

---

*SPIEGAZIONE DEL SISTEMA  
DI INIEZIONE DIESEL  
A CONTROLLO ELETTRONICO  
JTD (Common Rail)*

---

---

---

## ***INTRODUZIONE: IL COMMON RAIL (o JTD)***

**Il Common Rail viene lanciato come progetto verso metà degli anni '80 dal gruppo FIAT, al fine di realizzare un sistema di iniezione diretta tecnologicamente evoluto; nel 1990 inizia l'attività di preindustrializzazione, che viene completata nel 1993.**

**Nel 1994 il progetto viene ceduto al gruppo Bosch: nel 1997 il sistema viene commercializzato.**

**A differenza dei sistemi classici, il Common Rail prevede che la generazione di pressione sia disaccoppiata rispetto l'iniezione: ciò significa che la pressione viene generata indipendentemente dal numero di giri e dalla quantità di carburante e può essere selezionata all'interno di un intervallo prefissato (150+1350 bar). Il componente che rende possibile il disaccoppiamento è l'accumulatore ad alta pressione; il cuore del sistema sono gli iniettori, comandati elettricamente.**

**Il sistema è gestito in modo completamente elettronico e consente la generazione di iniezioni multiple (pilota, gestione post-iniezione).**

**I vantaggi di questo sistema rispetto l'iniezione indiretta sono:**

- **Maggior potenza specifica erogata dal motore;**
- **Maggior coppia specifica erogata dal motore;**
- **Consumi ed emissioni ridotti;**
- **Riduzione del rumore del motore;**
- **Maggior guidabilità della vettura.**

**[Principio di funzionamento](#)**



---

---

## **PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO**

Una pompa del tipo *Radialjet* (cioè a pistoncini radiali) fornisce il gasolio alla pressione regolata di iniezione (che ha valore massimo 1350 bar). La regolazione viene effettuata da un'elettrovalvola a due vie detta *regolatore di pressione*. Il gasolio in pressione viene raccolto all'interno del collettore su cui sono montati gli elettroiniettori (il *rail*), il quale attenua eventuali oscillazioni di pressione (*ripple*).

Sul rail è montato un sensore apposito che ha il compito trasmettere alla centralina il valore di pressione del gasolio all'interno del rail; questo segnale serve per gestire un loop di controllo (*feedback*).

Ciascun elettroiniettore viene alimentato dal gasolio presente nel rail e viene pilotato elettromagneticamente dalla centralina: quando quest'ultima invia un impulso in corrente, viene eccitato l'attuatore elettromagnetico all'interno dell'iniettore che, aprendo una luce, crea una differenza di pressione, la quale determina l'apertura dello spillo e quindi l'iniezione.

Il controllo dell'intero sistema è affidato alla centralina elettronica: essa contiene le unità di controllo e di potenza per il pilotaggio dei vari attuatori.

Il sistema è altresì dotato di una serie di sensori in grado di informare la centralina riguardo lo stato del motore e le richieste del conducente.

Al fine di ridurre le emissioni inquinanti il sistema è completato da un attuatore per l'EGR.

Il sistema è composto da quattro circuiti interdipendenti che sono:

- [Circuito idraulico](#)
- [Circuito aspirazione aria;](#)
- [Circuito elettrico-elettronico;](#)
- [Ricircolo dei gas di scarico](#)

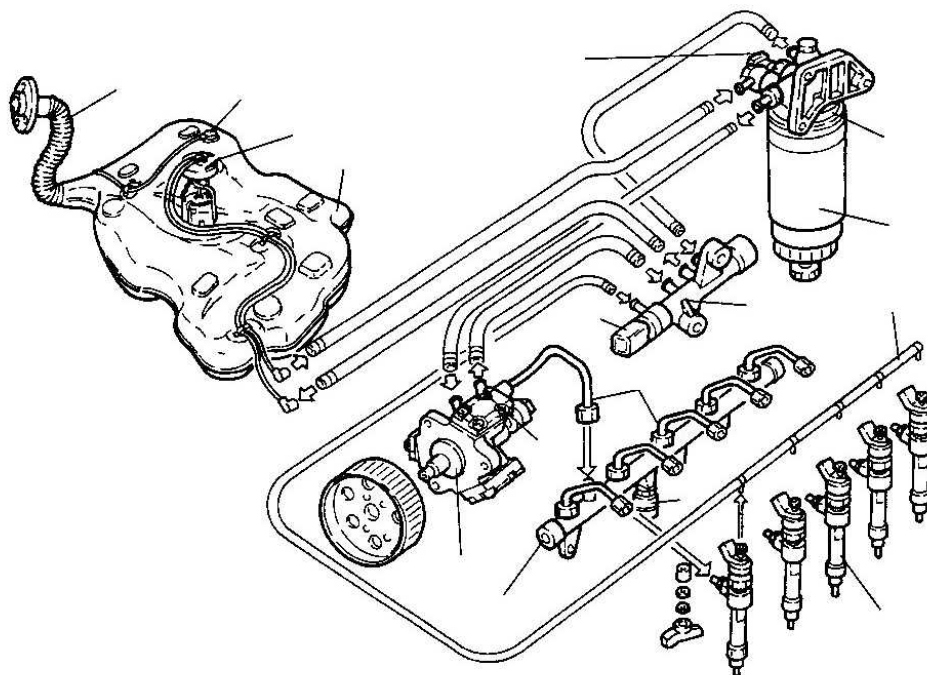
**Avanti >**

**< Indietro**



---

## IL CIRCUITO IDRAULICO



Questo circuito ha il compito di ripartire il combustibile dal serbatoio verso ciascun cilindro attraverso la pompa e gli iniettori. Si divide in due parti: il circuito a bassa e quello ad alta pressione.

Il circuito idraulico è composto da:

- filtro carburante
- sistema di riscaldamento combustibile
- elettropompa
- pompa iniezione ad alta pressione
- regolatore di pressione
- rail
- sensore temperatura gasolio
- elettroiniettori

**Avanti >**

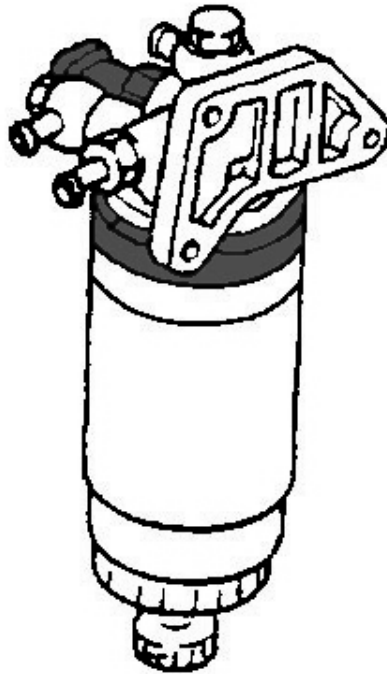
**< Indietro**



---

---

## FILTRO DEL CARBURANTE



La funzione del filtro del combustibile è di limitare il più possibile che le particelle solide presenti nel gasolio raggiungano la pompa e gli iniettori; inoltre è di estrema importanza in quanto evita che l'acqua condensata nel serbatoio del combustibile raggiunga gli elementi meccanici del sistema e li danneggi. È di solito del tipo a cartuccia con elemento filtrante costituito da una serie di dischi in carta ad alto potere filtrante ed è inserito tra la pompa che preleva il carburante dal serbatoio e la pompa rotativa, che effettua l'iniezione. Ultimamente sul filtro viene montato il sensore presenza acqua.

**Avanti >**

**< Indietro**

---

---

## SISTEMA DI RISCALDAMENTO DEL GASOLIO



**Riscaldatore**



**Termointerruttore**

Su alcuni modelli il filtro del combustibile è dotato di un dispositivo di preriscaldamento combustibile comandato da una valvola termostatica; questa valvola apre/chiude un condotto munito di una resistenza che viene riscaldata. In questo modo il combustibile si riscalda prima migliorando il funzionamento del motore a freddo ed evitando che il gasolio si geli.

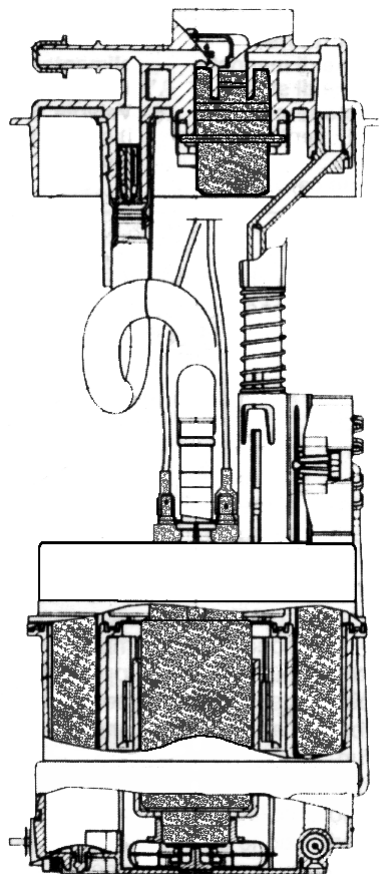
**Avanti >**

**< Indietro**



---

## ELETTROPOMPA



L'elettropompa ad immersione è alloggiata direttamente nel serbatoio; è del tipo volumetrica a rullini. È dotata di due valvole , una di *non ritorno* (per evitare che il circuito combustibile si svuoti) e una di *sovrapressione* (che evita che la pressione superi i 5 bar). L'elettropompa è alloggiata in un cestello a cui è annesso anche il galleggiante del livello carburante.

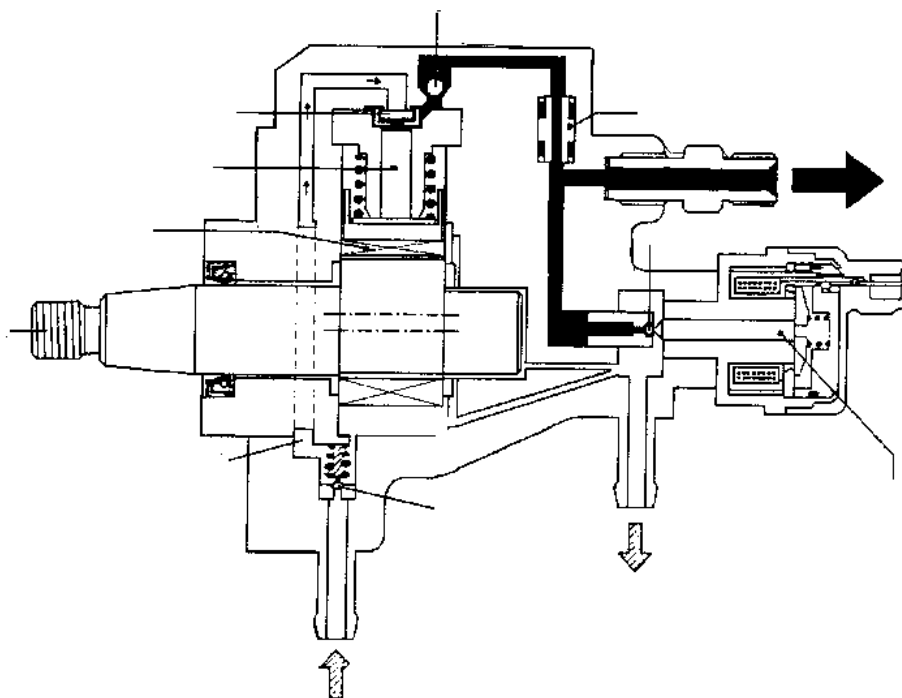
**Avanti >**

**< Indietro**



---

## LA POMPA D'INIEZIONE AD ALTA PRESSIONE



La pompa d'iniezione è del tipo *radialjet* ed è dotata di 3 pompanti radiali; viene trascinata dalla cinghia di distribuzione senza obblighi di fasatura col motore ad una velocità di rotazione pari alla metà di quella del motore. Ogni gruppo pompante è composto da un pistone, il cui movimento è determinato da un eccentrico solidale con l'albero della pompa, da una valvola di aspirazione a piattello e da una valvola di mandata sferica.

La pompa viene raffreddata e lubrificata mediante lo stesso gasolio che la attraversa e che viene reinviato al serbatoio a pressione atmosferica; la pressione di mandata è regolata tramite un'elettrovalvola, detta anche *regolatore di pressione*.

La pressione di alimentazione minima all'ingresso della pompa deve essere pari a 0,5bar, mentre la portata minima in ingresso deve essere pari a 0,5 lt/min: per questo motivo viene utilizzata l'elettropompa ad immersione precedentemente descritta.

La pompa è in grado di fornire una pressione massima che può raggiungere i 1350 bar.

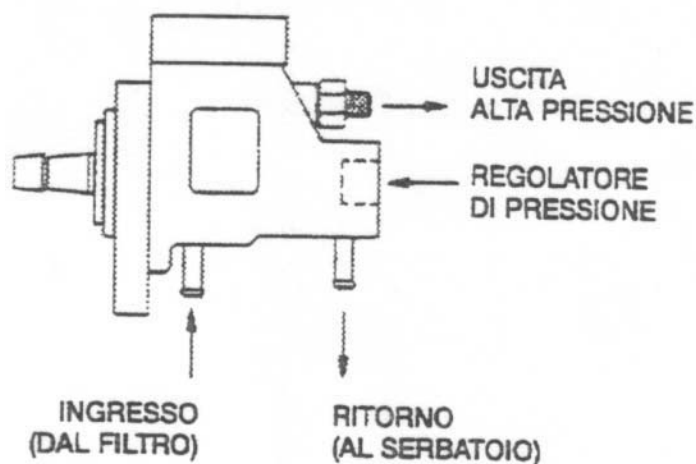
[Avanti >](#)

[< Indietro](#)



---

## IL REGOLATORE DI PRESSIONE



**Il regolatore di pressione è costituito da un otturatore sferico mantenuto sulla sua sede da un'asta caricata da una molla e dalla forza generata da un solenoide (quando eccitato).**

**Quando il suddetto solenoide non è eccitato la pressione dipende unicamente dalla molla che fornisce un valore di circa 150bar a 1000giri/min pompa; il precarico può essere regolato agendo sugli appositi spessori di registro.**

**La pressione viene regolata grazie ad un segnale PWM (Pulse Width Modulation) che alimenta la bobina del solenoide; il duty cycle di questo segnale può variare nel range 1% - 95% e viene gestito via software.**

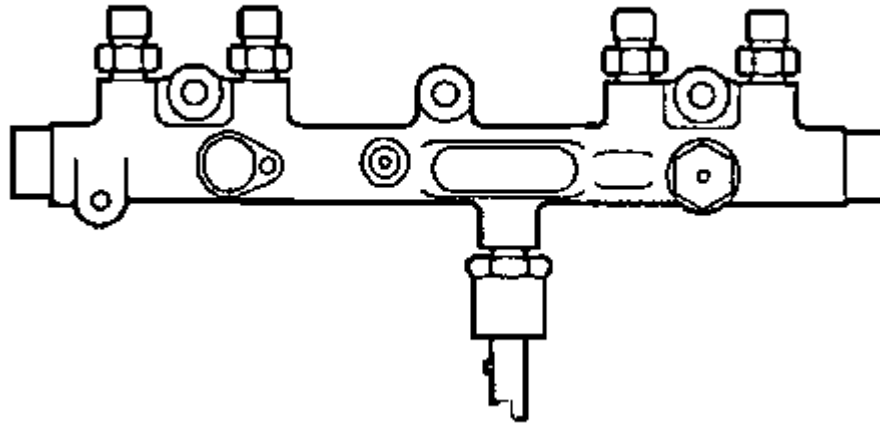
**Avanti >**

**< Indietro**

---

---

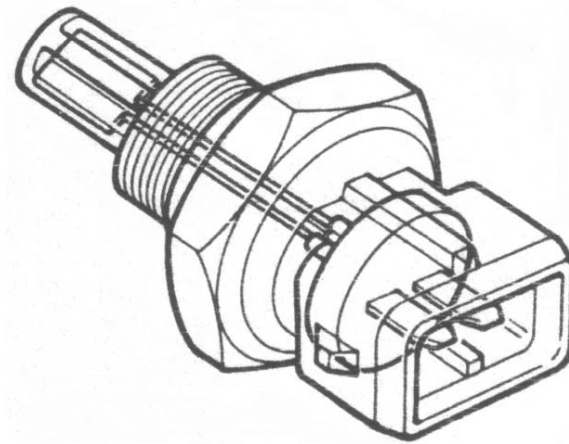
## RAIL



**Il rail è il collettore di accumulo del carburante in alta pressione; ha la funzione di smorzare le oscillazioni derivanti dai pompaggi della pompa e dalle aperture degli elettroiniettori.**

**È costruito in acciaio ed è ha la forma di un parallelepipedo, con una cavità interna di forma cilindrica; il suo fissaggio al motore avviene tramite opportuni fori passanti.**

## **SENSORE TEMPERATURA DEL COMBUSTIBILE**



**E' una resistenza di tipo NTC, collocata sul collettore di ritorno del combustibile.**

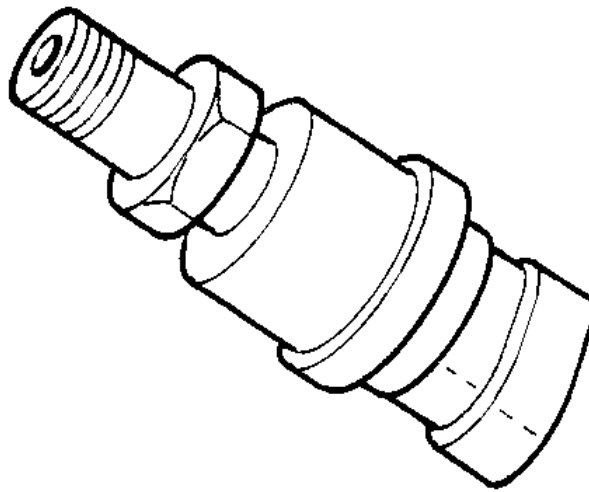
**Il segnale rilevato è importante in quanto la densità del combustibile varia in funzione della sua temperatura; di conseguenza la quantità di combustibile iniettata in un tempo fisso varia in base alla temperatura del combustibile.**

**Avanti >**

**< Indietro**

---

## SENSORE PRESSIONE DEL COMBUSTIBILE



Questo sensore ha il compito di rilevare la pressione del combustibile presente nel rail al fine di determinare la pressione di iniezione; tale valore viene utilizzato per un controllo in loop chiuso (detto anche feed-back) della pressione stessa e per calcolare la durata del comando elettrico dell'iniezione. È posizionato al centro del *rail*.

---

---

## ELETTROINIETTORI



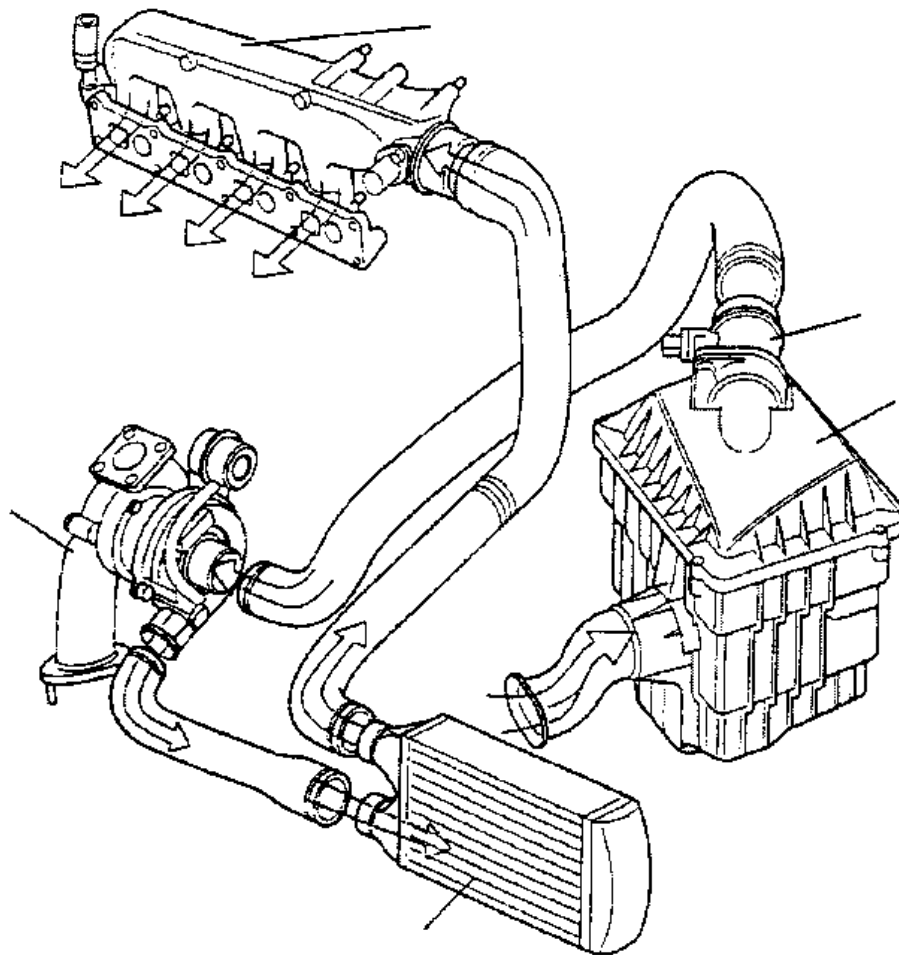
**Gli iniettori sono una delle particolarità del sistema JTD: infatti, a differenza dei sistemi diesel classici, sono del tipo elettrico e vengono alimentati a 12V. Sono montati sulla testa cilindri e vengono comandati dalla centralina elettronica di controllo; prevedono un'alimentazione in alta pressione (circa 1350bar). I collegamenti idraulici sono realizzati con tubazioni in acciaio; il ricircolo della pompa e degli iniettori devono essere separati: i secondi vengono raccolti in una tubazione unica e inviati al serbatoio.**

**Avanti >**

**< Indietro**

---

## IL CIRCUITO DI ASPIRAZIONE ARIA



Il circuito di aspirazione aria deve fornire l'aria necessaria al sistema per la combustione del gasolio; l'aria aspirata attraversa il filtro (per trattenere eventuali impurità) viene misurata da un sensore apposito (misuratore di massa d'aria). Poiché il motore è turbo occorre anche la sovralimentazione di aria (fornita da un turbocompressore).

Il circuito di aspirazione aria risulta costituito da:

- misuratore massa aria
- sensore temperatura aria aspirata
- turbocompressore
- intercooler

[Avanti >](#)

[< Indietro](#)

---

---

---

## **IL MISURATORE MASSA ARIA**



**Questo sensore informa la centralina della massa d'aria che il motore aspira. Esso è composto da un circuito elettronico che ha il compito di mantenere a temperatura costante una pellicola calda. Il passaggio dell'aria attraverso il condotto di aspirazione tende a raffreddare, in misura variabile, questa pellicola, obbligando il circuito elettronico ad aumentare l'intensità di corrente fornita alla pellicola stessa per mantenerla a temperatura costante.**

**La centralina risale alla massa di aria che ha attraversato il condotto in base alla quantità di corrente che ha fornito al sensore.**

**L'impiego di questo sensore non necessita della bruciatura di eventuali depositi come accadeva per il filo caldo.**

**Avanti >**

**< Indietro**



---

---

## **SENSORE TEMPERATURA ARIA ASPIRATA**

**Il sensore temperatura aria aspirata ha il compito di informare la centralina riguardo le condizioni di temperatura ed è collocato all'interno del misuratore massa aria. E' una resistenza di tipo NTC che al variare della temperatura dell'aria, varia la propria resistenza interna.**

**Avanti >**

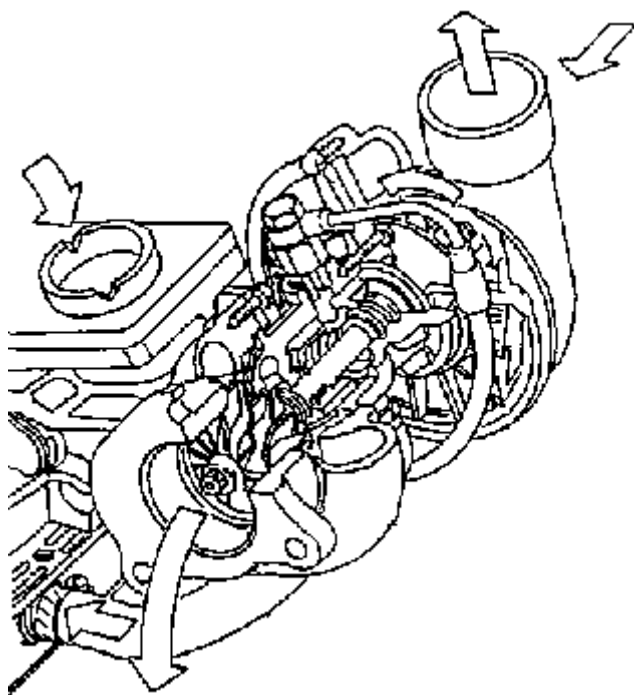
**< Indietro**



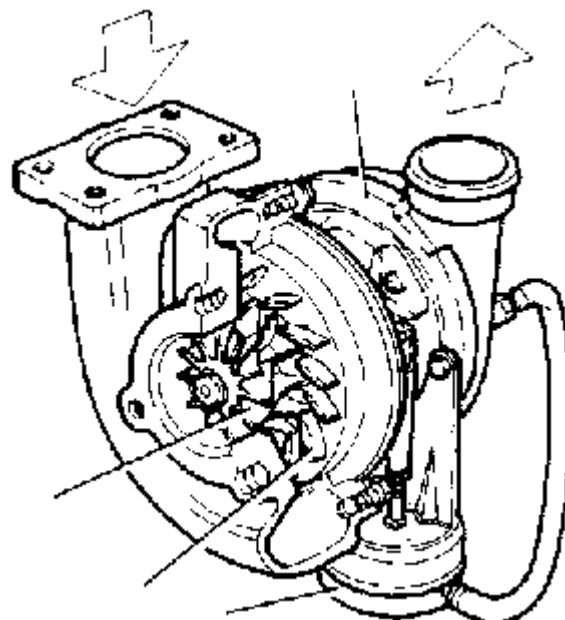


---

## IL TURBOCOMPRESSORE



**Turbocompressore normale**



**Turbocompressore a geometria variabile**

**Il turbocompressore permette di sovralimentare di aria il motore, sfruttando l'energia cinetica dei gas di scarico. In questo modo si migliora la combustione, il rendimento e di conseguenza si riducono le emissioni di residui inquinanti.**

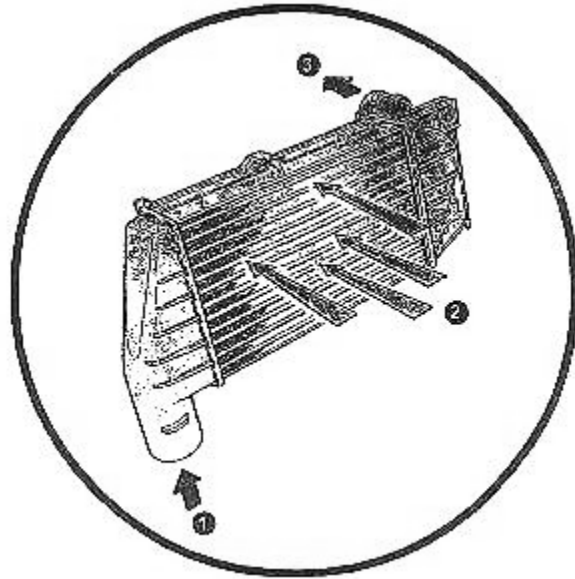
**Per vetture con motorizzazione 1900cm<sup>3</sup> si impiega un turbocompressore classico, mentre per vetture con motorizzazione 2400cm<sup>3</sup> si impiega un turbocompressore a geometria variabile.**

**Avanti >**

**< Indietro**

---

## L'INTERCOOLER



1. Entrata proveniente dal turbo
2. Aria forzata per ottenere il raffreddamento
3. Uscita verso il motore

**L'intercooler è una sorta di piccolo radiatore; ha la funzione di raffreddare l'aria compressa fornita dal turbocompressore e diretta verso il collettore di aspirazione: questa operazione ha il vantaggio di permettere l'introduzione nel cilindro di una maggior massa di aria a parità di pressione.**

**Avanti >**

**< Indietro**

---

---

## **IL CIRCUITO ELETTRICO-ELETTRONICO**

Trattandosi di un motore diesel gestito elettronicamente, il circuito elettrico elettronico diventa di vitale importanza per il buon funzionamento del sistema. Tale sistema risulta costituito da una centralina che riceve informazioni da una serie di sensori, in base alle quali determina come pilotare i vari attuatori per gestire le funzioni di controllo della portata, dell'anticipo e le strategie di comfort di guida.

Il circuito elettrico-elettronico è composto da:

- Centralina elettronica
- Sensore di giri
- Sensore di fase
- Potenzimetro posizione dell'acceleratore
- Sensore temperatura del liquido refrigerante
- Sensore pressione atmosferica (nella centralina)
- Sensore di velocità vettura
- La centralina di preriscaldamento candele
- Interruttore del freno
- Interruttore della frizione
- Sensore di sovrappressione

**Avanti >**

**< Indietro**



---

---

## **CENTRALINA ELETTRONICA**

La *centralina elettronica* BOSCH è il cervello di tutto il sistema di iniezione elettronica; essa riceve le seguenti informazioni dai sensori del sistema:

- MISURATORE MASSA ARIA
- SENSORE DI GIRI
- SENSORE DI FASE
- POTENZIOMETRO POSIZIONE DELL'ACCELERATORE
- SENSORE TEMPERATURA ARIA ASPIRATA (interno al DEBIMETRO)
- SENSORE TEMPERATURA DEL LIQUIDO REFRIGERANTE
- SENSORE PRESSIONE ATMOSFERICA (nella centralina)
- SENSORE TEMPERATURA DEL COMBUSTIBILE
- SENSORE PRESSIONE DEL COMBUSTIBILE
- SENSORE DI VELOCITA'
- SENSORE DI SOVRAPRESSIONE
- INTERRUTTORI PEDALE FRENO ED ACCELERATORE
- SE PRESENTE ARIA CONDIZIONATA, INNESTO DEL COMPRESSORE

In base ai valori rilevati dai sensori e utilizzando le mappature interne alla sua memoria, la centralina decide la strategia di intervento e di correzione dei tempi base di iniezione, agendo sugli attuatori:

- LA CENTRALINA DI PRERISCALDO CANDELETTE
- LA SPIA DI PRERISCALDO CANDELETTE
- GLI ELETTROINIETTORI
- IL CONTAGIRI
- L'EVENTUALE INFORMAZIONE DI GUASTO
- L'ENTRATA IN FUNZIONE DEL COMPRESSORE DEL CONDIZIONATORE
- L'ELETTROVALVOLA BORG WARNER (cioè la valvola modulatrice di depressione per il sistema EGR)
- IL REGOLATORE DI PRESSIONE
- LE ELETTROVENTOLE RADIATORE MOTORE

**Avanti >**

**< Indietro**



---

---

## SENSORE NUMERO DI GIRI



L'informazione del numero di giri e della posizione angolare è fornita da un trasduttore a riluttanza magnetica (pick-up) posizionato di fronte alla ruota fonica, calettata sull'albero motore e dotata di 58 denti più un vano corrispondente a due denti consecutivi (BUCO); per questo motivo è detta ruota fonica a 60-2 denti. Il sensore induttivo è un generatore di tensione che funziona in base al principio dell'induzione elettromagnetica, secondo il quale in un conduttore posto all'interno di un campo magnetico, si genera una tensione alternata quando il suddetto campo magnetico subisce una variazione; il passaggio di uno dei denti sotto il sensore comporta una variazione di flusso magnetico e quindi una corrente indotta nel sensore. Questo segnale (detto SMOT) è utilizzato per risalire al numero di giri.

**Avanti >**

**< Indietro**

---

---

## SENSORE DI FASE



L'informazione del numero di giri non è sufficiente per determinare la fasatura del motore; per questa ragione si utilizza una ruota ad effetto Hall calettata sull'albero di distribuzione; sulla puleggia comando dell'albero di distribuzione è ricavata una finestra che consente al sensore di fase di individuare la fase del motore. Infatti, quando il sensore ad effetto Hall si trova in corrispondenza della finestra, si verifica una variazione del campo magnetico e quindi un segnale alto; viceversa in corrispondenza dell'anello della puleggia si ha un segnale basso.

Il segnale fornito da questo sensore viene chiamato CAMMA e, congiuntamente allo SMOT, permette il riconoscimento del cilindro in compressione.

Attualmente il segnale CAMMA è utilizzato unicamente per il riconoscimento del primo cilindro; per la fasatura in seguito si utilizza solamente lo SMOT.

**Avanti >**

**< Indietro**



---

## POTENZIOMETRO PEDALE ACCELERATORE



**Il pedale dell'acceleratore è collegato ad un potenziometro che trasforma la sua posizione in un segnale elettrico. Al suo interno esiste un contatto di regime minimo e un interruttore di kick-down. Questo segnale è molto importante per il calcolo della portata e dell'anticipo.**

**Avanti >**

**< Indietro**



---

---

## **SENSORE TEMPERATURA LIQUIDO REFRIGERANTE**



**Questo sensore è una resistenza variabile di tipo NTC (Negative Temperature Coefficient), installata sul termostato e lambita dal liquido refrigerante del motore. Al variare della temperatura, varia la propria resistenza interna e di conseguenza anche il segnale inviato verso la centralina (tensione).**

**In questo modo la centralina risale alla temperatura del motore e può adattare i parametri di correzione.**

**Avanti >**

**< Indietro**





---

---

## **SENSORE PRESSIONE ATMOSFERICA**

**Il sistema è dotato di un sensore di pressione atmosferica alloggiato nella centralina; in base al valore rilevato, la centralina decide la strategia per il controllo della funzione EGR.**

**Questo parametro è utile anche per il buon funzionamento del turbo e per evitare fumo nero ad altitudini maggiori.**

**Avanti >**

**< Indietro**



---

## SENSORE DI VELOCITÀ



**È un sensore ad effetto Hall situato sul cambio. Con il segnale ricavato la centralina corregge la quantità di combustibile e l'anticipo d'iniezione in relazione alle condizioni riscontrate. Il segnale, in concomitanza con il sensore di pedale frizione, si usa anche per determinare la marcia con cui la vettura sta viaggiando.**

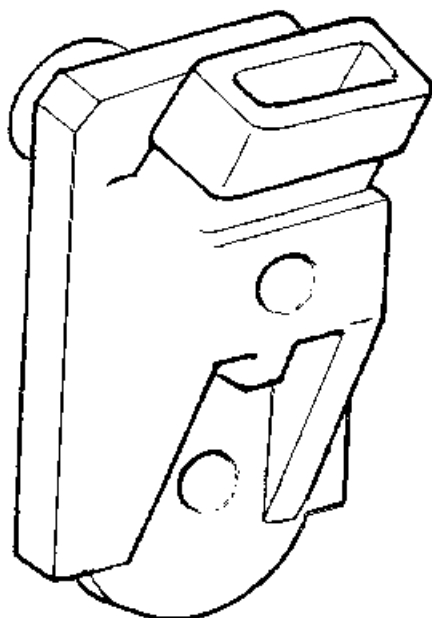
**Avanti >**

**< Indietro**



---

## **SENSORE DI SOVRAPRESSIONE**



**Questo sensore è collocato sul collettore di aspirazione; il segnale che rileva viene usato dalla centralina elettronica per regolare la pressione e la durata dell'iniezione.**

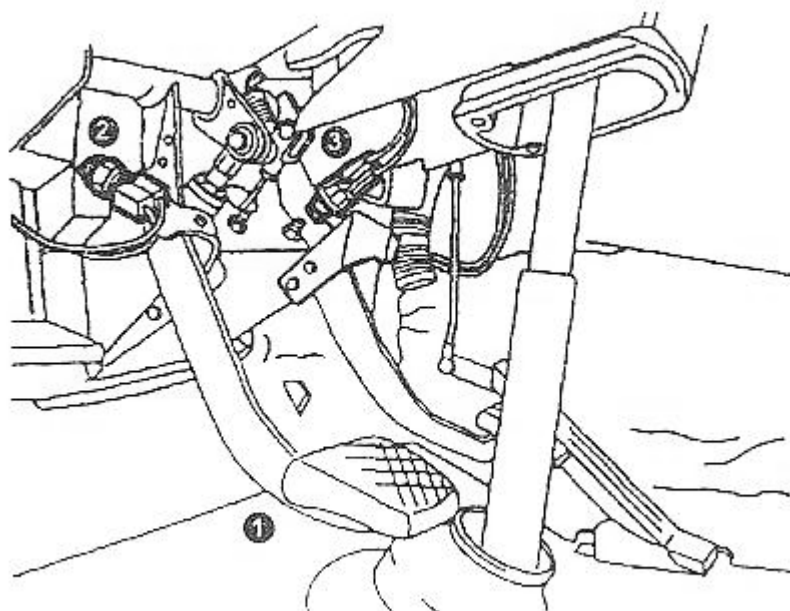
**Avanti >**

**< Indietro**



---

## CONTATTORE DELLA FRIZIONE



1. Pedale della frizione
2. Interruttore della frizione
3. Interruttore del freno

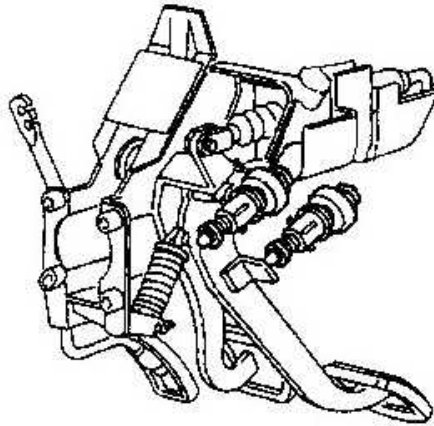
La centralina riceve dal contattore frizione un segnale di pedale frizione premuto/non premuto e diminuisce la quantità di combustibile d'iniezione nel momento in cui viene premuto il pedale della frizione, durante i processi di cambio di marcia; ciò favorisce un andamento più uniforme del veicolo ed evita lo scuotimento del motore.

**Avanti >**

**< Indietro**

---

## CONTATTORE DEL FRENO



Questo segnale è preso dal circuito degli stop ed è utilizzato dalla centralina per riconoscere l'azione del conducente sul pedale del freno e come segnale di decelerazione del motore

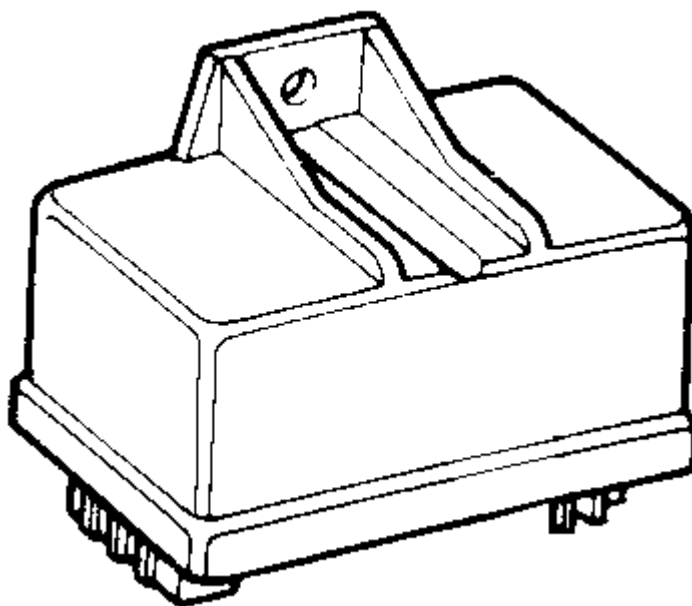
**Avanti >**

**< Indietro**



---

## CENTRALINA DELLE CANDELETTE



Il comando alle candele avviene tramite la *centralina di preriscaldamento*, sotto il controllo della centralina. Infatti per migliorare sia l'avviamento che la combustione in condizioni di bassa temperatura del motore, la centralina di preriscaldamento regola la durata di attivazione delle candele, al fine di ottenere una migliore combustione in queste fasi di funzionamento. Dopo l'avviamento segue la fase di post-riscaldamento, che permette una riduzione della rumorosità e una combustione più efficace.

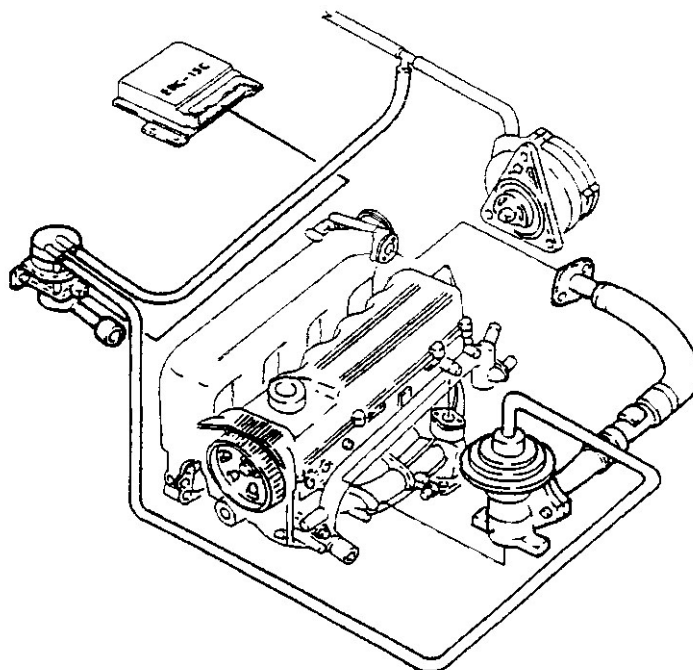
**Avanti >**

**< Indietro**



---

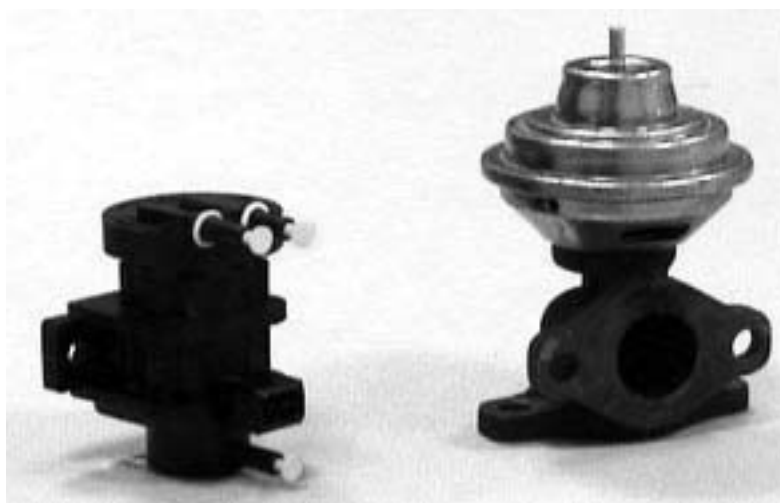
## IMPIANTO RICIRCOLO DEI GAS DI SCARICO



**Il riciclo dei gas di scarico è un provvedimento costruttivo indispensabile per la riduzione delle emissioni inquinanti. E' costituito dalla valvola EGR e la valvola di riciclo dei gas di scarico.**

**La valvola EGR è collocata tra il tubo di scarico ed il tubo di aspirazione; quando viene applicata una depressione, la valvola si apre e permette l'aggiunta di una parte dei gas di scarico al flusso d'aria.**

**La valvola di riciclo dei gas di scarico converte i segnali di natura elettrica provenienti dalla centralina in una depressione che comanda l'EGR. L'intero processo viene gestito dalla centralina mediante il diagramma caratteristico mappato nella sua memoria.**



**< Indietro**

---