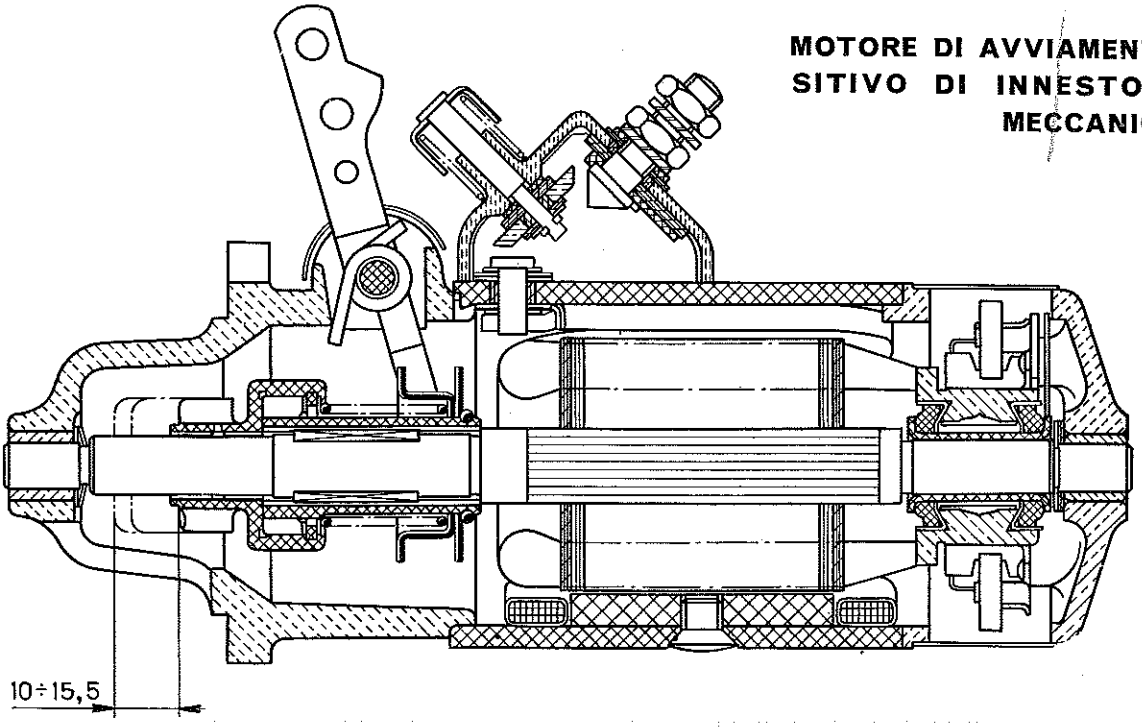



**Fig. 332 - Sezione longitudinale del motore di avviamento con dispositivo di innesto a comando meccanico montato sulle vetture modd. 600 - 600 D.**

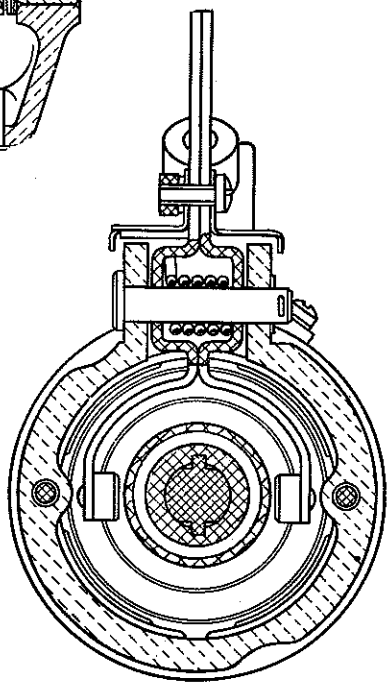


**Fig. 333 - Sezione trasversale del motore di avviamento montato sulle vetture modd. 600 - 600 D sul comando dell'innesto a mano.**

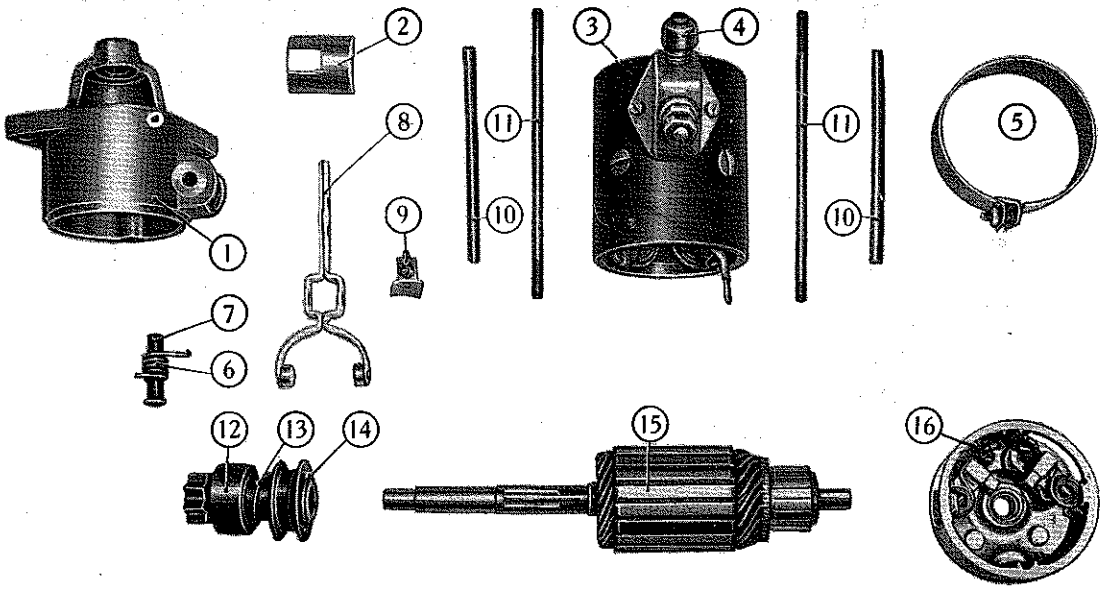



**Fig. 334 - Parti sciolte del motore di avviamento montato sulle vetture modd. 600 - 600 D.**

1. Supporto lato pignone. - 2. Cappuccio per supporto. - 3. Carcassa con avvolgimento induttore. - 4. Interruttore. - 5. Fascia per supporto lato collettore. - 6 e 7. Molla e perno per la leva 8. - 8. Leva per innesto. - 9. Semicappuccio per supporto. - 10 e 11. Guaina e tirante per fissaggio supporti. - 12. Pignone. - 13. Molla per innesto. - 14. Mozzo per ruota libera e manicotto per innesto. - 15. Indotto completo. - 16. Supporto lato collettore.

## DISPOSITIVO DI INNESTO AD INERZIA

Nel dispositivo d'innesto ad inerzia del tipo FIAT che era montato su vecchi modelli, il pignone fa corpo con una vite a passo rapido ed è con questa montato a folle sull'albero dell'indotto (fig. 355).

All'avviamento la vite, e con essa il pignone, per effetto della propria inerzia, si sfila da una madrevite in bronzo, scorrevole in un tamburo solidale con l'indotto, e si porta ad ingranare con la corona dentata del volano motore.

Ad ammortizzare l'urto d'imbocco provvede un sistema elastico, costituito da una serie di rondelle Belleville le quali si comprimono fino

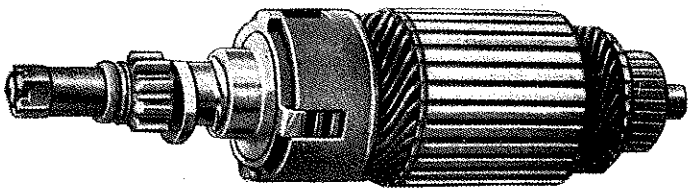


**Fig. 335 - Indotto di un motore di avviamento con innesto ad inerzia.**

ad ottenere l'equilibrio fra lo sforzo di trascinamento e la reazione assiale esercitata sulle rondelle medesime.

Il disinnesto del pignone dalla corona del volano è automatico ed avviene quando il motore si è avviato; in tali condizioni il pignone viene infatti trascinato in rotazione dalla corona ad una velocità superiore a quella dell'alberino dell'indotto, e pertanto si disinnesta riavvitandosi sulla madrevite in senso contrario.

Il dispositivo di innesto ad inerzia è scarsamente adottato, in quanto comporta un notevole aumento dell'ingombro assiale del motore di avviamento e un notevole aumento del peso dovuto alle masse dell'innesto.

## DISPOSITIVO DI INNESTO CON COMANDO ELETTROMAGNETICO

È questo il dispositivo attualmente più impiegato per l'avviamento dei motori sugli autoveicoli.

I dispositivi di innesto con comando elettromagnetico si distinguono a secondo che venga spostato il complessivo indotto-pignone oppure il solo pignone.

Nel sistema adottato dalla FIAT, con spostamento del solo pignone, un elettromagnete sistemato sulla carcassa del motorino (figg. 330 e 331) comanda, mediante una leva, lo spostamento del pignone, il quale è munito di ruota libera, e l'interruttore per l'alimentazione del motore di avviamento.

L'elettromagnete ha quindi il compito di mettere in moto il motore di avviamento ed innestare il pignone nella corona.

Agendo sull'interruttore per comando del motore di avviamento, si manda corrente nell'avvolgimento dell'elettromagnete, il quale entra pertanto in azione ed attira il rispettivo nucleo che, essendo collegato alla leva di comando innesto avviamento, provoca lo spostamento della leva di comando innesto pignone. Quando il pignone è innestato nella corona il contatto mobile dell'interruttore incorporato all'elettromagnete, andando a contatto con quelli fissi, permette l'invio della corrente proveniente dalla batteria all'avvolgimento induttore del motore di avviamento, il quale si pone così in rotazione.

Per facilitare l'imbocco, la parte frontale dei denti del pignone e della corona è smussata; allo scopo di rendere possibile l'imbocco quando i denti si impuntano frontalmente, inoltre è interposto fra pignone e manicotto scanalato scorrente sull'albero dell'indotto, un accoppiamento a vite elicoidale e madrevite a passo rapido, in modo che il pignone ruota spostandosi. Fra ruota libera e manicotto su cui agisce la forcella di comando, è interposta una molla che serve a inserire il pignone nella corona quando i denti puntano fra di loro.

Alla chiusura del circuito del motore avviamento, questo si pone in rotazione.

La corsa residua del pignone ed il suo accoppiamento completo con la corona avvengono non appena l'indotto si mette in rotazione, per effetto dell'accoppiamento scanalato elicoidale fra mozzo ed albero indotto.

A fine corsa il pignone si arresta contro il relativo spallamento fissato sull'albero indotto ed allora ha luogo il trascinamento del volano.

Ai primi giri del motore termico, la chiave del commutatore deve essere abbandonata.

Il nucleo dell'elettromagnete, non più eccitato, ritorna nella posizione di riposo, richiamato dalla apposita molla.

Nello stesso tempo la leva a forcella riporta l'innesto nella posizione iniziale, mediante lo scorrimento sull'accoppiamento elicoidale, disinnestando il pignone dalla corona.

Se la chiave del commutatore non viene subito abbandonata ad avviamento avvenuto, dato il forte rapporto di trasmissione esistente fra la corona del volano ed il pignone del motore, l'indotto verrebbe trascinato ad una velocità elevatissima, con il pericolo della centrifugazione.

Ad evitare il trascinamento dell'indotto provvede la ruota libera. Essa consente infatti al pignone di essere trascinato momentaneamente dalla corona a velocità elevate, mentre l'indotto non supera di molto la velocità normale « a vuoto ».

È buona norma, comunque, evitare di accelerare il motore termico durante o alla fine dell'avviamento, quando il pignone è ancora ingranato

con la corona, onde evitare un eccessivo affaticamento della ruota libera e conseguentemente un suo rapido deterioramento.

La leva a forcella che comanda l'avanzamento dell'innesto mediante il nucleo dell'elettromagnete, è munita di un vano di adeguate dimen-

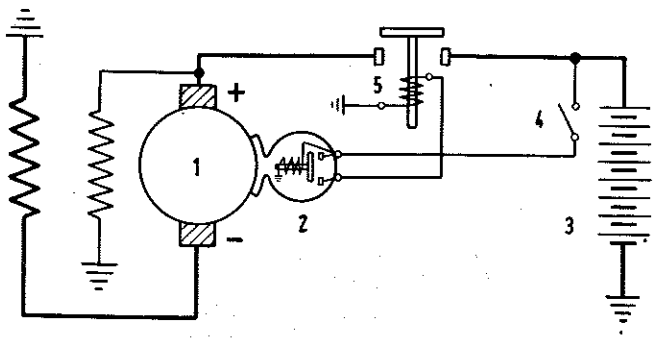



**Fig. 336 - Schema di funzionamento di un motore d'avviamento con innesto ad elettromagnete ed interruttore elettromagnetico.**

1. Motore di avviamento. - 2. Elettromagnete. - 3. Batteria. - 4. Interruttore di comando. - 5. Interruttore elettromagnetico d'avviamento (teleruttore).

sioni praticato sulla estremità superiore della leva stessa, onde rendere non rigido il collegamento leva-nucleo elettromagnete.

Questa particolarità costruttiva è stata attuata per eliminare eventuali inconvenienti al motore d'avviamento, a seguito di errata manovra da parte del guidatore.

Infatti, senza questo accorgimento, effettuando erroneamente l'avviamento con vettura avente marcia innestata, frizione innestata, freno a mano bloccato, il pignone entra in accoppiamento con la corona bloccata, e la coppia sviluppata dall'indotto crea un elevato attrito fra i denti del pignone e i denti della corona, senza tuttavia che l'indotto possa ruotare.

Quando si abbandona la chiave del commutatore avviamento, viene disinserito automaticamente l'avvolgimento di eccitazione dell'elettromagnete.

## INTERRUTTORI D'AVVIAMENTO

Gli interruttori di avviamento possono essere di due tipi:

— interruttori comandati direttamente a mano (figg. 333 e 334) o a pedale;

— interruttori elettromagnetici con comando a distanza (fig. 337).

Il tipo con comando manuale è impiegato per piccole potenze, mentre per potenze elevate si impiegano gli interruttori elettromagnetici che permettono una rapida chiusura ed apertura del circuito, al fine di evitare che le correnti molto intense provochino i deterioramenti dei contatti.

In fig. 336 è riportato lo schema di funzionamento di un motore d'avviamento con innesto ad elettromagnete ed interruttore elettromagnetico.

Come si può rilevare da tale schema, l'interruttore elettromagnetico ha il compito di chiu-

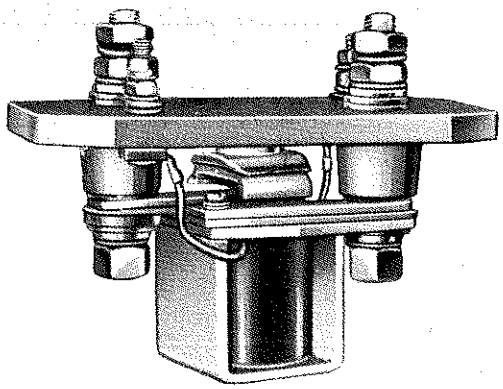


**Fig. 337 - Interruttore elettromagnetico di avviamento (teleruttore).**

dere il circuito elettrico batteria-motorino di avviamento.

L'elettrocalamita dell'interruttore viene comandata da una debole corrente prelevata dalla batteria, in seguito all'azionamento da parte del guidatore di un interruttore disposto sul cruscotto del veicolo.

# ILLUMINAZIONE DEL VEICOLO

Per la circolazione notturna è indispensabile che ogni autoveicolo sia munito di un impianto di illuminazione, il quale deve consentire al guidatore una buona visibilità della strada, nonchè la visibilità degli apparecchi di controllo, e permettere nel contempo che gli altri conduttori di veicoli percepiscano la posizione e le segnalazioni di manovra del veicolo.

Gli apparecchi di illuminazione si possono pertanto classificare in:

1) **Proiettori per l'illuminazione della strada.**

2) **Luci di posizione** (bianche anteriormente e rosse posteriormente) e **luce per illuminazione targa.**

Per i carri ed autobus inoltre **luci di ingombro,** bianche anteriori e rosse posteriori.

3) **Illuminazione interna del veicolo e degli apparecchi indicatori sul cruscotto.**

4) **Segnalazione di frenata.**

## PROIETTORI

I proiettori debbono illuminare la strada di fronte al veicolo con una intensità e profondità tali che un occhio normale possa riconoscere la presenza di un ostacolo ad una distanza sufficiente per l'azionamento dei freni e per l'arresto del veicolo. Ammesso perciò efficiente il sistema frenante, la potenza della lampada dei proiettori è in relazione con la velocità del veicolo.

I proiettori debbono inoltre fornire una sufficiente illuminazione dei bordi della strada, in modo che il guidatore possa rilevarli con tutta sicurezza e possa leggere le segnalazioni stradali.

Ai proiettori si richiede infine di poter deviare a terra, a seguito di apposita manovra, il fascio luminoso, per non abbagliare i conducenti dei veicoli che procedono in senso contrario.

La portata dei proiettori, indicata in metri di strada che è vista distintamente di fronte al veicolo, deve essere di almeno 200 mt., e questo per tener conto sia delle velocità dei veicoli più veloci, sia del tempo medio necessario perchè il guidatore percepisca l'ostacolo ed incominci ad azionare i freni.

Come margine di sicurezza sulla determinazione della portata già citata di 200 mt. è stata pure considerata la possibilità che l'efficienza dei freni non sia del tutto perfetta e che il fondo stradale non sia nelle condizioni della massima aderenza.

Il proiettore è costituito dalle seguenti parti:

— riflettore parabolico;

— sorgente luminosa (lampadina);

— cristallo anteriore;

— corpo del faro.

Il **riflettore parabolico** ha la proprietà di rendere paralleli, dopo la riflessione sulla sua superficie, i raggi di luce provenienti da una sorgente luminosa situata in un particolare punto detto **fuoco** del riflettore parabolico.

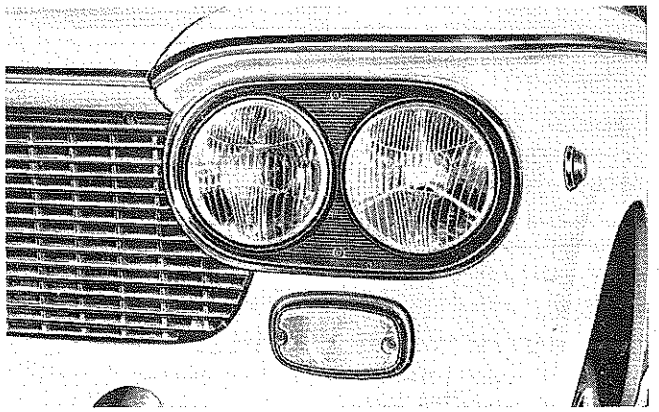


**Fig. 338 - Fari sdoppiati, fanale di posizione e lampadina ripetitrice indicatore di direzione delle vetture 1300-1500.**

Praticamente non è possibile disporre di una sorgente luminosa puntiforme, cioè di dimensioni infinitamente piccole, tale da poter essere collocata nel fuoco della parabola; normalmente si ha infatti una lampadina montata in modo che il filamento passi per il fuoco.

Ne consegue che il fascio di luce emesso dal proiettore non avrà forma cilindrica (tutti i raggi paralleli), bensì conica.

La **sorgente luminosa** è costituita da una lampadina la quale ha generalmente il filamento in tungsteno, ed il bulbo in vetro contenente un gas inerte; è in tal modo possibile evitare l'ossidazione del filamento alla temperatura di funzionamento di 2700° ÷ 2800°.

La lampadina è fissata allo zoccolo o portalampada mediante un innesto a baionetta o a flangia; le connessioni elettriche fra la lampada e lo zoccolo sono effettuate mediante contatti sulla testata dello zoccolo ed il piede metallico della lampada, e lo zoccolo stesso.

Il portalampada ha dimensioni tali per cui il filamento della lampada venga a trovarsi nel fuoco del riflettore parabolico.

È già stato accennato che per ottenere un fascio di raggi effettivamente paralleli all'asse del riflettore, occorrerebbe che la sorgente luminosa, cioè il filamento della lampadina, fosse un punto collocato nel fuoco del riflettore.

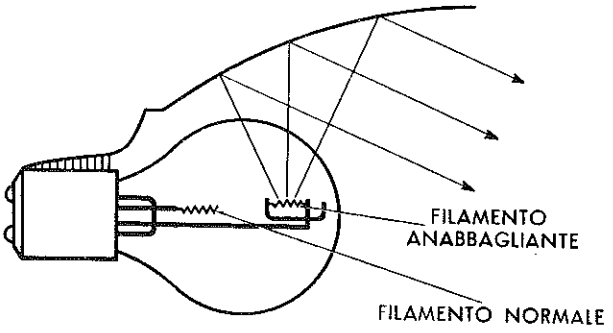



**Fig. 339 - Funzionamento dell'anabbagliante con lampadina a doppio filamento.**

Poichè ciò non è praticamente realizzabile, ne consegue che i raggi luminosi emessi dal riflettore non sono paralleli, ma variamente divergenti. Per correggerne le deviazioni si munisce il proiettore di un **cristallo anteriore** munito di scanalature verticali, le quali, agendo come prismi, fanno convergere verso l'asse i raggi diretti verso l'alto e diffondono lateralmente il fascio luminoso, assicurando così una buona illuminazione dei margini della strada.

I fari di elevata potenza luminosa impiegati sui moderni veicoli, mentre offrono il vantaggio di una buona visibilità della strada, rappresentano, a causa dell'abbagliamento che producono, un pericolo per i guidatori dei veicoli che procedono in senso contrario.

Per evitare tale inconveniente si ricorre ad un dispositivo antiabbagliante manovrabile dal guidatore. Tra i diversi sistemi esistenti il dispositivo attualmente più usato, per la sua semplicità, è quello di montare nel proiettore una lampadina a due filamenti, dei quali uno si trova nel fuoco (fascio abbagliante) e l'altro al di fuori del fuoco verso il cristallo anteriore (fascio anabbagliante, fig. 339).

Al disotto del filamento anabbagliante c'è uno schermo (fig. 339) che riflette contro la superficie superiore del riflettore i raggi emessi dal filamento verso il basso.

Questi raggi, come rappresentato in fig. 339, sono a loro volta riflessi dalla superficie superiore del riflettore in direzione inclinata verso il basso, in quanto il filamento è spostato anteriormente rispetto al fuoco del riflettore parabolico.

È così possibile ottenere un'illuminazione della strada per un massimo di circa 30 metri.

Per le altre luci di illuminazione interna od esterna, citate all'inizio del presente paragrafo, non si ritiene necessaria alcuna particolare descrizione.

Esse sono infatti costituite da una lampadina di piccola potenza con cristallo bianco oppure colorato.

## IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DELLE VETTURE Modd. 1300-1500

Nello schema dell'impianto elettrico a pag. 207 è chiaramente indicato anche l'impianto di illuminazione. Come si vede, i due proiettori sono sdoppiati ed hanno il fascio anabbagliante asimmetrico.

Ciascun proiettore sdoppiato è composto di due gruppi ottici, entrambi muniti di lampada a doppio filamento 45/40 W. Dette lampade possono essere montate indifferentemente sia sui proiettori esterni che su quelli interni. I proiettori interni sono privi del collegamento per il filamento delle luci anabbaglianti.

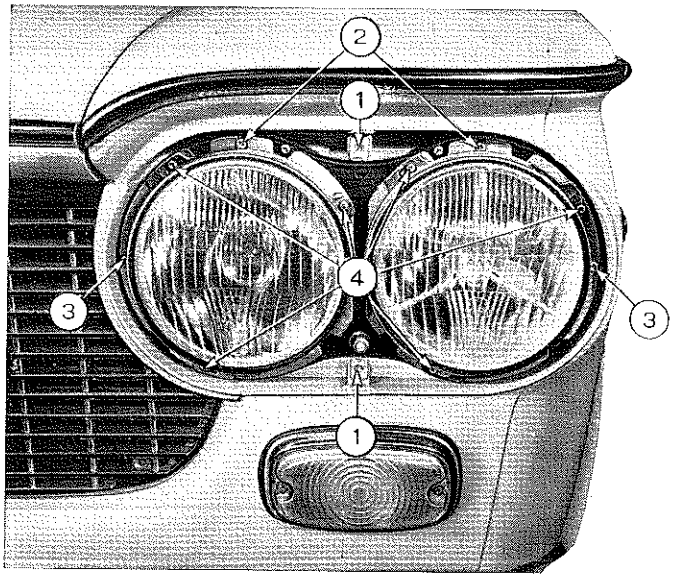



**Fig. 340 - Proiettori delle vetture 1300 - 1500 visti senza cornice.**

1. Fori delle viti di fissaggio della cornice. - 2. Viti di regolazione del fascio luminoso nel senso verticale. - 3. Viti di regolazione del fascio luminoso nel senso orizzontale. - 4. Viti da allentare per poter ruotare, in senso antiorario, e quindi estrarre l'anello di ritenuta del gruppo ottico.

Il gruppo ottico esterno emette sia il fascio anabbagliante che il fascio abbagliante, mentre quello disposto all'interno emette unicamente il fascio abbagliante.

Detti proiettori si inseriscono e si disinseriscono agendo sull'apposita leva del deviolampiluce, sistemata sul piantone guida sotto il volante; la leva serve anche per il lampeggio a luce anabbagliante.

I proiettori emettono un fascio anabbagliante asimmetrico, vale a dire con linea di demarcazione inclinata in alto, dal centro verso destra.

Il fascio anabbagliante asimmetrico permette di ottenere, rispetto a quello simmetrico, una più profonda visibilità sul lato destro e di conseguenza una più tempestiva individuazione degli ostacoli, dei veicoli lenti marcianti nello stesso senso, e delle segnalazioni stradali.

Questi quattro proiettori sono contemporaneamente accesi per luce abbagliante (piena luce); per l'illuminazione anabbagliante invece sono accesi soltanto i due proiettori esterni.

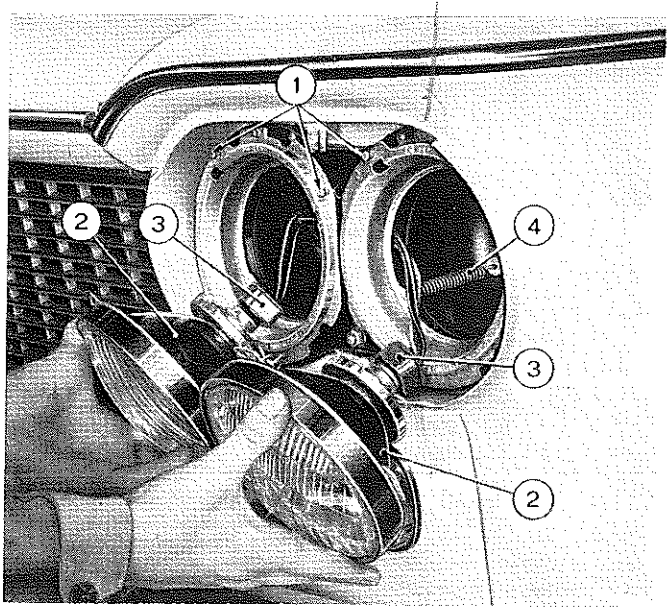



**Fig. 341 - Estrazione dei gruppi ottici delle vetture 1300-1500.**

1. Viti di fissaggio anelli di ritenuta dei gruppi ottici. - 2. Gruppi ottici. - 3. Blocchetti di collegamento. - 4. Molla per ritegno cuffia.

# APPARECCHI DI CONTROLLO, COMANDO E SEGNALAZIONE

Tutti gli autoveicoli sono muniti di apparecchi di controllo, comando e segnalazione, che devono rispondere ai requisiti che sono richiesti dal Codice della Strada.

La fig. 342 illustra gli apparecchi di controllo, comando e segnalazione delle vetture modd. 1100 e 1100D. La fig. 343 mette in evidenza gli apparecchi del quadro di controllo delle vetture mod. 1100 D.

1. Segnalatore di funzionamento indicatori di direzione. - 2. Interruttore per illuminazione esterna. - 3. Interruttore per illuminazione apparecchi sul quadro di controllo. - 4. Quadro di controllo. - 5. Pulsante comando avvisatori acustici a due toni. - 6. Interruttore per comando elettroventilatore immissione aria interno vettura. - 7. Interruttore per tergicristallo. - 8. Segnalatore di accensione proiettori a piena luce. - 9. Portacenere. - 10. Commutatore per accensione, predisposizione servizi ed avviamento motore. - 11. Specchio retrovisore. - 12. Leva di comando del cambio delle marce. - 13. Nottolino per apertura sportello ripostiglio. - 14. Pomello comando apertura presa d'aria anteriore. - 15. Pomello comando dispositivo di avviamento carburatore. - 16. Pompetta per azionamento lavacristallo. - 17. Pomello comando a mano acceleratore. - 18. Pomello comando rubinetto mandata acqua calda al radiatore di riscaldamento. - 19. Leva di comando del freno a mano di soccorso e stazionamento. - 20. Pedale acceleratore. - 21. Pedale dei freni idraulici alle ruote. - 22. Pedale disinnesto frizione. - 23. Presa per lampada trasportabile d'ispezione. - 24. Levetta comando apertura coperchio cofano anteriore. - 25. Levetta di commutazione della illuminazione esterna anteriore. - 26. Levetta comando indicatori di direzione.

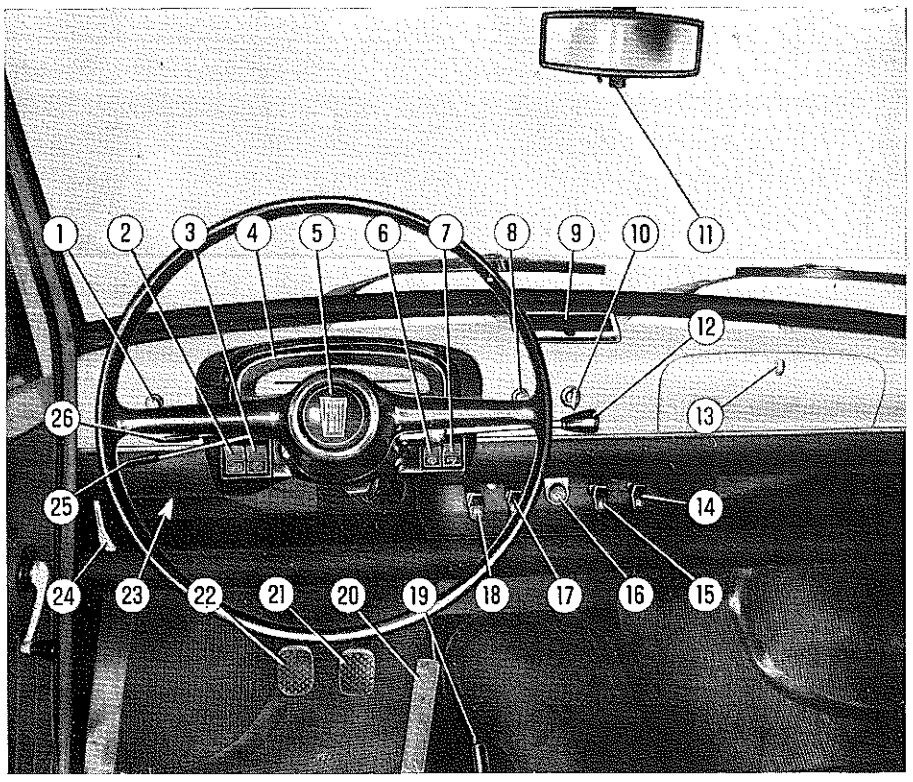



**Fig. 342 - Apparecchi di controllo, comando e segnalazione delle vetture 1100-1100 D.**

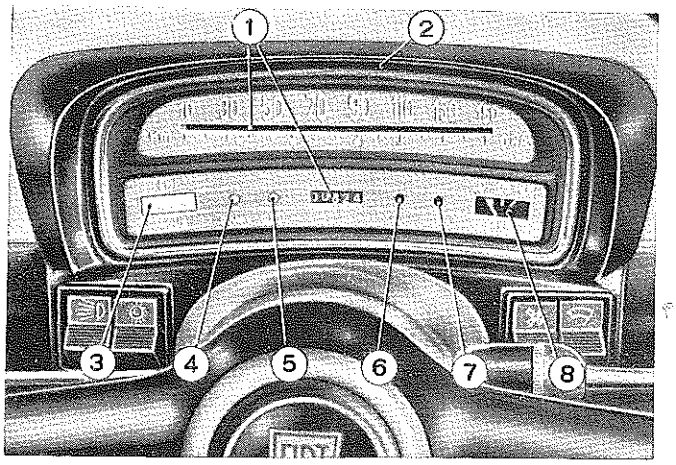



**Fig. 343 - Quadro di controllo delle vetture mod. 1100 D.**

1. Tachimetro contachilometri. - 2. Cornice del quadro di controllo. - 3. Segnalatore temperatura pericolosa acqua di raffreddamento motore. - 4. Segnalatore d'insufficiente tensione dinamo per carica batteria. - 5. Segnalatore insufficiente pressione olio. - 6. Segnalatore accensione luci di posizione. - 7. Segnalatore riserva benzina. - 8. Indicatore livello carburante.

Come esempio delle apparecchiature di controllo, comando e segnalazione necessarie sugli autoveicoli con motore a ciclo Diesel, vengono illustrate in fig. 344 quelle montate sull'autocarro mod. 690N.

Qui di seguito vengono descritti ed illustrati gli apparecchi di controllo, di segnalazione ed i comandi, nonchè gli accessori montati sulle vetture mod. 1800/2100, alcuni dei quali simili anche per i modd. 1300/1500.

## INDICATORE LIVELLO BENZINA

L'indicatore livello carburante (12, fig. 346) è uno strumento elettromagnetico munito di scala graduata indicante la quantità di carburante; funziona soltanto quando è inserita l'accensione del motore.

## SEGNALATORE RISERVA BENZINA

Il segnalatore (8, fig. 346) si accende (luce rossa) quando la quantità di benzina nel serbatoio è inferiore a 5÷8 litri; funziona soltanto quando è inserita l'accensione del motore.

## MANOMETRO OLIO

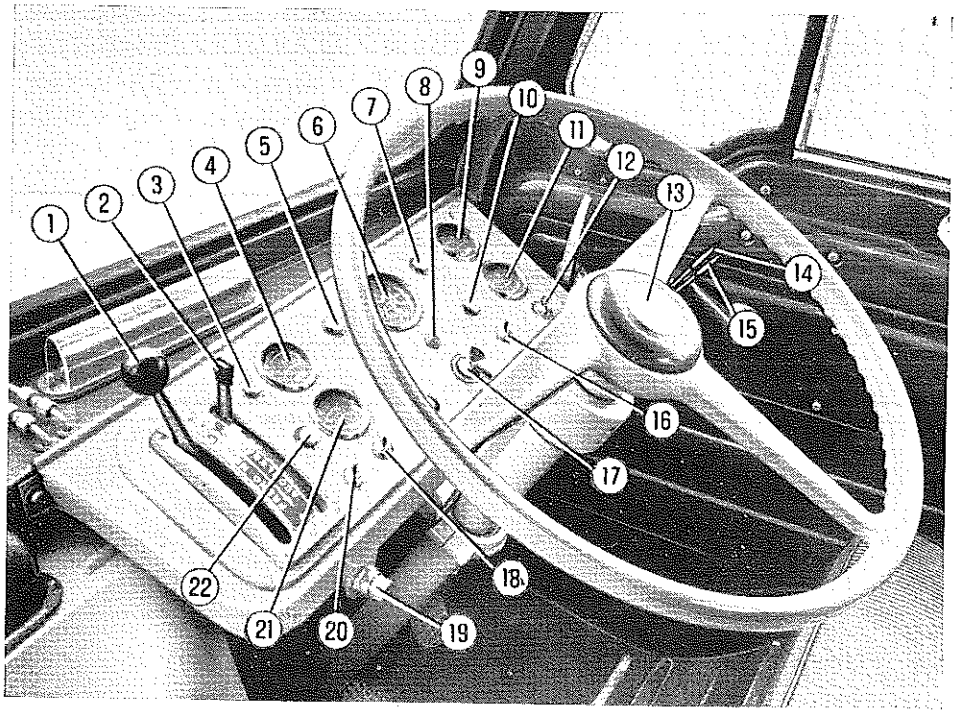
Il manometro olio (20, fig. 346) indica la pressione dell'olio di lubrificazione, che deve risultare di 4÷4,5 kg/cm² (40÷45 metri d'acqua).

## SEGNALATORE INSUFFICIENTE PRESSIONE OLIO

Il segnalatore (1, fig. 346) si accende (luce rossa) quando la pressione dell'olio non è sufficiente ad assicurare la lubrificazione del motore (inferiore a 1,5 kg/cm²).

## SEGNALATORE D'INSUFFICIENTE TENSIONE DINAMO PER CARICA BATTERIA

Il segnalatore (15, fig. 346) si accende (luce rossa) all'accensione del motore e rimane acceso fino a quando la dinamo gira a velocità sufficiente




1. Leva comando freno motore. - 2. Levetta di comando dell'acceleratore e arresto motore. - 3. Segnalatore di funzionamento luci di direzione rimorchio (verde). - 4. - Manometro pressione aria freni. - 5. Segnalatore insufficiente tensione dinamo per carica batteria (rosso). 6. Tachimetro contachilometri. - 7. Segnalatore insufficiente pressione aria freni (rosso). - 8. Tappo per applicazione segnalatore sorpasso (rosso). - 9. Termometro acqua raffreddamento motore. - 10. Segnalatore accensione luci di posizione (verde). - 11. Indicatore livello combustibile, con segnalatore della riserva (rosso). - 12. Interruttore per illuminazione interno cabina. - 13. Pulsante comando avvisatore acustico. - 14. Leva commutazione illuminazione esterna anteriore. - 15. Levetta comando luci di direzione. - 16. Interruttore per illuminazione apparecchi sulla plancia. - 17. Commutatore per illuminazione esterna ed avviamento motore. - 18. Interruttore per illuminazione esterna. - 19. Rubinetto per comando pneumatico tergicristalli. - 20. Interruttore di riserva per eventuali proiettori fendinebbia. - 21. Manometro pressione di lubrificazione motore. - 22. Segnalatore di funzionamento luci di direzione motrice (verde).

**Fig. 344. - Apparecchi di controllo, comando e segnalazioni dell'autocarro mod. 690 N.**

a generare la tensione per caricare la batteria (740 giri/min, del motore; 19,5 km/ora con il cambio in IV marcia).

## TERMOMETRO ACQUA

Il termometro (18, fig. 346) è uno strumento elettromagnetico comandato da un trasmettitore elettrico.

La zona chiara del quadrante si riferisce ad una temperatura di funzionamento del motore regolare; la lancetta nella zona rossa denota un eccessivo riscaldamento del motore, per cui, se ciò si verifica durante l'uso della vettura a regimi prevalentemente elevati, è necessario ricercare ed eliminare le cause dell'eccessivo riscaldamento. È tollerabile che la lancetta oscilli nella zona rossa quando si impiega a lungo la vettura in città a bassa velocità, perchè in tali condizioni si riduce notevolmente la ventilazione del radiatore.

## LEVETTA COMANDO LUCI DI DIREZIONE

La levetta, posta sotto al volante guida (12, fig. 345) a sinistra del piantone, dev'essere spostata nel senso della sterzata che si vuole eseguire:

— in alto, per la sterzata a destra;

— in basso, per la sterzata a sinistra.

Il ritorno della leva è completamente automatico, in quanto basta raddrizzare il volante perchè la leva di comando ritorni nella posizione di riposo.

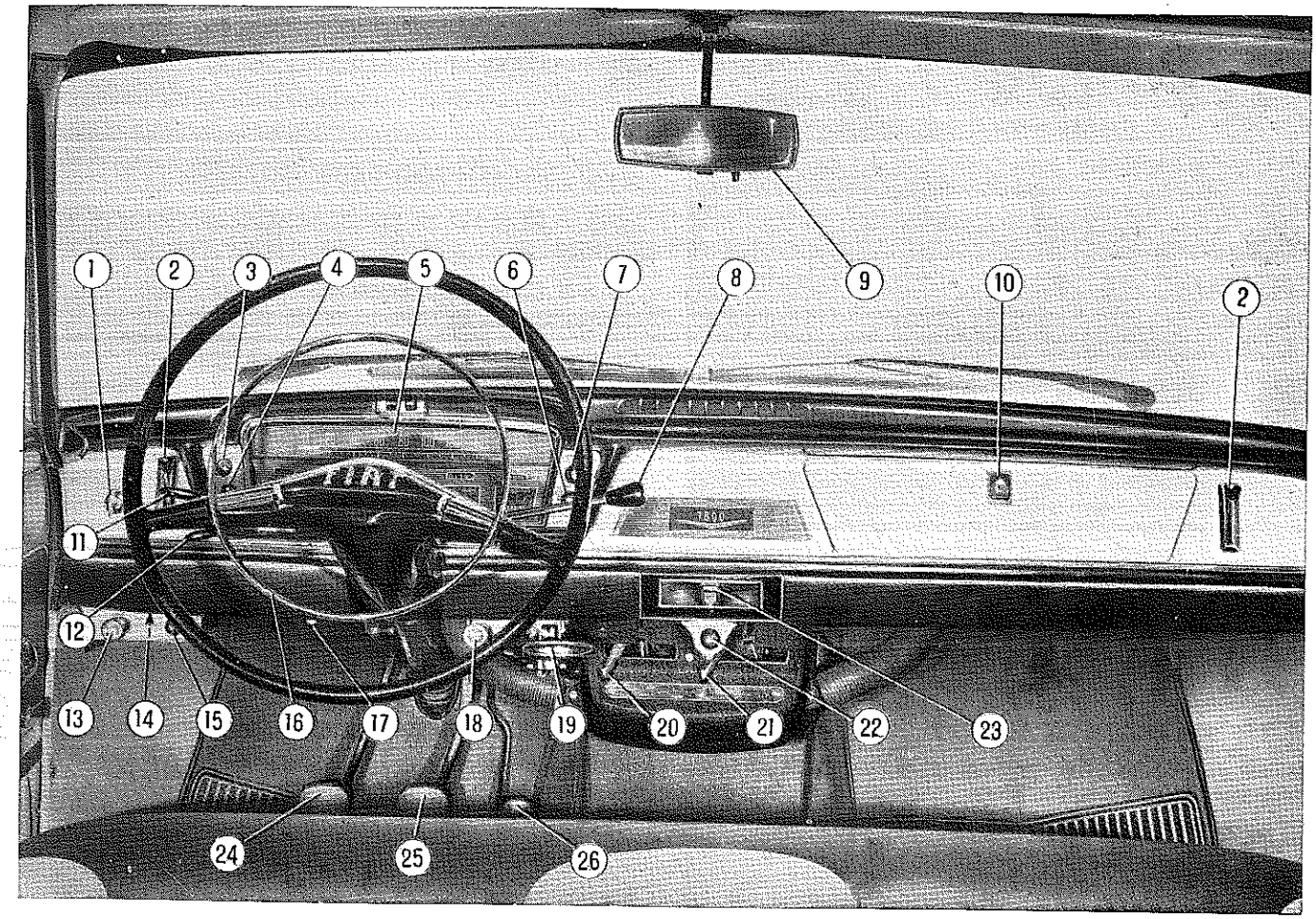



**Fig. 345 - Apparecchi di controllo, di comando e di segnalazione dei modd. 1800-2100.**

1. Commutatore a chiave per accensione segnalazioni varie e avviamento motore. - 2. Levette comando farfalle per immissione aria interno vettura. - 3. Interruttore per illuminazione esterna. - 4. Interruttore a pomello per illuminazione quadro di controllo. - 5. Quadro di controllo. - 6. Interruttore comando elettroventilatore posteriore (a richiesta). - 7. Interruttore comando elettroventilatore anteriore. - 8. Leva di comando cambio delle marce. - 9. Specchio retrovisore. - 10. Nottolino per apertura sportello ripostiglio. - 11. Levetta di commutazione illuminazione esterna. - 12. Levetta comando luci di direzione. - 13. Pomello per azionamento lavacristallo. - 14. Presa per lampada portatile. - 15. Commutatore per tergicristallo. - 16. Anello a pressione per comando avvisatori acustici a due toni. - 17. Pomello di azzeramento del contachilometri parziale. - 18. Pomello comando a mano acceleratore. - 19. Manetta di comando del freno ausiliario sulle ruote posteriori. - 20. Leva comando mandata aria al parabrezza ed all'interno vettura. - 21. Leva comando passaggio acqua dal motore al radiatore del riscaldatore. - 22. Accendisigari elettrico. - 23. Portacenere. - 24. Pedale disinnesto frizione. - 25. Pedale dei freni alle ruote. - 26. Pedale acceleratore.

Con l'azionamento dell'interruttore (3, fig. 345) si inserisce una resistenza che attenua l'intensità luminosa dei segnalatori stessi.

## LEVETTA DI COMMUTAZIONE ILLUMINAZIONE ESTERNA

La levetta (11, fig. 345), posta sotto al volante guida a sinistra del piantone, serve a commutare le luci esterne anteriori dopo avere inserito

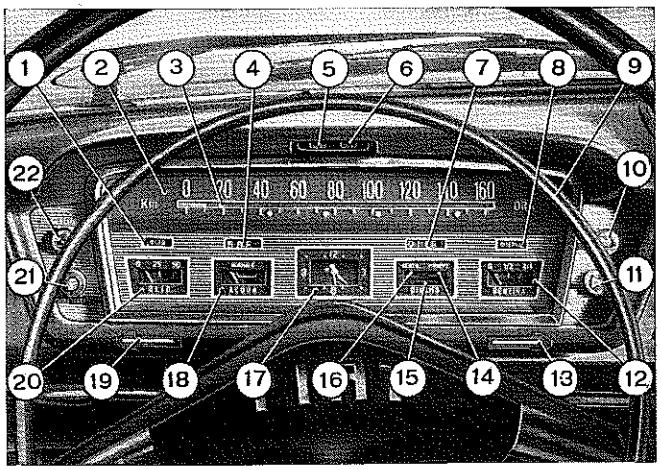



**Fig. 346 - Particolare del quadro di controllo, dei modelli 1800/2100.**

1. Segnalatore insufficiente pressione olio (rosso). - 2. Quadro di controllo. - 3. Tachimetro. - 4. Contachilometri parziale. - 5. Segnalatore accensione luci di posizione (verde). - 6. Segnalatore freno a mano inserito, a luce pulsante (rosso). - 7. Contachilometri totale. - 8. Segnalatore riserva benzina (rosso). - 9. Anello a pressione per comando avvisatori acustici. - 10. Interruttore comando elettroventilatore anteriore. - 11. Interruttore comando elettroventilatore posteriore ( a richiesta). - 12. Indicatore livello carburante. - 13. Segnalatore a freccia funzionamento luce di direzione destra (verde). - 14. Segnalatore funzionamento proiettori a piena luce (blu). - 15. Segnalatore insufficiente tensione dinamo per carica batteria (rosso). - 16. Segnalatore funzionamento elettroventilatore anteriore (verde). - 17. Orologio elettrico. - 18. Termometro acqua. - 19. Segnalatore a freccia funzionamento luce di direzione sinistra (verde). - 20. Manometro olio. - 21. Interruttore a pomello per illuminazione quadro di controllo (con reostato per regolazione intensità luminosa). - 22. Interruttore per illuminazione esterna.

l'interruttore (3, fig. 345). Detta leva può assumere le seguenti posizioni:

— I, in alto: luci targa e segnalazione di posizione;

— II, in mezzo: luci targa, segnalazione di posizione e proiettori a luce anabbagliante;

— III, in basso: luci targa, segnalazione di posizione e proiettori a luce abbagliante.

Nelle posizioni I e III si ottengono i lampi luce anabbagliante spostando la levetta in alto verso il volante; con l'interruttore (3, fig. 345) disinserito, i lampi di luce si possono ottenere in tutte le tre posizioni della levetta.

## SEGNALATORE ACCENSIONE LUCI DI POSIZIONE

Il segnalatore (5, fig. 346) si accende (luce verde) contemporaneamente alle luci di posizione.

## COMMUTATORE A CHIAVE PER ACCENSIONE SEGNALAZIONI VARIE E AVVIAMENTO MOTORE

Il commutatore (1, fig. 345) è munito di un'apposita chiave che può assumere quattro posizioni:

— 0 (verticale): tutto spento (chiave estraibile);

— 1 (1 scatto in senso orario): accensione motore e segnalazioni varie;

— 2 (2 scatti in senso orario): avviamento del motore;

— 3 (scatto in senso antiorario): luce di stazionamento con la levetta nella posizione I ed interruttore (3, fig. 345) inserito (chiave estraibile).

**Le segnalazioni varie comprendono:**

Proiettori a luce abbagliante e relativo indicatore ottico, anabbaglianti, lampi luce, segnalazione di posizione con relativo indicatore ottico, luci targa e retromarcia, luci quadro di controllo, luce vano bagagli e luci motore; segnalazioni di direzione e relativi indicatori ottici; segnalatore di freno a mano inserito; segnalatore della sede dell'accendisigari; segnalatore d'insufficiente tensione dinamo per carica batteria; segnalatore d'insufficiente pressione olio motore; termometro acqua; indicatore livello benzina, con segnalatore della riserva; segnalazione posteriore d'arresto; motorino per elettroventilatore anteriore.

## INTERRUTTORE PER ILLUMINAZIONE ESTERNA

A interruttore per illuminazione esterna (3, fig. 345) inserito, si accendono le luci di posizione, le luci di targa, e si mette sotto corrente il commutatore comandato dalla levetta (11, figura 345).

Le luci d'illuminazione posteriore di retromarcia si accendono solamente con questo interruttore inserito.

## INTERRUTTORE A POMELLO PER ILLUMINAZIONE QUADRO DI CONTROLLO

Ruotando a destra l'interruttore (4, fig. 345), fino al primo scatto si ottiene la massima illuminazione, continuando a ruotare il pomello si inserisce una resistenza che permette di regolare l'intensità luminosa.

## SEGNALATORI FUNZIONAMENTO LUCI DI DIREZIONE

I segnalatori di direzione destra (13, fig. 346), e di direzione sinistra (19, fig. 346) si accendono orientando la leva (12, fig. 345) rispettivamente verso l'alto e verso il basso.

## INTERRUTTORE COMANDO ELETTROVENTILATORE ANTERIORE

Chiudendo l'interruttore (7, fig. 345) si mette in funzione l'elettroventilatore anteriore.

## INTERRUTTORE COMANDO ELETTROVENTILATORE POSTERIORE

Chiudendo l'interruttore (6, fig. 345) si mette in funzione l'elettroventilatore posteriore.

## SEGNALATORE FUNZIONAMENTO ELETTROVENTILATORE

Il segnalatore (16, fig. 346) si accende (luce verde) quando l'elettroventilatore è in funzione; sulle vetture munite di elettroventilatore posteriore indica solamente il funzionamento di quest'ultimo.

## INTERRUTORE COMANDO SEGNALATORE FRENO A MANO INSERITO

È azionato dalla manetta (19, fig. 345); infatti, con freno a mano inserito si chiude il circuito tra interruttore, lampeggiatore e quindi segnalatore; si apre il circuito quando si disinserisce il freno a mano agendo sulla manetta.

## SEGNALATORE FRENO A MANO INSERITO

Il segnalatore (6, fig. 346) si accende (luce rossa pulsante) quando si inserisce il freno a mano.

## SEGNALATORE FUNZIONAMENTO PROIETTORI A PIENA LUCE

Il segnalatore (14, fig. 346) si accende (luce blu) quando i proiettori funzionano a piena luce.

## COMMUTATORE PER TERGICRISTALLO

Il commutatore (15, fig. 345) comando tergicristallo è a due posizioni:

— levetta in alto: tergicristallo in moto;

— levetta in basso: interruzione della corrente; azzeramento delle racchette, (cioè disposte orizzontalmente).

## ANELLO A PRESSIONE PER COMANDO AVVISATORI ACUSTICI A DUE TONI

Agendo con una leggera pressione sull'anello (16, fig. 345) si fanno intervenire gli avvisatori acustici a due toni.

## PRESA DI CORRENTE PER LAMPADA TRASPORTABILE D'ISPEZIONE

È prevista una presa di corrente (14, fig. 345) per lampada trasportabile d'ispezione.

## ACCENDISIGARI ELETTRICO

Per l'uso dell'accendisigari (22, fig. 345) premere il pomello, che rimane abbassato per una quindicina di secondi, dopodichè scatta e ritorna nella sua posizione primitiva, pronto per essere estratto ed usato.

Con l'interruttore per illuminazione esterna inserito, un apposio segnalatore (luce verde) illumina la sede dell'accendisigari.

## OROLOGIO ELETTRICO

Per la messa all'ora dell'orologio (17, fig. 346) tirare e girare il pomello anteriore. Per l'eventuale regolazione agire sul dispositivo situato sulla parte posteriore dell'orologio.

## DESCRIZIONE E FUNZIONAMENTO DELL'INDICATORE LIVELLO BENZINA

È costituito da un reostato variabile a cursore mobile, con contatto elettrico supplementare per l'inserzione della segnalazione ottica di riserva benzina.

Il cursore è azionato, tramite un'asta, da un galleggiante in sughero, e gradua il valore della resistenza ohmica a seconda del livello, cioè della quantità di benzina contenuta nel serbatoio.

Ad una determinata posizione del galleggiante, corrispondente al livello della riserva benzina, il cursore chiude il contatto supplementare per inserzione della segnalazione di riserva.

Lo schema elettrico del comando è rappresentato nella fig. 288 (impianto elettrico generale).

Il reostato è costituito da un supporto isolante, piegato ad arco di cerchio, sul quale supporto è avvolto il filo resistivo isolato, ma denudato nella zona di strisciamento del contatto mobile del cursore.

Quest'ultimo è una doppia spazzola rotante. supportata da una leva saldata al relativo perno di rotazione, ricavato per risvolto a 90° dell'asta di sostegno del galleggiante.

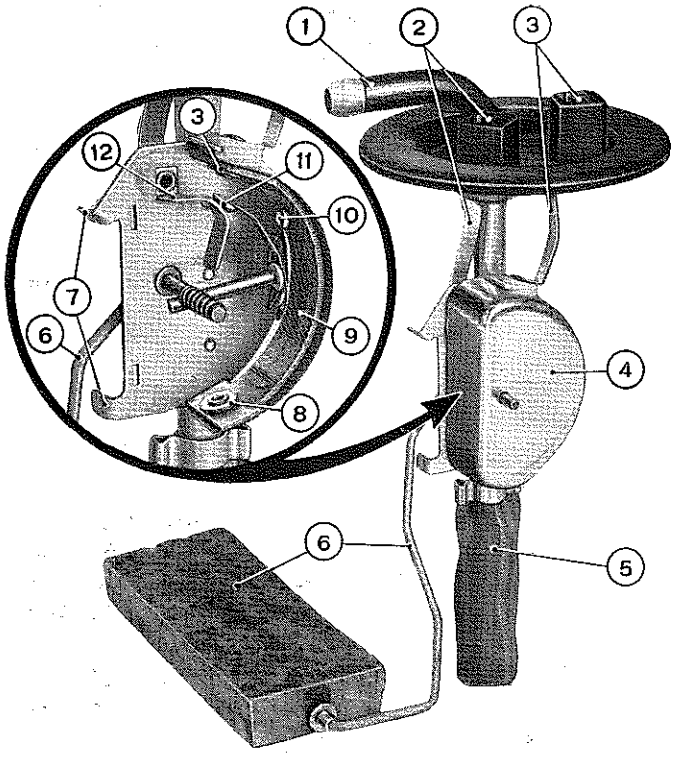



**Fig. 347 - Complessivo comando indicatore livello e segnalazione riserva combustibile.**

1. Tubo aspirazione combustibile. - 2. Collegamento e presa per cavo segnalazione riserva. - 3. Collegamento e presa per cavo indicatore livello. - 4. Coperchio. - 5. Reticella filtrante. - 6. Galleggiante e asta di sostegno. - 7. Denti arresto corsa asta galleggiante. - 8. Collegamento a massa dell'avvolgimento del reostato. - 9. Avvolgimento reostato. - 10. Contatto mobile indicatore livello. - 11. Contatto mobile segnalatore riserva. - 12. Contatto fisso segnalazione riserva.

La doppia spazzola rotante è costituita da due molle a lamina e precisamente:

— la prima porta all'estremità il contatto mobile in argento che appoggia sul reostato;

— la seconda porta all'estremità il contatto mobile supplementare in ottone per il circuito della segnalazione di riserva.

Il reostato è fissato e racchiuso in un involucro di lamiera stampata, saldato direttamente al tubo (1, fig. 347) aspirazione combustibile dal serbatoio, che forma un complesso unico con il comando.

L'estremità inferiore del tubo aspirazione combustibile è munita di una rete (5) di filtro.

Il fissaggio del complessivo al serbatoio avviene tramite una flangia in lamiera, munita di guarnizione di gomma per la tenuta.

Detta flangia è saldata direttamente alla parte superiore del tubo aspirazione combustibile e porta applicate le due prese (2 e 3, fig. 347) per giunzione elettrica a spina.

Il collegamento elettrico fra reostato e relativa presa è costituito da una connessione in lamina di ottone. Lo stesso dicasi per il collegamento fra contatto fisso in ottone, per circuito segnalazione riserva, e relativa presa.

Il complesso è studiato per garantire una buona durata, sia agli effetti elettrici, sia agli effetti meccanici, nonchè una buona sicurezza di funzionamento.

Tenuto conto di quanto sopra, il comando è del tipo chiuso e lo smontaggio del reostato non può avvenire che sgraffando il relativo coperchio di lamiera dell'involucro.

Si consiglia quindi, in caso di avarie interne, di sostituire il comando completo.

## DESCRIZIONE E FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI SEGNALAZIONE DIREZIONE A LAMPEGGIAMENTO

L'impianto di segnalazione direzione a lampeggiamento utilizza, per detta segnalazione, la lampada da 20 W dei due fanali anteriori di posizione e direzione, un'apposita lampada con filamento

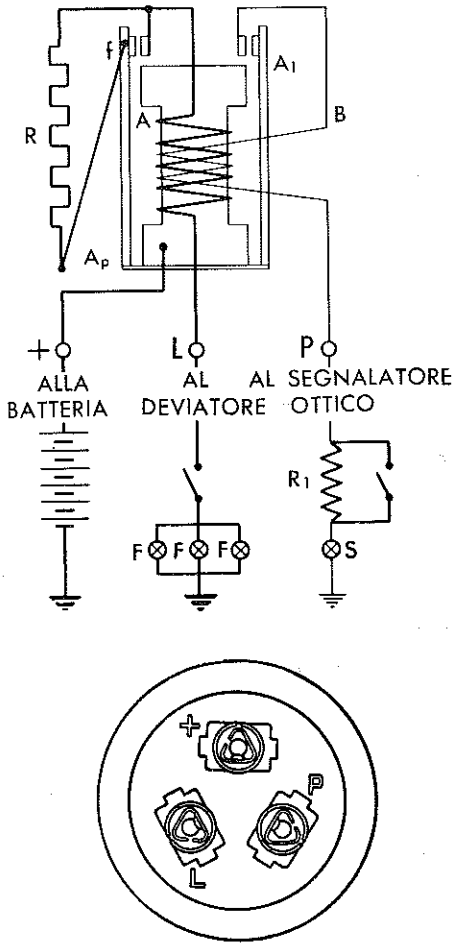



**Fig. 348 - Schema di funzionamento del lampeggiatore, e vista del lampeggiatore lato prese di corrente.**

A. Avvolgimento in serie. - $A_p$. Ancora principale. - $A_1$. Ancora ausiliaria. - B. Avvolgimento ausiliario. - F. Fanali anteriori, posteriori e laterali di direzione. - L. Serrafilo. - P. Serrafilo. - R. Resistenza addizionale. - $R_1$. Resistenza per attenuazione segnalatori di direzione. - S. Lampadina spia ripetitrice. - f. Filo di tensione. - + Serrafilo per cavo di collegamento al serrafilo « 15/54 » dell'interruttore d'accensione.

pure da 20 W, posta nei due fanali posteriori per direzione, posizione, arresto e catarifrangente, e una lampada tubolare da 2,5 W posta nei fanali laterali di direzione.

Oltre ai fanali citati, l'impianto di segnalazione direzione a lampeggiamento è composto: dal devioguidasgancio, dal lampeggiatore e dalla lampada spia ripetitrice.

Il lampeggiatore è del tipo a filo caldo.

Esso è composto (fig. 348) da:

— un nucleo magnetico, munito di un avvolgimento A, in serie sul circuito delle lampade dei fanali, e di un avvolgimento ausiliario di poche spire, in serie sul circuito della lampada ripetitrice;

— un'àncora principale $A_p$, che apre e chiude ad intermittenza un contatto, inserendo e disinserendo la resistenza addizionale R nel circuito predetto;

— una resistenza addizionale R;

— un'àncora ausiliaria $A_1$, che chiude ed apre un contatto ausiliario, accendendo e spegnendo la lampada ripetitrice;

— un filo di tensione f, in serie con la resistenza R.

Il lampeggiatore è collegato al devioguidasgancio ed al morsetto 15/54 dell'interruttore con chiave per chiusura circuito avviamento e segnalazioni varie tramite apposita valvola.

Nella posizione di riposo (leva del devioguidasgancio in posizione centrale, circuito interrotto) non passa corrente in nessuna parte del circuito e il lampeggiatore ha i contatti delle due àncore aperti, perchè l'àncora principale è trattenuta dalla tensione del filo f, in serie alla resistenza R, e l'àncora ausiliaria dal precarico della rispettiva molla laminare. Quindi la resistenza R è inserita e la lampadina ripetitrice S è spenta.

Azionando la leva del devioguidasgancio (in basso o in alto) si chiude uno dei due circuiti di segnalazione (destro o sinistro).

La corrente, provenendo dalla batteria, circola attraverso l'àncora principale $A_p$, il filo f, la resistenza R e l'avvolgimento A del lampeggiatore (fig. 348), i filamenti da 20 W delle lampade dei fanali e la massa. Essendo limitata dalla resistenza R, la corrente non è sufficiente ad accendere i filamenti, però riscalda il filo f, che si allunga, permettendo all'àncora principale di chiudere il contatto, il quale cortocircuita il filo stesso e la resistenza R.

La corrente quindi aumenta ed i filamenti si accendono. Il filo f, non essendo più percorso dalla corrente, si raffredda e si accorcia, aprendo il contatto dell'àncora principale ed inserendo quindi nuovamente la resistenza R.

La corrente diminuisce, i filamenti si spengono ed il ciclo si ripete.

Il funzionamento del contatto ausiliario per la lampada ripetitrice è il seguente: quando la corrente nel circuito principale aumenta (fase di accensione dei filamenti delle lampade dei fanali) l'avvolgimento A attira l'àncora ausiliaria $A_1$, chiudendo il contatto della lampada ripetitrice S, che si accende, ripetendo la segnalazione dei fanali; quando la corrente diminuisce (i filamenti principali si spengono) la molletta di richiamo dell'àncora ausiliaria vince l'attrazione magnetica dell'avvolgimento A, aprendo il contatto della lampada ripetitrice S, che si spegne. La durata di ogni ciclo è inferiore al minuto secondo.

Quando, per una causa qualunque, una delle due lampade di direzione (anteriore o posteriore) rimane spenta, il segnalatore ottico S non funziona in quanto la corrente che attraversa l'avvolgimento A non è di intensità sufficiente per provocare l'attrazione dell'ancora ausiliaria $A_1$, denunciando così una disfunzione dell'impianto.

L'avvolgimento B, posto in serie al circuito ausiliario, ha l'importante funzione di evitare il

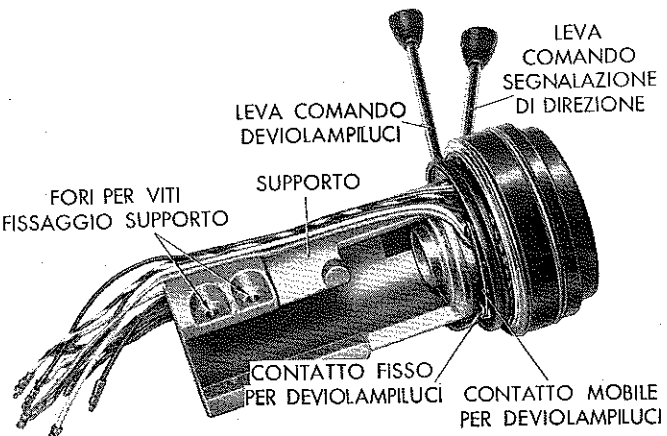



**Fig. 349 - Complessivo devioguidasgancio e deviolampiluci esterne.**

danneggiamento dei contatti dell'àncora ausiliaria, che si verificherebbe allorquando, per una causa qualsiasi, il morsetto P venisse accidentalmente collegato a massa. In questo caso, in assenza dell'avvolgimento predetto, si produrrebbe un arco notevole all'apertura ed una rilevante fusione alla chiusura, mentre il fusibile di protezione del lampeggiatore non sarebbe in grado di intervenire, almeno finchè non si producesse la saldatura permanente dei contatti.

Infatti, il periodo di pulsazione, inferiore al secondo, è troppo breve per consentire la fusione del fusibile di protezione del lampeggiatore, causa l'inerzia termica del fusibile.

Con l'avvolgimento B, invece, la corrente di cortocircuito blocca magneticamente l'àncora ausiliaria in posizione di contatti chiusi, fino a quando il fusibile non fonde.

L'avvolgimento predetto non influisce viceversa sul normale funzionamento del lampeggiatore, quando il circuito ausiliario si chiude a massa attraverso la lampada ripetitrice S, perchè la piccola corrente, assorbita da quest'ultima, rende trascurabile l'azione di detto avvolgimento.

## DESCRIZIONE E FUNZIONAMENTO DEL DEVIOGUIDASGANCIO-DEVIOLAMPILUCE

È un comando centralizzato costituito dai seguenti apparecchi:

— Deviatore per il comando degli indicatori di direzione, con ritorno automatico provocato dalla rotazione inversa del volante nel raddrizzamento della guida dopo la sterzata.

— Deviatore per la commutazione delle luci esterne (luci di posizione, anabbaglianti, abbaglianti) e per i lampi luce sul fascio anabbagliante dei proiettori.

I due apparecchi formano un gruppo unico, fissato sotto al volante guida.

### Devioguidasgancio.

Viene comandato dalla leva superiore del gruppo. Essa può assumere tre posizioni, marcate da relativo scatto. Quella centrale è la posizione di riposo. Spostando la leva in una delle altre due posizioni, nello stesso senso di rotazione del volante per la sterzata a destra o a sinistra, viene azionato un tamburo rotante, il quale stabilisce i circuiti elettrici per la segnalazione di direzione a lampeggiamento.

Contemporaneamente detto tamburo sposta, nella posizione di aggancio, uno dei due puntalini.

Il ritorno della leva di comando nella posizione di riposo è automatico col raddrizzamento dello sterzo ed è comandato da una molla a due lobi fissata sulla parte centrale del volante guida.

Durante la rotazione del volante nel senso della curva, il lobo della molla predetta (destro o sinistro, a seconda del senso di sterzata) interferisce col puntalino, il quale però ruota intorno al suo fulcro. Proseguendo la rotazione del volante il puntalino si disimpegna dal lobo della molla, ritornando nella posizione iniziale, per effetto della rotazione fornita dalla apposita molla elicoidale di richiamo. Si compie così la fase di aggancio.

Successivamente, raddrizzando lo sterzo, il lobo della molla aggancia il puntalino, che ruota intorno al suo fulcro e contemporaneamente preme sulla parete interna di una apposita sede sul tamburo rotante. Sotto questa pressione il tamburo ruota e ritorna nella posizione centrale di riposo, unitamente alla leva di comando, dopodichè il puntalino si disimpegna dal lobo della molla, rimanendo nella posizione di riposo. Ha così termine la fase di sgancio.

### Deviolampiluce.

Viene comandato dalla leva inferiore del gruppo. Essa può assumere le seguenti tre posizioni, marcate da relativo scatto:

— **Posizione I:** luci targa e luci di posizione.

— **Posizione II:** luci targa, luci di posizione e proiettori a luce anabbagliante.

— **Posizione III:** luci targa, luci di posizione e proiettori a piena luce.

Inoltre, **tirando** la leva verso il volante si effettuano i lampi luce sugli anabbaglianti, in qualsiasi posizione della leva predetta, esclusa la posizione II.

Il collegamento tra i vari circuiti elettrici avviene per mezzo di appositi contatti molleggiati, portati dai due tamburi rotanti, e di contatti fissi applicati sui due corrispondenti supporti isolanti in materia plastica.

## DESCRIZIONE E FUNZIONAMENTO DEL GRUPPO TERGICRISTALLO

È costituito da un gruppo motore elettrico-riduttore che aziona, mediante leveraggi, i due tergitori.

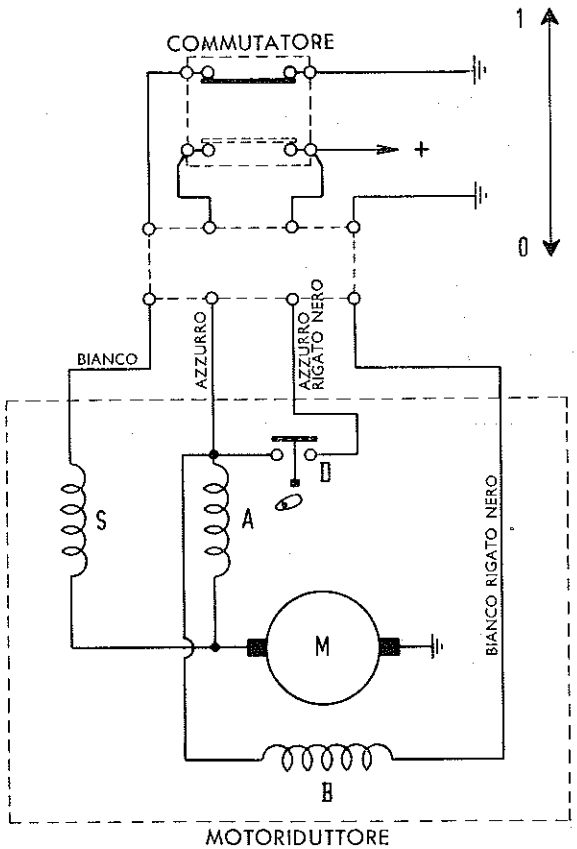



**Fig. 350 - Schema elettrico del gruppo tergicristallo e del commutatore di comando, con i relativi collegamenti.**

A. Avvolgimento serie. - B. Avvolgimento derivazione. - D. Interruttore per l'azzeramento automatico dei tergitori. - M. Motore del gruppo tergicristallo. - S. Avvolgimento supplementare.

Il riduttore comprende una vite senza fine, ricavata sull'albero dell'indotto del motore, e una ruota a dentatura elicoidale. Il motoriduttore è applicato su una staffa di supporto, fissata alla carrozzeria. Il motoriduttore è collegato ai perni di comando dei tergitori da un sistema di leveraggi.

Il gruppo tergicristallo è dotato di un dispositivo di azzeramento automatico, per garantire l'arresto dei tergitori nella posizione di migliore visibilità per il guidatore (abbattuti al centro). Il funzionamento del motoriduttore si rileva dallo schema elettrico illustrato in fig. 350.

Il gruppo tergicristallo è comandato da un commutatore a tasti, che può assumere le due seguenti posizioni:

— Con tasto inferiore premuto sino a fondo corsa si ha la posizione 1 o di inserzione del tergicristallo.

Il motore, eccitato dagli avvolgimenti A (serie) e B (derivazione), fa compiere ai tergitori circa 52 ÷ 66 oscillazioni al minuto.

— Con tasto superiore premuto sino a fondo corsa si ha la posizione 0 o di azzeramento automatico dei tergitori.

In questa posizione viene inserito l'avvolgimento supplementare S.

Detto avvolgimento induttore è formato da poche spire di filo avente diametro relativamente grande: esso ha quindi bassa resistenza ed elevato valore di assorbimento di corrente, tale da produrre una notevole forza magnetomotrice di eccitazione.

Poichè, com'è noto, nel motore a corrente continua, rinforzando l'eccitazione diminuisce la velocità di rotazione del motore ed aumenta, nel contempo, la coppia motrice, ne deriva che, in conseguenza dell'inserzione dell'avvolgimento S, il motore del gruppo tergicristallo diminuisce notevolmente la velocità di spostamento delle racchette, sviluppando tuttavia una coppia motrice più elevata, in modo che i tergitori siano in grado di superare eventuali resistenze passive sul cristallo (neve, ghiaccio, ecc.).

I tergitori si fermano quando l'interruttore D, incorporato nel motoriduttore, viene aperto dall'apposito settore strisciante applicato sulla ruota dentata di riduzione (per semplificazione, nello schema fig. 350 detto settore è stato rappresentato da un eccentrico).

La riduzione di velocità è necessaria per impedire che l'inerzia del sistema in movimento faccia oltrepassare al settore strisciante la posizione di apertura dell'interruttore D, corrispondente alla posizione di migliore visibilità (tergitori abbattuti al centro).

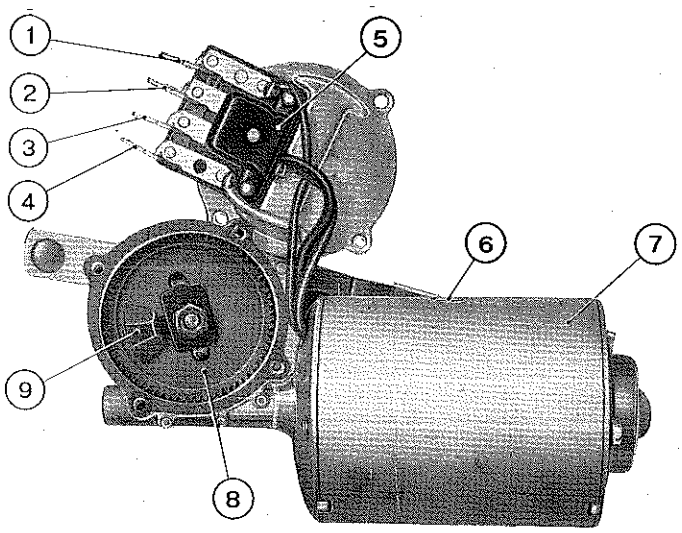



**Fig. 351.**
**Motoriduttore tergicristallo parzialmente smontato.**

1. Serrafilo collegato a massa. - 2. Serrafilo collegato alla valvola fusibile. - 3. Serrafilo collegato al pedalpompa. - 4. Serrafilo collegato all'interruttore di comando. - 5. Interruttore per azzeramento automatico dei tergitori. - 6. Vite fissaggio espansioni polari. - 7. Carcassa motore. - 8. Ingranaggio di riduzione. - 9. Camma di azionamento interruttore per azzeramento tergitore.

## LAVACRISTALLO PARABREZZA

È costituito dalle seguenti parti:

— un serbatoio, fissato alla parete sinistra del comparto motore;

— due spruzzatori, posti sul cofano fisso alla base del cristallo parabrezza;

— una pompa, comandata a pedale, per l'immissione del liquido detergente in due spruzzatori e per l'inserzione del tergicristallo.

Condotti flessibili collegano il serbatoio del liquido con la pompa, situata sotto la pedana, e con gli spruzzatori.

Per effettuare la pulizia del cristallo parabrezza, occorre premere più volte col piede sul pulsante di comando della pompa. In tal modo il liquido detergente affluisce dal serbatoio agli spruzzatori, mentre le racchette tergicristallo si pongono in moto.

L'azionamento del tergicristallo avviene automaticamente, in quanto la pompa comprende un commutatore, posto in parallelo al commutatore a tasti per comando manuale funzionamento del tergicristallo.

Premendo il pulsante della pompa, il motore del tergicristallo, eccitato dagli avvolgimenti, si pone in moto.

Rilasciando il pulsante, il motore continua la rotazione con velocità ridotta (essendo eccitato anche l'avvolgimento supplementare), sino all'azzeramento dei tergitori.

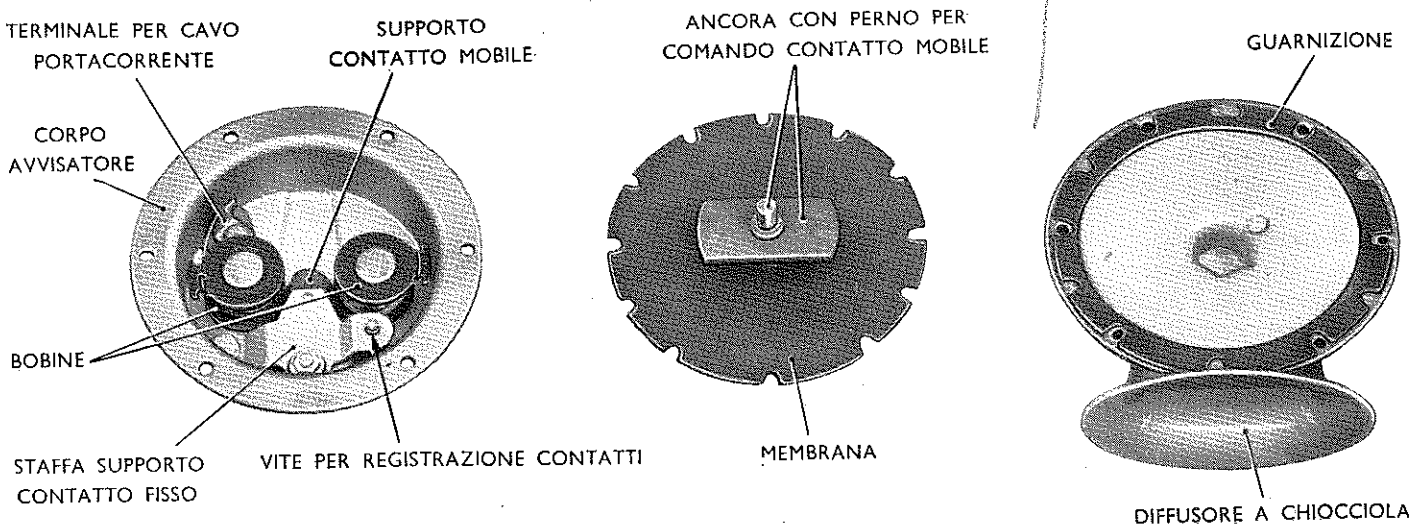



**Fig. 352 - Avvisatore acustico parzialmente smontato.**

## DESCRIZIONE E FUNZIONAMENTO DEGLI AVVISATORI ACUSTICI

Il circuito degli avvisatori comprende:

— Due avvisatori a suono accordato: uno a tono alto, l'altro a tono basso.

— Un interruttore a pulsante, azionato da un anello posto concentrico al volante guida.

— Un teleruttore per comando avvisatori.

— Un fusibile di protezione: detto fusibile protegge contemporaneamente l'accendisigari.

Per semplicità di esposizione, nella descrizione che segue faremo riferimento ad un solo avvisatore, essendo gli avvisatori stessi pressochè uguali, sia costruttivamente, sia come funzionamento.

Le parti che compongono un avvisatore acustico sono:

— il corpo, che fa da supporto ai due elettromagneti ed ai contatti che aprono e chiudono il circuito elettrico;

— la membrana, a cui è fissata l'àncora;

— la tromba per la diffusione del suono, a forma di chiocciola.

Il collegamento avviene direttamente tra il morsetto positivo della batteria, il fusibile ed il teleruttore; agendo sull'anello a pressione sul volante si inserisce il teleruttore, che chiude il circuito con gli avvisatori attraverso la massa.

Quando gli avvolgimenti dell'elettromagnete sono percorsi da corrente, si crea un campo magnetico che attrae l'àncora fissata alla membrana dell'avvisatore. Il leggero movimento

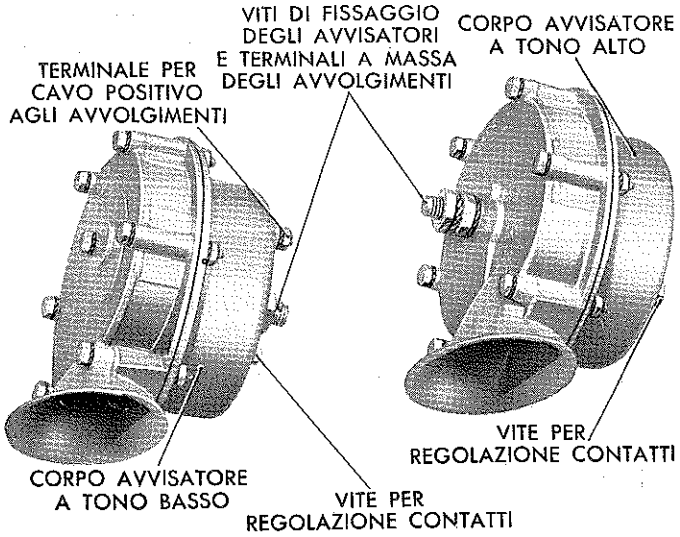



**Fig. 353 - Avvisatori acustici a tono alto ed a tono basso a suono accordato.**

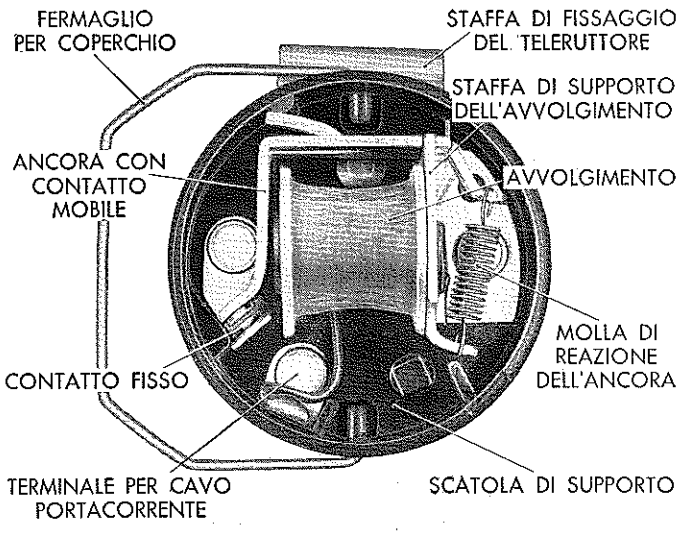



**Fig. 354 - Teleruttore comando avvisatori acustici senza coperchio.**

dell'àncora flette la membrana e contemporaneamente si aprono i contatti dell'elettromagnete. In tali condizioni la corrente non percorre più l'avvolgimento dell'elettromagnete, l'àncora non è più attratta e la membrana ritorna nella sua posizione primitiva.

Si chiudono così nuovamente i contatti nell'elettromagnete ed il ciclo ricomincia.

Il continuo flettersi della membrana produce una vibrazione e quindi il suono dell'avvisatore acustico.

## TELERUTTORE PER AVVISATORI ACUSTICI

Il teleruttore (1, fig. 355) è inserito in serie nel circuito degli avvisatori, tra l'anello a pressione di comando e gli avvisatori acustici stessi.

Le parti che compongono il teleruttore per gli avvisatori sono:

— Una scatola in materiale isolante di supporto di tutti gli altri particolari.

— Un avvolgimento con carcassa in plastica, supportato da una staffa in ferro fissata al nucleo mediante chiodatura.

— Un'àncora mobile fulcrata sul supporto dell'avvolgimento, portante all'estremità superiore la pastiglia del contatto mobile; presenta inoltre una molla a spirale di reazione per il ripristino quando cessa l'azione magnetizzante della corrente sull'avvolgimento.

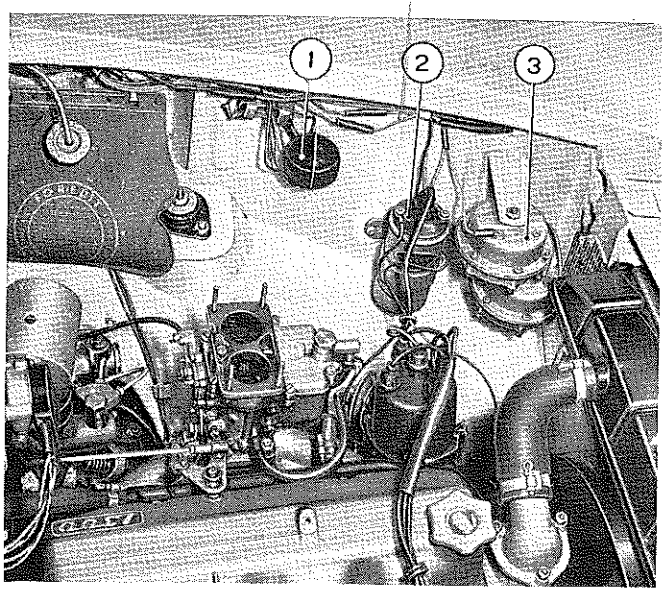



**Fig. 355 - Particolare del comparto motore delle vetture modd. 1300-1500.**

1. Teleruttore per avvisatori. - 2. Rocchetto d'accensione. - 3. Avvisatori acustici.

— Un contatto fisso chiodato alla scatola.

— Un coperchio in plastica ed un fermaglio a scatto fulcrato sulla scatola per il fissaggio del coperchio, ed una staffa in lamiera per il fissaggio dell'intero gruppo sulla carrozzeria.

Il teleruttore per gli avvisatori funziona in ambiente particolarmente pulito ed areato, ed inoltre funziona con una frequenza relativamente limitata; perciò non dovrebbe essere soggetto ad inconvenienti.

# SPECCHIO RETROVISORE CON DISPOSITIVO ANABBAGLIANTE E LUCE INTERNA

Lo specchio retrovisore è posto nell'interno vettura, fissato fra i due ripari sole mediante una staffa.

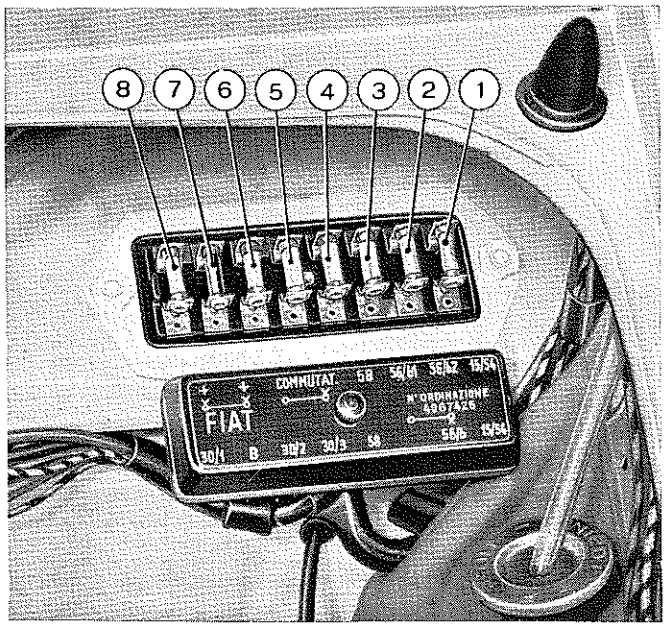
La staffa è provvista di un accoppiamento a snodo sferico, che permette al guidatore di orientare lo specchio retrovisore nella posizione più opportuna.

Lo specchio riflettente, alloggiato nel corpo, è spostabile angolarmente da una leva, la quale può assumere due posizioni:

**Posizione diritta.** - Lo specchio riflettente si trova affacciato al vetro anteriore e fornisce una immagine a riflessione piena. In questa posizione perciò qualora sul campo retrovisivo dello specchio si trovi una sorgente intensa di luce, come i proiettori abbaglianti di un autoveicolo, lo specchio riflette una immagine abbagliante che può disturbare il guidatore.

**Posizione inclinata.** - Lo specchio riflettente si trova arretrato angolarmente dal vetro anteriore e non fornisce più l'immagine diretta del campo visivo interessato. Detta immagine viene riflessa dal vetro fisso, posto anteriormente allo specchio, e risulta pertanto attenuata e perciò anabbagliante.

Lo specchio retrovisore comprende un gruppo interruttore-portalampada per luce interna, che è alloggiato nel corpo e sfilabile dal medesimo, per permettere la sostituzione della lampada, in caso di interruzione del filamento di quest'ultima.




## Valvole fusibili di protezione impianto elettrico delle vetture modelli 1300-1500.

L'impianto elettrico è protetto da sette valvole da 8 ampère ed una da 16 ampère, situate in apposito portafusibili applicato nel comparto motore sul lato sinistro, in prossimità del serbatoio per liquido lavacristallo.

Non sono protetti da valvole i seguenti circuiti: carica batteria, accensione ed avviamento.

Il radioricevitore (a richiesta) è munito di una propria valvola di protezione.

**Fig. 356 - Valvole fusibili di protezione dell'impianto elettrico modd. 1300 - 1500.**

1. Valvola N. 15/54. - 2. Valvola N. 56/b2. - 3. Valvola N. 56/b1. - 4. Valvola N. 58. - 5. Valvola N. 30/3. - 6. Valvola N. 30/2. - 7. Valvola B. - 8. Valvola N. 30/1.

| Figura 356 | VALVOLE | CIRCUITI ELETTRICI PROTETTI |
|---|---|---|
| 1 | 15/54 (8 A)* | Segnalatore luminoso d'insufficiente tensione dinamo per carica batteria. - Segnalatore luminoso d'insufficiente pressione olio. - Termometro acqua. - Indicatore livello carburante, con relativo segnalatore luminoso della riserva. - Luci posteriori di arresto. - Segnalatore luminoso dispositivo avviamento carburatore inserito. - Segnalatore luminoso freno a mano inserito. - Luci indicatrici di direzione e relativi segnalatori luminosi di funzionamento. - Lampada illuminazione quadro di controllo. - Lampada per illuminazione cassetto ripostiglio. |
| 2 | 56/b2 (8 A)* | Anabbagliante destro. |
| 3 | 56/b1 (8 A)* | Anabbagliante sinistro. |
| 4 | 58 (8 A)* | Lampade vano motore. - Motore per elettroventilatore. - Tergicristallo. |
| 5 | 30/3 (8 A)* | Proiettori lato sinistro. - Segnalatore luminoso di funzionamento proiettori a piena luce. - Luce di posizione anteriore destra. - Luce di posizione posteriore sinistra. - Luce destra targa. |
| 6 | 30/2 (8 A)* | Proiettori lato destro. - Luce di posizione posteriore destra. - Luce sinistra targa. - Luce di posizione anteriore sinistra e relativo segnalatore. - Luce retromarcia. - Lampada vano bagagli. - Lampada per illuminazione sede accendisigari. |
| 7 | B (16 A) (colore verde) | Avvisatori. - Accendisigari. |
| 8 | 30/1 (8 A) | Presa per lampada di ispezione. - Lampada incorporata allo specchio retrovisore. - Lampade per illuminazione interna. |

* Con accensione inserita.

# INDICE


Pagina

**Breve storia dell'automobile** . . . . . 5
**Introduzione** . . . . . 7

**PARTE PRIMA**

MOTORI ENDOTERMICI

Generalità . . . . . 11
**Motori a carburazione** . . . . . 12
Costituzione . . . . . 12
Ciclo di funzionamento . . . . . 18
**Motore a quattro tempi** . . . . . 18
Ciclo di funzionamento . . . . . 18
Realizzazione pratica dl ciclo di funzionamento . . . 19
Distribuzione . . . . . 20
Anticipo all'accensione . . . . . 21
Funzionamento del motore a più cilindri . . . . . 22
**Motore a due tempi** . . . . . 26
Generalità e funzionamento . . . . . 26
Ciclo di funzionamento . . . . . 27
Distribuzione . . . . . 28
Lavaggio . . . . . 28
**Motori ad iniezione a ciclo Diesel** . . . . . 30
Descrizione . . . . . 30
Ciclo di funzionamento a quattro tempi . . . . . 31
Confronto tra i motori a carburazione ed i motori ad iniezione a ciclo Diesel . . . . . 34

**PARTE SECONDA**

MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA

**Caratteristiche dei motori** . . . . . 36
Alesaggio . . . . . 36
Corsa dello stantuffo . . . . . 36
Cilindrata . . . . . 36
Potenza massima . . . . . 37
Coppia motrice . . . . . 37
Numero di giri . . . . . 37
Rapporto di compressione . . . . . 37
Velocità media dello stantuffo . . . . . 38
Rapporto corsa/diametro . . . . . 38
**Organi principali** . . . . . 38
Gruppo cilindri . . . . . 38
Testa cilindri . . . . . 39
Stantuffi ed anelli . . . . . 41
Bielle . . . . . 42
Albero manovella . . . . . 43
Volano motore . . . . . 44
**Organi della distribuzione** . . . . . 46
La distribuzione: generalità . . . . . 46
Albero della distribuzione o ad eccentrici . . . . . 48
Punterie e bilancieri . . . . . 49
Valvole . . . . . 49
Molle valvole . . . . . 50
**Combustibili** per motori a carburazione e ad iniezione . 51
Tipi di combustibili . . . . . 51
Requisiti dei carburanti: Benzina - Miscele alcool-benzina - Gasolio o nafta . . . . . 51

ALIMENTAZIONE DEL MOTORE A BENZINA

**Carburatore** . . . . . 53
Compito del carburatore e condizioni di funzionamento del motore . . . . . 53
Carburatore elementare . . . . . 54
Correzione automatica del titolo di miscela . . . . . 55
Dispositivo per la marcia al minimo . . . . . 57
Passaggio dal minimo al funzionamento di potenza . . 57
Pompa d'accelerazione o ripresa . . . . . 58
Dispositivo di avviamento . . . . . 58
Dispositivo di avviamento a farfalla di strozzamento . 58
Dispositivo di avviamento a carburatore ausiliario . . 59

Pagina

Automatizzazione del dispositivo di avviamento . . . 59
Particolarità dei moderni carburatori . . . . . 59
Centratore di miscela . . . . . 59
Dispositivo di piena potenza . . . . . 60
Carburatori a due o più corpi . . . . . 60
Carburatore delle vetture 1300-1500 . . . . . 62
Dispositivo di avviamento . . . . . 65
Alimentazione del carburatore . . . . . 69
Pompa di alimentazione . . . . . 69
Filtri del combustibile . . . . . 71
Depuratore o filtro aria . . . . . 71

ALIMENTAZIONE DEI MOTORI AD INIEZIONE

Condizioni essenziali . . . . . 72
Caratteristiche del motore . . . . . 72
Apparato di iniezione . . . . . 74
**Pompa d'iniezione** del combustibile: descrizione . . . 75
Funzionamento . . . . . 78
Stantuffi con elica invertita e con elica normale . . 78
Variazione della portata . . . . . 80
Trasmissione del movimento allo stantuffo . . . . 81
Valvola di mandata - Valvola di sovrapressione . . 81
**Regolatori di velocità** . . . . . 82
Regolatori meccanici . . . . . 82
Regolatori pneumatici . . . . . 83
Variatori di anticipo . . . . . 85
Pompa di alimentazione e filtri del combustibile . . . 86
**Iniettori** . . . . . 89
Termoavviatore . . . . . 92
Testa del motore ad iniezione e camera di combustione 92
Motori sovralimentati con turbosoffiante . . . . . 94

RAFFREDDAMENTO DEL MOTORE

Sistemi di raffreddamento . . . . . 99
**Raffreddamento ad acqua** . . . . . 100
Termostato . . . . . 101
Radiatore . . . . . 102
Ventilatore elettromagnetico . . . . . 102
Miscele anticongelanti . . . . . 102
Impianto di raffreddamento «sigillato» con liquido permanente . . . . . 103
**Raffreddamento ad aria** . . . . . 106

LUBRIFICAZIONE DEL MOTORE

Caratteristiche dei lubrificanti . . . . . 107
**Sistemi di lubrificazione** . . . . . 107
Lubrificazione per sbattimento . . . . . 110
Lubrificazione forzata con pompa . . . . . 110
Lubrificazione per miscelazione olio con il carburante 112
Pompa olio . . . . . 112
Manometro pressione olio o segnalatore insufficente pressione . . . . . 112
Indicatore del livello olio nella coppa . . . . . 112
Filtri olio . . . . . 112

ORGANI DELLA TRASMISSIONE

**Cambio di velocità** . . . . . 117
Necessità tecniche del cambio di velocità . . . . . 117
Costruzione del cambio di velocità . . . . . 119
Descrizione di un cambio di velocità . . . . . 120
Il comando del cambio di velocità . . . . . 122
Riduttore di velocità . . . . . 123
Moltiplicatore di velocità . . . . . 125
**Innesto a frizione** . . . . . 129
Scopo e realizzazione dell'innesto . . . . . 129
Tipi di innesti a frizione . . . . . 130
Il comando per l'innesto a frizione . . . . . 131
Comando idraulico della frizione . . . . . 132
**Frizione automatica** . . . . . 133
Costituzione . . . . . 133

Pagina

Descrizione . . . . . 134
Funzionamento . . . . . 135

**Giunto idraulico** - Funzionamento . . . . . 136
Giunto idraulico con bloccaggio montato su autobus 139

**Alberi e giunti per la trasmissione del moto** . . . . 140
Albero di trasmissione . . . . . 140
Giunti deformabili per la trasmissione del moto . . 140
Giunti elastici - Giunti cardanici . . . . . 141

**Coppia conica di trasmissione - Differenziale - Ponte posteriore** . . . . . 142
Coppia conica e differenziale . . . . . 142
Funzionamento del differenziale . . . . . 143
Dispositivo di bloccaggio del differenziale . . . . 145
Doppia riduzione della trasmissione . . . . . 145
Ponte posteriore . . . . . 145
Vetture con motore posteriore . . . . . 146

ORGANI DI DIREZIONE, SOSPENSIONE E FRENATURA

**Guida e sterzo** . . . . . 151
Organi della direzione . . . . . 152
Assale o bracci oscillanti della sospensione anteriore 152
Fusi a snodo . . . . . 153
Organi dello sterzo . . . . . 153
Comando dello sterzo . . . . . 154
Inclinazioni caratteristiche dei fusi e perni di snodo 155
Convergenza ed inclinazione delle ruote anteriori . . 156
Autocarro con due assali anteriori e quattro ruote sterzanti (Fiat mod. 690 N) . . . . . 157

**Servosterzo idraulico** . . . . . 158
Servosterzo dell'autocarro mod. 690 N . . . . . 158
Servosterzo Fiat tipo F 1 . . . . . 159
Sterzo idraulico a vite per veicoli industriali . . . . 162
Servosterzo per autovetture . . . . . 163

**La sospensione degli autoveicoli** . . . . . 165
Scopo e modo di agire della sospensione . . . . 165
Molle . . . . . 166
Molle a balestra . . . . . 167
Molle ad elica . . . . . 168
Barre di torsione . . . . . 168
Sospensione anteriore con barre di torsione della vettura mod. 1800 . . . . . 168
Sospensione pneumatica . . . . . 170
Ammortizzatori . . . . . 172
Ammortizzatori telescopici . . . . . 173
Ammortizzatori con leva per veicoli industriali (Houdaille) . . . . . 174
Pneumatici . . . . . 176
Pneumatici senza camera d'aria . . . . . 177

**La frenatura degli autoveicoli** . . . . . 178
Considerazioni generali . . . . . 178
Velocità e distanza d'arresto . . . . . 178
Coefficienti di attrito tra i pneumatici ed il suolo . . 178
Tabella delle distanze di arresto in metri . . . . 180
Sistema frenante delle ruote . . . . . 181
Funzionamento della pompa e dei cilindretti idraulici 181
Dispositivo regolatore di pressione . . . . . 183
Freni a disco . . . . . 185
Costituzione . . . . . 185
Funzionamento . . . . . 187
Meccanismo per freno a mano sui dischi posteriori 187
Servofreno per autovetture: azionamento . . . . . 187
Servofreni per autocarri e autobus . . . . . 189
Servofreno ad aria compressa . . . . . 189
Distributore Duplex a tre sezioni con regolatore-depuratore . . . . . 191
Funzionamento del regolatore-depuratore . . . . 191
Funzionamento del distributore . . . . . 193
Cilindri pneumatici per comando ganasce . . . . 194
Frenatura ausiliaria con il motore . . . . . 195

Pagina

**PARTE TERZA**

IMPIANTO ELETTRICO

**Accensione** - Generalità . . . . . 199
Accensione a batteria . . . . . 200
Batteria . . . . . 200
Bobina (rocchetto di accensione) . . . . . 201
Distributore di accensione o spinterogeno . . . . . 202
Ruttore . . . . . 202
Condensatore . . . . . 202
Dispositivo di anticipo automatico . . . . . 203
Distributore . . . . . 203
Correttore di anticipo a depressione . . . . . 203
Variatore di anticipo di calettamento . . . . . 204
Candele di accensione . . . . . 204

**Equipaggiamento elettrico degli autoveicoli** . . . . 206
Generalità . . . . . 206
Dinamo . . . . . 208
Particolarità costruttive . . . . . 208
Regolazione con terza spazzola . . . . . 211
Regolazione con gruppo di regolazione . . . . . 211
Gruppi di regolazione Fiat . . . . . 212
Funzionamento . . . . . 213
Impianto di ricarica con Alternatore . . . . . 217
Regolatore di tensione . . . . . 223
Trasmettitore di segnacarica . . . . . 227
Motore di avviamento . . . . . 230
Funzionamento . . . . . 230
Dispositivo d'innesto a comando meccanico . . . 231
Dispositivo d'innesto ad inerzia . . . . . 233
Dispositivo d'innesto con comando elettromagnetico 233
Interruttori di avviamento . . . . . 234

**Illuminazione del veicolo** . . . . . 235
Proiettori . . . . . 235
Impianto di illuminazione delle vetture 1300-1500 . 236

**Apparecchi di controllo, comando e segnalazione** . 237
Indicatore livello benzina . . . . . 238
Segnalatore riserva benzina . . . . . 238
Manometro olio . . . . . 238
Segnalatore insufficente pressione olio . . . . . 238
Segnalatore insufficente tensione dinamo per carica batteria . . . . . 238
Termometro acqua . . . . . 239
Levetta comando luci di direzione . . . . . 239
Levetta di commutazione illuminazione esterna . . . 240
Segnalatore accensione luci di posizione . . . . . 240
Commutatore a chiave per accensione, segnalazioni varie e avviamento motore . . . . . 240
Interruttore per illuminazione esterna . . . . . 240
Interruttore a pomello per illuminazione quadro di controllo . . . . . 240
Segnalatori funzionamento luci di direzione . . . . . 241
Interruttore comando elettroventilatore anteriore . . 241
Interruttore comando elettroventilatore posteriore . . 241
Segnalatore funzionamento elettroventilatore . . . . 241
Interruttore comando segnalatore freno a mano inserito 241
Segnalatore freno a mano inserito . . . . . 241
Segnalatore funzionamento proiettori a piena luce . 241
Commutatore per tergicristallo . . . . . 241
Anello a pressione per comando avvisatori acustici a due toni . . . . . 241
Presa di corrente per lampada trasportabile d'ispezione 241
Accendisigari elettrico . . . . . 241
Orologio elettrico . . . . . 241
Descrizione e funzionamento dell'indicatore livello benzina . . . . . 241
Descrizione e funzionamento dell'impianto di segnalazione direzione a lampeggiamento . . . . . 242
Descrizione e funzionamento del devioguidasgancio-deviolampiluce . . . . . 244
Descrizione e funzionamento del gruppo tergicristallo 244
Lavacristallo parabrezza . . . . . 245
Descrizione e funzionamento degli avvisatori acustici 246
Teleruttore per avvisatori acustici . . . . . 247
Specchio retrovisore con dispositivo anabbagliante e luce interna . . . . . 247
Valvole fusibili di protezione dell'impianto elettrico delle vetture modd. 1300-1500 . . . . . 248