

22 Tecnica dei veicoli industriali



Figura 1: Classificazione dei veicoli industriali

22.1 Classificazione

I veicoli industriali sono classificati in funzione del loro utilizzo.

Furgoni (fig. 2). Dotati di cassone chiuso oppure di pianale di carico con cabina singola o doppia, sono impiegati per il trasporto di persone e di merci.



Figura 2: Furgone

Autocarri multiuso (fig. 3). Consentono il trasporto di merci all'aperto, per esempio nella versione con pianale di carico, oppure al chiuso, per esempio nella versione con il cassone.

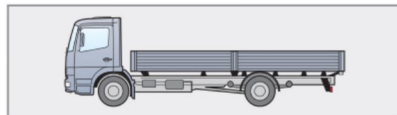


Figura 3: Autocarro multiuso

Autocarri speciali (fig. 4). Sono veicoli dotati di una configurazione particolare. Possono prevedere allestimenti o equipaggiamenti speciali a seconda

dello scopo, per esempio, serbatoi, silos o compatattori.

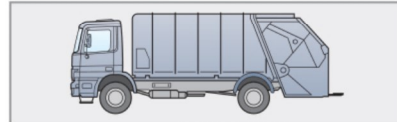


Figura 4: Autocarro speciale per la nettezza urbana

Autobus (fig. 5). A seconda delle versioni, può essere da turismo, di linea o speciale.



Figura 5: Autobus da turismo

Motrici (fig. 6). Le motrici sono impiegate per trainare i rimorchi. Per trainare semirimorchi devono essere dotate di ralla. L'insieme di motrice e rimorchio costituisce l'autotreno.

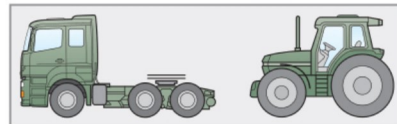


Figura 6: Motrici

22.2 Dimensioni

Le principali dimensioni di un veicolo industriale quali, per esempio, la larghezza, l'altezza e la lunghezza, sono stabilite nel Codice della strada e rispecchiano la direttiva UE 96/53/CE (fig. 1).

Tra le dimensioni che non sono stabilite direttamente per legge rientrano, per esempio, il passo, l'altezza e la lunghezza del telaio, lo sbalzo e l'altezza dal suolo.

Altezza e larghezza. La larghezza massima ammissibile per un veicolo industriale è di 2,55 m nella UE e di 2,50 m al di fuori della UE. L'altezza massima di un veicolo industriale in Europa (a esclusione dell'Inghilterra) è limitata a 4 m.

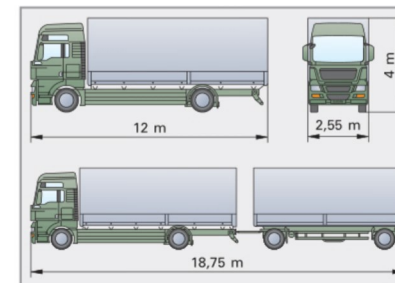


Figura 1: Altezza, larghezza e lunghezza massime

Lunghezza. I veicoli non articolati possono avere una lunghezza massima di 12 m. La lunghezza massima ammissibile per gli autoarticolati è 18,75 m, per gli autotreni 16,50 m.

22.3 Pesì ammissibili

Carico consentito sugli assi. Definisce il carico totale di un asse o di un gruppo di assi che non può essere superato. I carichi massimi ammissibili sugli assi definiscono il peso totale ammissibile e/o la massa totale di un veicolo industriale e quindi la sua portata massima.

Massa totale ammissibile. È la massa di un veicolo o di una combinazione di veicoli che non può essere superata. È la somma del peso a vuoto e della portata massima di un veicolo (fig. 3).

Potenza minima del motore. Per garantire una capacità di accelerazione sufficiente al raggiungimento della portata massima, il legislatore stabilisce una potenza minima del motore.

A norma di legge, la potenza minima dei veicoli industriali deve avere un valore di almeno 44 kW per ogni tonnellata di peso consentito al veicolo e al rispettivo carico rimorchiato.

rimorchio ad asse singolo	10 t + carico vert. statico agg. su disp. di traino	
rimorchio con 2 assi	18 t	
rimorchio con 3 assi	24 t	
autocarro con 2 assi	18 t	
autocarro con 3 assi	25 t 26 t	
autocarro con 4 o più assi	32 t	
autotreno con 5 o 6 assi, autocarro con almeno 3 assi con container ISO da 40 piedi per trasporto combinato	40 t 44 t	
articolato con 5 o 6 assi	40 t	

Figura 2: Valori massimi ammissibili nella UE

22.4 Norme in materia di carico

Il carico deve essere ben ancorato. In caso di frenata a fondo o di una manovra per evitare un ostacolo improvviso, il carico non deve né scivolare né ribaltarsi. Vanno rispettate le regole in materia di assicurazione del carico.

È responsabilità del conducente del veicolo verificare che l'autotreno e il carico siano a norma. La sicurezza del veicolo nel traffico non può essere compromessa dal carico. In generale, il carico non può sporgere rispetto al limite anteriore del veicolo. Al limite posteriore, il carico può sporgere sino a un massimo di 1,5 m. In caso di percorrenze inferiori ai 100 km, il carico può sporgere sino a 3 m. In generale deve essere apposta una segnalazione di colore rosso (cartello da 30 x 30 cm).

I seguenti obblighi sono quindi demandati al conducente del veicolo:

- prima dell'inizio del viaggio deve verificare che il veicolo non rappresenti un pericolo dal punto di vista della sicurezza stradale;
- deve verificare o eliminare la presenza di eventuali pericoli per la sicurezza stradale rappresentati dal carico;
- in caso di difformità che compromettono la sicurezza stradale non è possibile intraprendere il viaggio.

22.5 I motori per veicoli industriali



Figura 1: Motore per veicoli industriali pesanti

I requisiti che devono soddisfare i motori moderni dei veicoli industriali sono:

- basso consumo;
- basse emissioni di sostanze inquinanti;
- elevata durata nel tempo;
- coppia costante nell'intero intervallo di regime utile;
- lunghi intervalli di manutenzione;
- struttura che agevola gli interventi di manutenzione.

In virtù della maggiore efficienza e del conseguente consumo specifico ridotto, attualmente nei veicoli industriali sono impiegati quasi esclusivamente motori turbo Diesel.

Tabella 1: Confronto motori autovetture/veicoli industriali

	Motore a ciclo Otto		Motore turbo Diesel	
	Auto	Veic. ind.	Auto	Veic. ind.
Percorrenza min.	200.000 km	1.500.000 km	250.000 km	1.500.000 km
Percentuale di pieno carico	5-10%	~30%	5-10%	~30%
Potenza specif.	25-100 kW	10-45 kW	25-100 kW	10-45 kW
Regime nominale	5000-7500 giri/min	1700-3500 giri/min	3500-5500 giri/min	1700-3500 giri/min
Potenza freno motore	10-15%	60-100%	10-20%	60-100%
Cilindrata	1-6 l	3-14 l	1-6 l	3-14 l
Pressione di sovraliment.	... 1,5 bar	... 2,8 bar	... 2 bar	... 2,8 bar
Rapporto peso-potenza	1,3-5 kg/kW	2,5-8 kg/kW	1,8-5 kg/kW	2,5-8 kg/kW
Rendimento	~35%	~45%	~45%	~45%
Consumi	3...20 l/100 km	25...40 l/100 km	3...15 l/100 km	25...40 l/100 km

Nella tab. 1 sono riportati a titolo esemplificativo i parametri caratteristici dei motori di automezzi e di veicoli industriali.

Se nei furgoni la trazione è garantita da motori Diesel per autovetture maggiorate, nei veicoli industriali medio-pesanti e pesanti sono impiegati motori sino a 14 litri di cilindrata, a seconda del peso massimo ammissibile e dell'impiego del veicolo. Ne consegue che i motori dei veicoli industriali possono erogare una coppia massima compresa tra 1500 e 3000 Nm. La coppia motore rimane costantemente elevata nell'arco di un ampio intervallo di regimi motore.

Spesso si tratta di propulsori a 6 o 8 cilindri, con una configurazione in linea oppure a V. I motori Diesel dei veicoli industriali vantano, a pieno carico, consumi di carburante inferiori ai 200 g/kWh. Autocarri e autotreni riescono quindi, con un peso totale di 40 t, a garantire consumi medi compresi tra 25 l/100 km e 40 l/100 km a fronte di percorrenze di 1.000.000 km senza grossi interventi di manutenzione.

Curve caratteristiche del motore. La fig. 2 mostra le curve caratteristiche di un motore a 6 cilindri in linea con iniezione Common Rail e turbocompressore con 2 valvole di aspirazione e 2 valvole di scarico per cilindro.

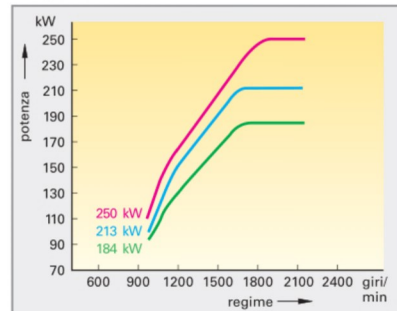


Figura 2: Curve caratteristiche di potenza dei motori di autocarri

A seconda delle necessità, quali, per esempio, l'impiego per percorrenze brevi, medie o lunghe oppure il trasporto su mezzi pesanti, sono previste diverse versioni dei motori, benché le componenti meccaniche (motore nudo) nella maggior parte dei casi rimangano invariate. Coppia e potenza erogabili possono essere modulate modificando i seguenti sistemi:

- carburazione;
- sistema di sovralimentazione;
- centralina motore (mappatura);
- sistema di trattamento dei gas di scarico.

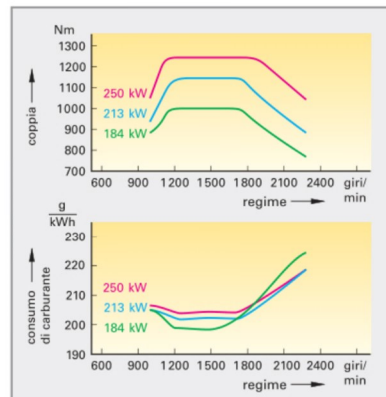


Figura 1: Coppia e consumo di carburante a pieno carico

Le curve caratteristiche sono rilevate a pieno carico, ovvero con pedale dell'acceleratore premuto a fondo, su un banco motore e/o un banco a rulli.

Nel caso dei motori per veicoli industriali, si cerca di raggiungere la coppia massima a regimi di rotazione molto bassi e di mantenerla costante per un intervallo di regime il più ampio possibile. In questo modo, i veicoli presentano un consumo specifico di carburante molto basso.

Come dimostrato dall'andamento della coppia del motore da 213 kW (fig. 1), già a un regime di 1250 giri/min è disponibile la coppia massima di 1150 Nm, mentre superati i 1850 giri/min, la coppia inizia a diminuire. All'interno di questo intervallo di regime, i consumi rimangono bassi (203 g/kWh), mentre la potenza aumenta costantemente sino a un massimo di 213 kW (cfr. fig. 2, pag. 736).

Per calcolare l'economicità di un veicolo industriale, è fondamentale conoscere il rapporto tra carico utile e peso totale e i costi di esercizio.

22.6 Impianti di iniezione per veicoli industriali

Gli impianti di iniezione per veicoli industriali svolgono le seguenti funzioni:

- mettono a disposizione la pressione di iniezione necessaria;
- iniettano il quantitativo di carburante necessario (regolazione delle quantità);
- regolano l'inizio dell'iniezione.

Si distinguono i seguenti sistemi di iniezione (tab. 1):

- pompa di iniezione distributrice VE;
- Common Rail CR;
- elemento iniettore-pompa PDE;
- iniettore condotta-pompa PLD.

Confronto. Nei motori con sistemi Common Rail la pressione di iniezione può essere regolata, indipendentemente dal carico e dal regime, sino alla pressione massima. In questo modo, anche a regimi bassi è garantito un processo di iniezione ottimale con una polverizzazione ideale e una pressione di iniezione elevata. Questo andamento della pressione di sistema liberamente impostabile non è disponibile nei sistemi controllati attraverso la camma, quali l'elemento iniettore-pompa e l'iniettore condotta-pompa. In questi sistemi, infatti, la pressione massima aumenta a fronte dell'aumento del regime motore. Alla stessa stregua anche l'impiego di iniezioni multiple per la riduzione delle emissioni, così come la pre e post-iniezione, trovano scarsa applicazione. Per questo motivo la maggior parte dei costruttori di motori Euro 5 ed Euro 6 ha optato per sistemi di iniezione Common Rail.

Tabella 1: Panoramica sui sistemi di iniezione dei veicoli industriali

pompe di iniezione distributrici come stantuffo oppure distributrici a pistoncini radiali	pompe di iniezione Common Rail	elementi iniettore-pompa	iniettore condotta-pompa
VE	CR	PDE	PLD

22.6.1 Il sistema Common Rail per i veicoli industriali

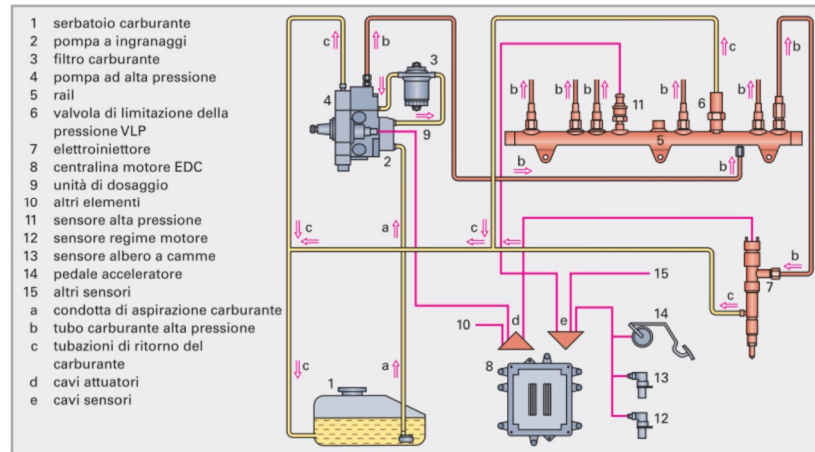


Figura 1: Sistema di iniezione Common Rail per veicoli industriali

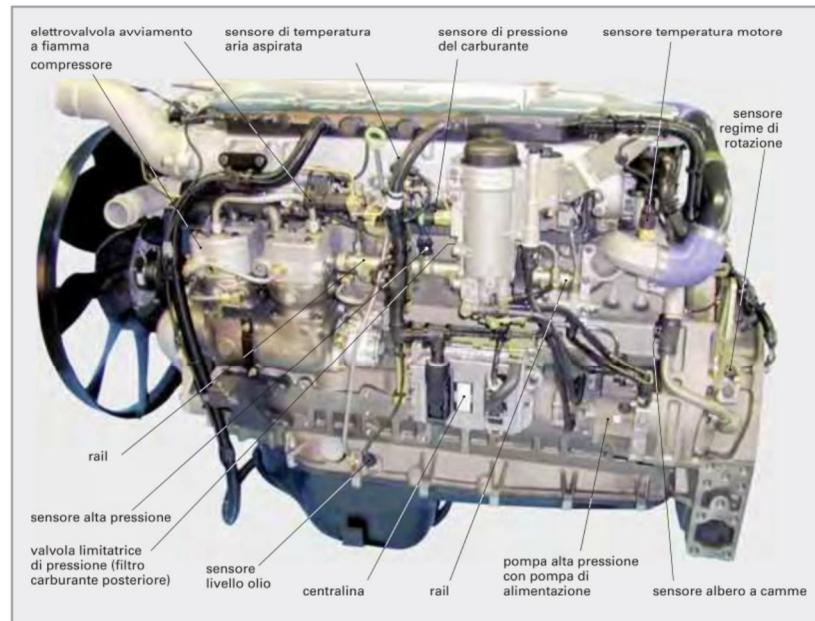


Figura 2: Componenti del sistema Common Rail sul motore

Il principio di funzionamento di base di tutti gli impianti di iniezione Common Rail, indipendentemente dal costruttore (autoveicoli, veicoli industriali, motori stazionari) è sempre lo stesso.

Il carburante è trasportato costantemente da una pompa ad alta pressione nel rail e qui accumulato ad alta pressione. A seconda delle condizioni di carico motore e del regime, il carburante è iniettato nelle camere di combustione dagli iniettori.

Nel sistema Common Rail, la generazione di pressione e l'iniezione sono due fasi distinte. Rispetto ad altri sistemi, come il sistema iniettore-pompa, si evidenziano i seguenti vantaggi:

- accumulo di pressione;
- possibilità di iniezione multipla;
- pressione quasi costante durante l'iniezione;
- relativamente contenuto assorbimento di potenza da parte della pompa.

La centralina EDC calcola, a seconda delle condizioni di esercizio, le seguenti grandezze relative all'iniezione:

- inizio dell'iniezione;
- quantità di iniezione;
- pressione di iniezione/pressione nel rail;
- andamento temporale dell'iniezione, pre-iniezione, iniezione principale, post-iniezione.

A seconda della normativa Euro di riferimento e del costruttore del veicolo, si generano delle pressioni di iniezione massime comprese tra 1600-2600 bar. In futuro sarà possibile raggiungere anche i 3000 bar.

Tipologie di pompe ad alta pressione

Nei veicoli industriali vengono impiegate pompe ad alta pressione con 2, 3 o 4 pistoni, solitamente con lubrificazione a olio (figg. da 1 a 3).

Rispetto alle pompe ad alta pressione per autoveicoli, gli ingranaggi interni delle pompe ad alta pressione per veicoli industriali non sono lubrificati con carburante diesel, bensì con olio motore (fig. 2). La durata di vita delle pompe, di conseguenza, aumenta. Le pompe possono avere, a seconda del modello, sino a un massimo di 2 unità di dosaggio per la regolazione della pressione.



Figura 1: Pompa ad alta pressione a 2 pistoni con un'unità di dosaggio

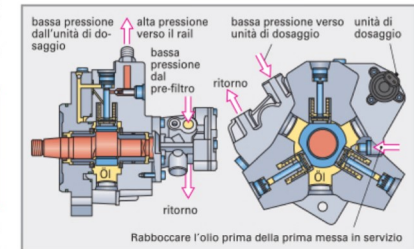


Figura 2: Pompa ad alta pressione a 3 pistoni



Figura 3: Pompa ad alta pressione a 4 pistoni

Regolazione della pressione

Nei veicoli industriali la regolazione lato aspirazione avviene tramite l'unità di dosaggio.

Funzionamento. L'unità di dosaggio fa sì che alla pompa ad alta pressione arrivi solo la quantità di carburante strettamente necessaria per l'iniezione (regolazione del carburante necessario). La pressione nel rail è regolata solo tramite l'unità di dosaggio (regolazione della bassa pressione). In questo modo, si riducono la temperatura del carburante e l'assorbimento di potenza della pompa ad alta pressione. Sul lato ad alta pressione, non è prevista alcuna valvola di regolazione.

Unità di dosaggio (fig. 1, pag. 740). È definita anche valvola di dosaggio oppure valvola proporzionale di regolazione della mandata. L'unità di dosaggio è posizionata sul lato di aspirazione della pompa ad alta pressione e regola il quantitativo di carburante necessario per la generazione dell'alta pressione.

Funzionamento. L'unità di dosaggio è pilotata tramite un segnale in PWM (segnale a rapporti ciclici). La posizione del pistone di bloccaggio e, quindi, anche l'afflusso del carburante nella camera di compressione della pompa ad alta pressione varia-

no a seconda del duty-cycle. In assenza di corrente (duty cycle 0%), l'unità di dosaggio è aperta:

- duty cycle 100% ~ alimentazione di carburante pari a zero;
- duty cycle 0% ~ alimentazione di carburante massima.

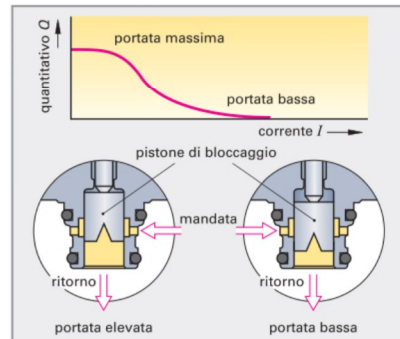


Figura 1: Unità di dosaggio con alimentazione massima e pari a zero

Valvola limitatrice della pressione. È integrata nel rail ed è collegata al circuito di ritorno. In caso di emergenza, ovvero di avaria all'unità di dosaggio, limita la pressione massima nel rail. In questo modo, si impedisce che una pressione troppo elevata danneggi dei componenti. Sono impiegate le seguenti valvole limitatrici di pressione:

- **versione monostadio.** Serve per proteggere il componente. Al superamento della pressione massima, la pressione nel rail viene ridotta e il motore si spegne;
- **versione a due stadi (fig. 2).** Per consentire un proseguimento della guida, la pressione nel rail viene mantenuta, per esempio, a 800 bar.

Funzionamento. Nel caso della valvola limitatrice di pressione a due stadi (fig. 2), la pressione del rail agisce solo su una piccola superficie del pistone 1, fino a che la valvola è chiusa.

Stadio 1: quando la pressione nel rail supera il valore limite impostato di 1800 bar, la valvola 1 si apre e la pressione può defluire nel tubo di ritorno.

Stadio 2: dato che la pressione agisce sulla superficie più grande della valvola 2, la valvola è tenuta aperta da una pressione più bassa. La molla della valvola mantiene in questo modo la pressione nel rail costante a circa 800 bar. In questo modo, è possibile proseguire la guida senza limitazioni.

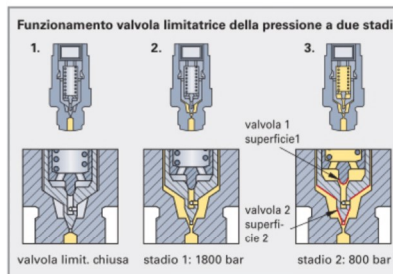


Figura 2: Valvola limitatrice di pressione a due stadi

Sensore di pressione del rail. È posizionato sul rail e invia alla centralina il valore dell'alta pressione. La struttura e il funzionamento sono identici ai sensori di pressione delle autovetture (cfr. pag. 322).

Iniettore con elettrovalvola

Gli iniettori montati in verticale nella camera del cilindro sono bloccati dall'alto tramite una staffa.

La mandata del carburante verso l'iniettore è garantita da un ugello collegato al tubo del carburante. La tenuta tra l'iniettore e la camera di combustione è garantita da una guarnizione in rame. L'ermeticità verso il circuito di lubrificazione è garantita, invece, dagli anelli di tenuta. I cavi elettrici possono essere collegati, come nelle autovetture, tramite un collegamento a spina con l'iniettore, oppure, più frequentemente, con un collegamento a vite (fig. 3).

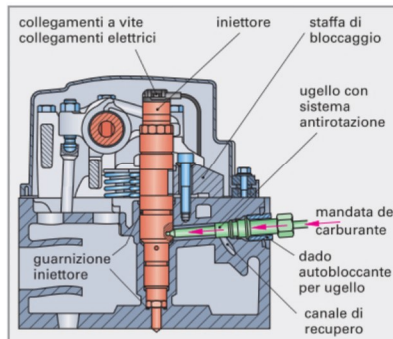


Figura 3: Posizione di montaggio dell'iniettore

Funzionamento e pilotaggio dell'iniettore. Corrispondono sostanzialmente ai sistemi delle autovetture (cfr. pag. 332 e successive).

Sistemi Common Rail con incremento di pressione (x-Pulse)

In questi sistemi Common Rail sono impiegati iniettori con incremento di pressione. La pressione di 900 bar del rail è aumentata sino a 2.500 bar nell'iniettore. Inoltre, la pressione e il suo andamento durante l'iniezione principale possono essere liberamente impostati.

Struttura. L'iniettore x-Pulse dispone di due elettrovalvole: una per l'iniezione e una per l'incremento di pressione.

Funzionamento. Come nel caso degli iniettori tradizionali, l'ago del polverizzatore si apre e si chiude in base alla pressione del carburante (pressione nel rail). Se è azionata l'elettrovalvola per l'iniezione, questa si apre e apre il circuito di ritorno tramite la strozzatura di riflusso. Dato che nella strozzatura di mandata affluisce meno carburante di quanto ne possa defluire tramite la strozzatura di riflusso, nella camera di comando della valvola si genera una caduta di pressione. Nella camera di comando della valvola è, quindi, presente una pressione più bassa rispetto a quella che agisce sulla spalla dell'ago del polverizzatore; quest'ultimo viene, così, sollevato, avviando l'iniezione **senza incremento di pressione (fig. 1).**

Incremento di pressione. Se è azionata anche la rispettiva elettrovalvola, si apre il circuito di ritorno. Questo genera una caduta di pressione nella zona sotto il pistone di incremento della pressione, il quale è spinto verso il basso dalla pressione

presente nel rail. Grazie alla superficie più piccola nella parte inferiore del pistone di incremento della pressione, si genera un aumento della pressione (fig. 1).

Modulazione di pressione (fig. 2). Questa disposizione delle valvole consente diverse modalità di iniezione:

- iniezione solo con la pressione nel rail (curva 4);
- iniezione con rapido incremento della pressione, "Square" (curva 3);
- iniezione con incremento ritardato della pressione, "Boot" (curva 1);
- tutte le varianti intermedie sono possibili, "Ramp" (curva 2).

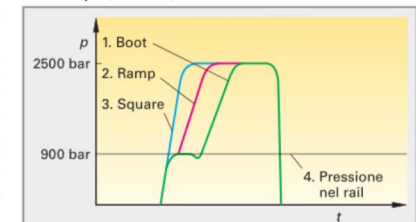


Figura 2: Modalità di iniezione con modulazione della pressione

Vantaggio. Attraverso un'impostazione libera dell'andamento della pressione, ogni singola iniezione può essere adeguata alle condizioni di guida. Ne derivano un funzionamento silenzioso e morbido del motore, un basso consumo di carburante e ridotte emissioni nocive allo scarico.

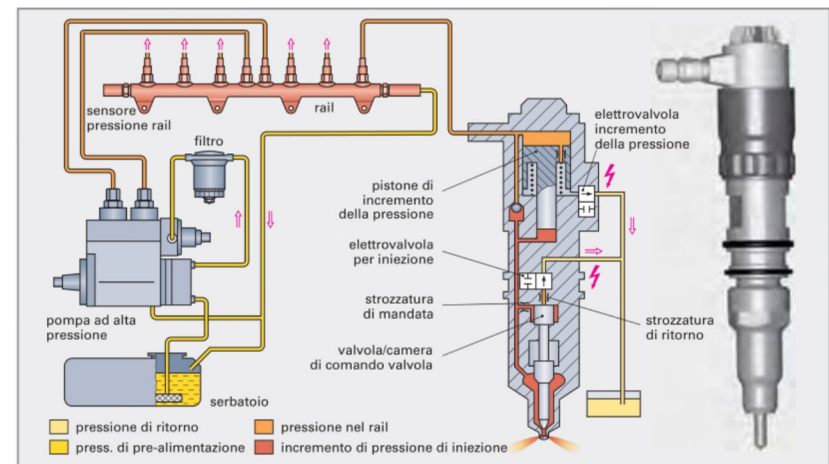


Figura 1: Iniettore con incremento di pressione (x-Pulse)

INDICAZIONI PER LE OFFICINE

Per poter valutare lo stato meccanico del motore e degli iniettori Common Rail, nel caso dei veicoli industriali, la diagnosi offre diverse possibilità.

Regolazione della stabilità di funzionamento del motore (fig. 1). Non tutti i cilindri di un motore generano la stessa coppia a fronte della stessa quantità di iniezione. Eventuali divergenze a livello di compressione, attrito nei cilindri e nelle componenti dell'impianto di iniezione portano, durante la vita del motore, a delle differenze a livello di coppia (drift). Ne consegue che il motore gira in modo irregolare e che le emissioni nocive aumentano. In un motore a sei cilindri ogni cilindro accelera il motore per 120° all'interno del proprio ciclo di lavoro. La centralina valuta il funzionamento del motore su 120° e pilota con un tempo di iniezione maggiore gli iniettori dei cilindri "lenti" e con un tempo d'iniezione minore gli iniettori dei cilindri "veloci"

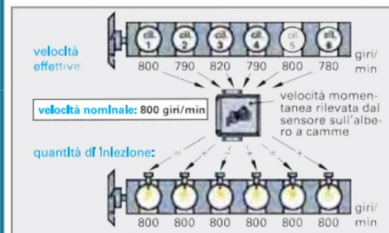


Figura 1: Controllo della stabilità di funzionamento

Correzione quantitativa di carburante. Indica la discrepanza rispetto al quantitativo nominale (fig. 2).



Figura 2: Correzione quantitativa di carburante

Durante la valutazione va tenuto presente l'ordine di accensione (scoppio): 1 → 5 → 3 → 6 → 2 → 4. Se il cilindro 2 presenta un'erogazione di coppia peggiore, si aumenta il quantitativo di carburante nell'iniettore. Se il motore continua a girare male, si aumenta anche per l'iniettore 4. Se necessario, infine, si riduce il quantitativo per il cilindro 1 affinché il motore non giri troppo velocemente.

Test di aumento del regime. Per verificare se tutti gli iniettori iniettano in maniera omogenea, si misura quale regime può raggiungere il motore con una determinata quantità di iniezione in un arco temporale definito. Durante la prima fase sono pilotati tutti gli iniettori ed è determinato il regime raggiunto. Durante la seconda fase, il motore viene accelerato, ma con l'iniettore 1 scollegato. La terza fase avviene, invece, senza l'iniettore 2, mentre le iniezioni dalla quarta alla settima avvengono, rispettivamente, senza gli iniettori dal 3 al 6.

Se il motore raggiunge quasi lo stesso regime anche con l'iniettore scollegato, significa che il cilindro lavora male durante il funzionamento del motore. In questo caso, oltre all'iniettore devono essere verificate tutte le componenti meccaniche del motore (fig. 3).

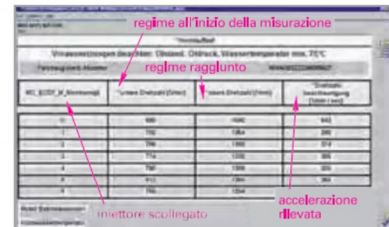


Figura 3: Test di aumento del regime

Test di compressione. In questo caso il motore viene trascinato dal motorino di avviamento. La centralina sopprime l'iniezione e misura, per ogni cilindro, la potenza con la quale il motorino di avviamento viene rallentato durante la fase di compressione. A batteria carica il motorino di avviamento deve essere pilotato tramite il bloccetto di accensione sino a quando la centralina ha misurato per tutti i cilindri i regimi di rotazione al PMI e poco prima del PMS (fig. 4). Un rallentamento contenuto, ovvero un regime di rotazione elevato prima del PMS, è indice di una compressione relativamente bassa.

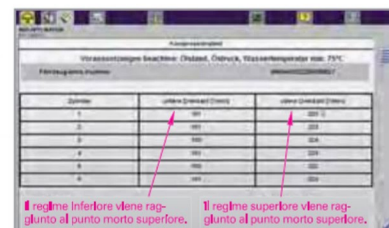


Figura 4: Test di compressione

22.6.2 Unità iniettore condotta-pompa

Si tratta di un sistema di iniezione a regolazione elettronica (fig. 1). Ogni cilindro del motore dispone di una pompa plug-in comandata tramite elettrovalvola. La pompa fornisce carburante all'iniettore tramite un tubo. Si raggiungono pressioni massime di iniezione pari a 1800 bar.

Struttura. Rappresenta l'evoluzione dell'iniettore pompa. La generazione dell'alta pressione nell'unità della pompa è supportata da un'elettrovalvola ad alta pressione pilotata secondo una mappatura. Una piccola tubazione ad alta pressione collega questa elettrovalvola con il polverizzatore presente nella testata.

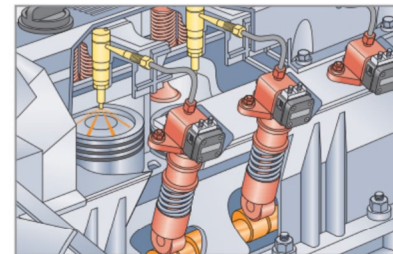


Figura 1: Elemento iniettore condotta-pompa (PLD)

Funzionamento. È impostato su 4 fasi di mandata in serie:

- 1ª fase - corsa di aspirazione;
- 2ª fase - precorsa;
- 3ª fase - corsa di mandata;
- 4ª fase - corsa residua.

Corsa di aspirazione (fig. 2 ①). Il pistone della pompa è spinto verso il basso (PMI) grazie alla sua molla. La camera ad alta pressione si riempie di carburante tramite l'elettrovalvola aperta (non alimentata da corrente).

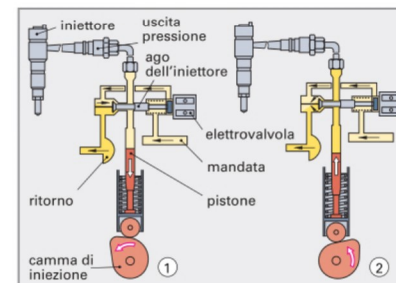


Figura 2: Corsa di aspirazione e precorsa del PLD

Precorsa (fig. 2 ②). Quando la punteria a rulli si avvicina alla rampa di apertura della camma, il pistone della pompa è sospinto nella direzione del PMS. Il carburante fuoriesce dalla camera ad alta pressione e passa attraverso la valvola aperta nel circuito di ritorno del carburante.

Corsa di mandata (fig. 3 ③). L'elettrovalvola è eccitata e l'ago dell'iniettore si chiude. Il pistone della pompa, spinto dalla punteria a rulli, si sposta ulteriormente in direzione del PMS. Nella camera di alta pressione il carburante è messo sotto pressione. Quando la pressione supera quella di apertura dell'ago del polverizzatore, avviene l'iniezione.

L'inizio e la durata dell'iniezione sono determinati singolarmente per ogni cilindro dall'EDC. L'impulso di tensione sull'elettrovalvola determina l'inizio dell'iniezione. L'iniezione termina quando l'elettrovalvola non è più alimentata.

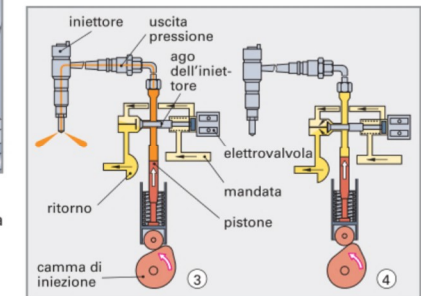


Figura 3: Corsa di mandata e corsa residua del PLD

Corsa residua (fig. 3 ④). Sino al raggiungimento del PMS, il carburante fluisce, attraverso l'elettrovalvola aperta, nel tubo di ritorno. Il pistone della pompa si sposta nuovamente verso il basso e avvia la fase di corsa di aspirazione.

Preiniezione. Con questo sistema può essere realizzata solo tramite un ago del polverizzatore a due molle (cfr. pag. 330).

La fig. 1, pag. 744, mostra l'andamento della tensione, della corrente sull'elettrovalvola nonché della pressione sull'iniettore e la relativa corsa dell'ago del polverizzatore. Per ottenere tempi di risposta più brevi possibili e una chiusura rapida delle elettrovalvole, queste sono pilotate dallo stadio finale della centralina con una tensione compresa tra 70 e 80 V. Le correnti di attivazione arrivano sino a 18 A. Quando l'elettrovalvola è in sede, ovvero è chiusa, la centralina imposta una corrente di mantenimento di 12 A: la potenza dissipata e il riscaldamento delle elettrovalvole sono ridotti il più possibile.

L'inizio della mandata dell'elemento della pompa coincide con la chiusura dell'elettrovalvola.

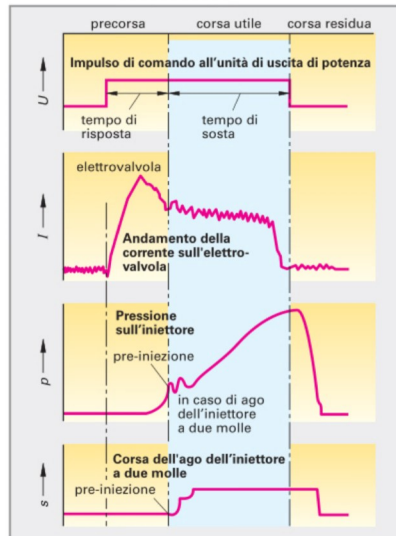


Figura 1: Comando dell'elettrovalvola PLD

Il tempo di sosta dell'elettrovalvola determina la quantità di iniezione. La corsa utile è terminata quando l'elettrovalvola si apre. L'iniettore si chiude. Durante la corsa residua il carburante trasportato dal pistone della pompa fluisce nel circuito di ritorno. Con il segnale di rotazione del sensore sull'albero motore, la centralina calcola l'inizio dell'iniezione. Con il sensore di posizione dell'albero a camme definisce, invece, l'ordine dei cilindri (sequenza di iniezione).

22.6.3 Impianti ausiliari per l'avviamento

Ha il compito di facilitare l'avviamento del motore a freddo e di garantire un funzionamento omogeneo e stabile, riducendo le emissioni di sostanze nocive.

Come nelle autovetture, anche nei veicoli industriali sono utilizzate le candele ad incandescenza a perno (cfr. pag. 314 e seguenti) e gli impianti per l'avviamento a fiamma.

Impianto di avviamento a fiamma. È montato nell'alloggiamento dell'intercooler del motore. Si compone di camera di combustione, iniettore, elettrovalvola e di una candela ad incandescenza a perno (fig. 2).

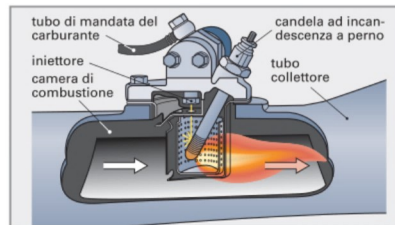


Figura 2: Impianto di avviamento a fiamma

L'impiego di un impianto di avviamento a fiamma è necessario solo per l'avviamento a freddo, in caso di temperature molto basse.

Funzionamento. Se la temperatura del liquido di raffreddamento scende sotto i $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, l'impianto di avviamento a fiamma viene commutato automaticamente nella "posizione di marcia" con la rotazione della chiave di avviamento. Dopo la conclusione della fase di preincandescenza della durata di 20-25 s, l'impianto è pronto per l'uso ed è possibile avviare il motore. Tramite la pompa di premandata l'impianto di avviamento a fiamma riceve del carburante filtrato. Il carburante iniettato nella camera di combustione si incendia nella zona calda della candela ad incandescenza a perno.

L'aria che lambisce la camera di combustione è riscaldata e per un breve lasso di tempo raggiunge quota $800\text{ }^{\circ}\text{C}$. In questo modo, si migliorano le condizioni di accensione in tutti i cilindri. Per il pilotaggio della mandata di carburante, prima della candela a fiamma è integrata un'elettrovalvola comandata dalla centralina incandescenza. La mandata di carburante è interrotta quando:

- a motore in funzione, la temperatura del liquido di raffreddamento raggiunge circa 0° ;
- il motore non viene avviato entro 30 s dallo spegnimento della spia.

Diagnosi. La centralina incandescenza monitora la candela ad incandescenza a perno, l'elettrovalvola e i collegamenti dei cavi. Un eventuale errore è indicato al conducente sul display tramite il codice errore FLA.

22.6.4 Riduzione delle sostanze nocive nei motori Diesel dei veicoli industriali

I veicoli industriali sono tenuti a rispettare limiti sempre più severi in materia di gas di scarico. Nella tab. 1 a pag. 745 sono riportati i valori soglia secondo lo European Steady State Cycle (ESC). Durante questo test a 13 passaggi, sono misurate le concentrazioni di sostanze in 13 condizioni stazionarie.

Pag: 744

Tabella 1: Valori soglia per veicoli industriali pesanti ($m_{\text{tot}} > 3,5\text{ t}$)

Norma	Anno	CO	HC	NO _x	Particolato	Emiss. fumi
Euro 0	1988	12,3	2,6	15,8	—	—
Euro 1	1992 < 85 kW	4,5	1,1	8,0	0,612	—
	> 86 kW	4,5	1,1	8,0	0,36	—
Euro 2	1996	4,0	1,1	7,0	0,25	—
	1998	4,0	1,1	7,0	0,15	—
Euro 3	2000	2,1	0,66	5,0	0,20/0,13	0,8
Euro 4	2005	1,5	0,46	3,5	0,02	0,5
Euro 5	2008	1,5	0,46	2,0	0,02	0,5
Euro 6	2013	1,5	0,13	0,4	0,01	0,5

Dall'introduzione dell'Euro 4 è previsto, inoltre, anche il test dinamico dei gas di scarico ETC (European Transient Cycle = ciclo transiente europeo).

Procedimento SCR

Nel procedimento SCR (Selective Catalytic Reduction) con l'ausilio di ammoniaca l'ossido di azoto viene convertito sulla superficie del catalizzatore in azoto e acqua. In questo modo, le emissioni di ossido di azoto possono essere ridotte sino all'80%. L'emissione di particolato viene minimamente ridotta.

Struttura. La fig. 1 mostra la struttura di un impianto SCR. Comprende un catalizzatore a ossidazione e un catalizzatore SCR nonché un'unità dosatrice. Il catalizzatore SCR è montato dietro il catalizzatore

re ossidante. L'unità dosatrice inietta l'additivo a effetto riduttivo, a seconda del carico motore, tramite aria compressa prima del catalizzatore SCR. Il funzionamento dell'impianto è monitorato da una sonda NO_x.

Catalizzatore SCR. Il washcoat è dotato di un rivestimento in titanio, tungsteno e vanadio. Grazie all'ammoniaca (NH₃), gli ossidi d'azoto (NO_x) sono convertiti in azoto (N₂) e acqua (H₂O).

Agente riducente AdBlue. Consiste in una soluzione acquosa di urea con una concentrazione del 32,5 Vol%. Sulla superficie del catalizzatore la soluzione innocua di urea si trasforma in ammoniaca tossica. Il calcolo dell'urea iniettata deve pertanto avvenire in maniera precisa affinché si impedisca una fuoriuscita dell'ammoniaca tossica nell'ambiente esterno. L'ammoniaca reagisce nel catalizzatore SCR con gli ossidi d'azoto (NO_x) trasformandoli in N₂ e H₂O.

Risparmio di carburante. Attraverso l'impianto SCR si riduce notevolmente la percentuale di NO_x. Per questo motivo, l'inizio dell'iniezione può essere anticipato, mentre i consumi di carburante possono essere ridotti di circa il 6%. La percentuale elevata di NO_x che ne scaturisce viene, infatti, ridotta dall'impianto SCR.

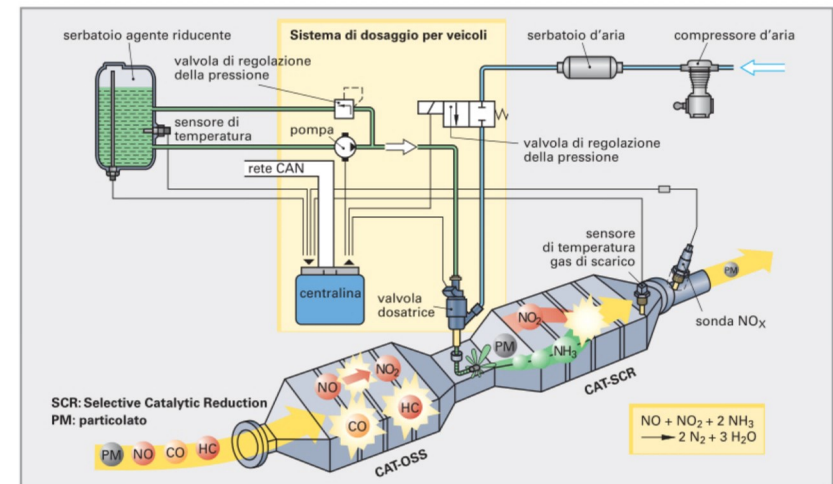


Figura 1: Struttura di un impianto SCR con unità di dosaggio dell'urea

22.7 Trasmissione

22.7.1 Tipologie di trasmissione

A seconda degli assi sui quali è presente la trazione, le caratteristiche fondamentali che definiscono una trasmissione sono:

- primo numero: numero complessivo delle ruote;
- secondo numero: numero di ruote motrici.

Un veicolo con la denominazione 4x2 dispone di 4 ruote (eventualmente gemellate) di cui due motrici.

22.7.2 Tipi di trazione

Si distingue tra le seguenti tipologie:

- trazione posteriore con un asse motore;
- trazione posteriore con terzo asse posteriore (fig. 1) oppure con terzo asse centrale;
- trazione posteriore con due assi motore;
- trazione integrale.

Il veicolo rappresentato in fig. 1 è identificato come 6x2. Esso ha 6 ruote, due delle quali sono motrici.

Quando il veicolo è vuoto o parzialmente carico, l'asse portante, che è un asse sollevabile, può essere sollevato per ridurre la resistenza al rotolamento e l'usura degli pneumatici.

L'asse sollevabile può sopportare un carico fino a 10 t per alleggerire l'asse motore. Durante la partenza, in caso di slittamento, esso può essere sollevato per aumentare il carico sull'asse motore, incrementando in tal modo la forza trasmissibile.



Figura 1: Veicolo a tre assi 6x2

Trazioni integrali (fig. 2). Nella configurazione 6x6, si rende necessario un distributore di coppia. Il primo asse motore ha un albero passante che lo collega al secondo.

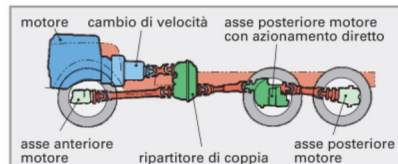


Figura 2: Trazione integrale

22.7.3 Assi sterzanti

Assi sterzanti non motori. Nei veicoli industriali vengono montati come:

- asse con estremità a flangia (fig. 3);
- asse con estremità a forcella (fig. 4).

In entrambi i casi, il fuso a snodo collega l'asse al mozzo orientabile.

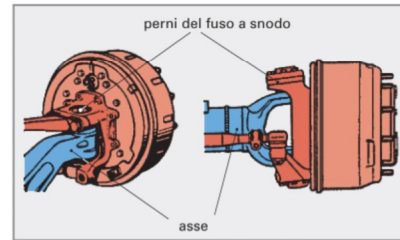


Figura 3: Asse con estremità a flangia

Figura 4: Asse con estremità a forcella

Assi sterzanti motori (fig. 5). L'asse sterzante motore presenta un albero passante, per esempio, nel caso di una trazione 8x8. La forza motrice è trasmessa dal semiasse all'asse anteriore. Il rinvio a ruota dentata cilindrica trasferisce la forza motrice al cambio con ingranaggi conici. I semialberi trascinano il mozzo ruota tramite giunti cardanici doppi. Nel mozzo è montato un treno planetario che riduce la velocità di rotazione e aumenta, di conseguenza, la coppia motrice.

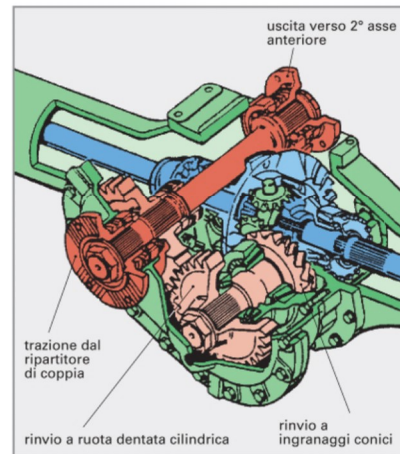


Figura 5: Asse anteriore motore con albero passante

22.7.4 Assi motore

Possono essere trasmissioni a coppia conica con ingranaggi "hypoid" oppure riduttore epicicloidale esterno.

Asse motore con ingranaggi "hypoid". È molto silenzioso e ha un elevato rapporto di trasmissione (da 6 a 8). Per tale motivo, possiede una grande scatola con ridotta distanza dal suolo.

Asse motore con riduttore epicicloidale esterno. Grazie al riduttore epicicloidale sul mozzo della ruota, in grado di aumentare la coppia da 5 a 6 volte il suo valore, è possibile ridurre le dimensioni della coppia conica del gruppo differenziale e dei semiasse (riduzione della coppia conica da 1,1 a 1,3).

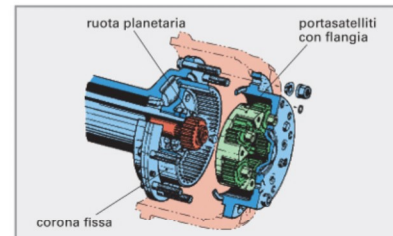


Figura 1: Asse con riduttore epicicloidale esterno

22.7.5 Ripartitore di coppia

Struttura. Il riduttore ha 3 alberi (fig. 2) e prevede due rapporti di trasmissione: uno per la guida su strada e l'altro per il fuori strada. Un rotismo epicicloidale nella catena cinematica funge da differenziale, distribuendo la coppia, per esempio il 65% all'asse anteriore e il 35% all'asse anteriore. In caso di necessità, nei tratti fuori strada è possibile attuare il bloccaggio del differenziale longitudinale.

Prese di forza (fig. 2). Si usano per l'azionamento di aggregati supplementari quali pompe idrauliche, verricelli, ecc.

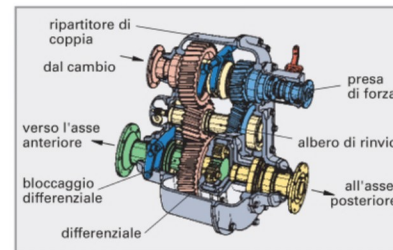


Figura 2: Ripartitore di coppia con differenziale

Funzionamento (fig. 3)

Utilizzo su strada. La coppia motrice è trasferita al portasatelliti tramite la coppia di ingranaggi sempre in presa. Il pignone solare trasmette la coppia all'asse anteriore e la corona all'asse posteriore.

Utilizzo fuori strada. Traslando il manicotto scorrevole superiore, si ottiene un'ulteriore demoltiplicazione ($i = 1,44$) grazie all'altra coppia di ingranaggi. Inoltre, il treno planetario può essere bloccato tramite il manicotto scorrevole inferiore, ottenendo un bloccaggio longitudinale del differenziale.

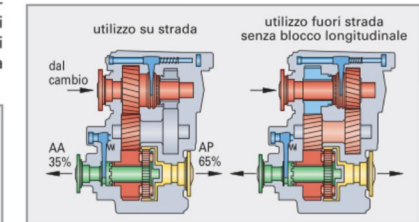


Figura 3: Ripartitore di coppia e flusso delle forze

22.7.6 Trasmissione ausiliaria (fig. 3)

È montata all'interno della trasmissione dietro al motore. Grazie a questa trasmissione il motore può funzionare a consumi molto contenuti così come erogare le massime prestazioni. Nei **cambi splitter group** la modulazione delle marce è più raffinata e i salti tra i rapporti di trasmissioni sono più contenuti. Nei **cambi range group**, invece, l'area di trasmissione della coppia e, quindi, il numero di marce aumenta.

22.7.7 Cambi di velocità

Si tratta generalmente di cambi a tre alberi coassiali e possono prevedere l'installazione di uno splitter group e di un range group (fig. 4).

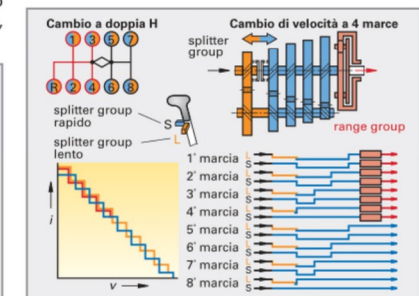


Figura 4: Cambio di velocità con splitter group e range group

22.7.8 Comando della trasmissione elettropneumatico (fig. 2)

In questo sistema, i rapporti sono inseriti manualmente o automaticamente tramite cilindri elettropneumatici, in funzione della velocità di marcia, del peso e delle condizioni di carico.

Struttura

Il comando EPS del cambio si compone dei seguenti elementi:

- frizione meccanica, pneumatica oppure azionata dall'attuatore della frizione;
- cambio meccanico sincronizzato a 4 alberi con cilindri d'innesto ed elettrovalvole per l'inserimento delle marce;
- centralina di comando del sensore per la rilevazione delle intenzioni del conducente;
- centralina di comando del cambio con mappatura per la rilevazione della marcia corretta e il pilotaggio delle elettrovalvole e dei cilindri d'innesto;
- sensori per la rilevazione dei valori;
- display multifunzione per la visualizzazione delle marce.

Funzionamento

Unità di comando (fig. 1). Presenta un selettore aggiuntivo per selezionare la modalità manuale oppure automatica.

Modalità manuale. Il conducente attua il cambio marcia. Con la leva per le mezze marce (MM), si può ingranare una mezza marcia superiore o inferiore rispettivamente sollevando o premendo la leva. Se il tasto funzionale (TF) è azionato e contestualmente la leva del cambio è spinta in avanti, viene inserita la marcia superiore. Tirando indietro la leva del cambio, si scala di una marcia. Se si aziona il tasto di marcia neutra (N), il cambio passa in folle. Tenendo il tasto premuto, la frizione si disinnesta poco prima di avere raggiunto il regime di folle e la marcia innestata rimane inserita.

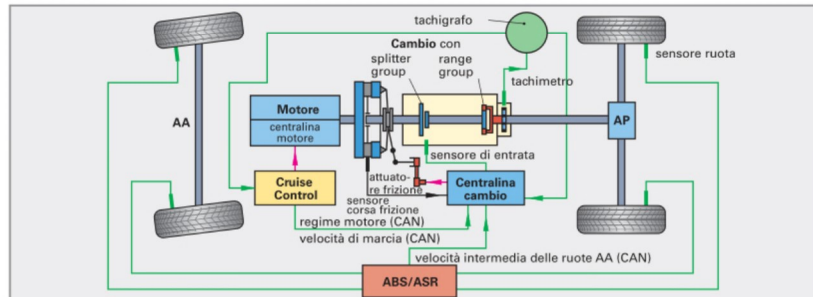


Figura 2: Comando elettropneumatico del cambio

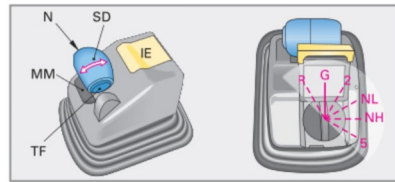


Figura 1: Centralina di comando del sensore per il cambio marcia

Modalità automatica. Tutte le procedure di partenza, manovra e cambio sono eseguite in modalità automatica. A seconda delle condizioni di marcia, della posizione dell'acceleratore e delle condizioni del motore, è innestata la marcia ideale. Anche la frizione è azionata in modo completamente automatico.

Display multifunzione. Informa il conducente in merito alla marcia innestata o preselezionata e allo splitter group.

Cicalino. Informa che non è possibile scalare la marcia perché è stato superato il regime motore consentito.

Sono previste due differenti funzioni di recovery:

- funzione di emergenza;
- cambio marcia con interruttore di emergenza.

Funzione di emergenza. Se è presente un errore nel sistema, il conducente viene informato attraverso il cicalino e il display che è necessario rilasciare il pedale della frizione. In questo modo, è possibile inserire le marce manualmente.

Cambio marcia con interruttore di emergenza. Se la centralina rileva un errore che consente il proseguimento della guida solo con cambio in modalità di emergenza, tutti i cambi marcia automatici sono inibiti. Un cambio di emergenza può essere eseguito solo a vettura ferma. Con l'interruttore di emergenza, è possibile azionare la seconda e la quinta marcia, la retromarcia e il range group. In questa condizione di marcia, il conducente deve azionare la frizione meccanicamente.

22.8 Il telaio

22.8.1 Il molleggio

Nei veicoli industriali, come molle in acciaio sono utilizzate prevalentemente le **molle a balestra** e solo raramente le molle elicoidali. Nei veicoli con regolazione dell'altezza e aspettative elevate a livello di comfort di marcia, sono impiegati dei sistemi di molleggio pneumatico.

Molle a balestra

Sono molle a flessione. In genere sono utilizzate sotto forma di foglie sovrapposte e sotto forma di:

- molla semiellittica o trapezoidale;
- molla parabolica.

Molla semiellittica o trapezoidale. È composta da foglie di acciaio che hanno una forma semiellittica. Diverse molle a lamina sono integrate in un pacchetto, che poi assume la forma di un trapezio (fig. 1). Le foglie sono forate al centro e unite da un perno centrale, che impedisce contemporaneamente lo scorrimento longitudinale delle singole foglie. Lo scorrimento laterale è impedito dai collari della balestra.

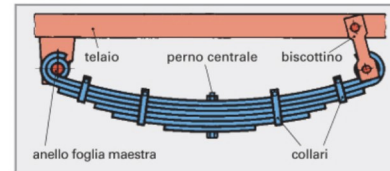


Figura 1: Molla semiellittica o trapezoidale

Le molle semiellittiche sono molle rigide. Esse sono tanto più rigide quanto più spesse sono le loro foglie e quanto maggiore è il numero delle foglie sovrapposte.

Allo scopo di impedire che nei viaggi a vuoto la molla sia troppo rigida e che, di conseguenza, gli assi tendano ad avere oscillazioni verticali, si monta spesso un secondo pacchetto di foglie (balestrino ausiliario) che entra in azione soltanto a partire da un certo carico utile. Grazie a questo accorgimento, la molla a balestra ha un comportamento progressivo (fig. 2).

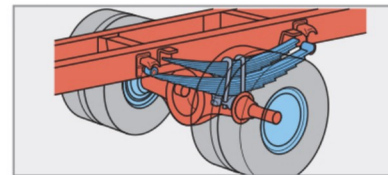


Figura 2: Molla trapezoidale doppia

L'attrito che si genera tra le foglie durante il molleggio, garantisce un buon ammortamento proprio. È indispensabile, però, che non si formi ruggine fra le singole foglie. Per questo motivo, è necessario assicurare la presenza di un adeguato strato lubrificante attraverso regolare manutenzione. Le molle a balestra possono trasferire le forze di frenata, di accelerazione nonché le forze laterali. I componenti utilizzati per il fissaggio delle molle al telaio o alla carrozzeria, come le staffe delle molle, i bulloni, le boccole, e le estremità delle molle sono sottoposti a forti sollecitazioni. Per impedire che l'asse si stacchi dal telaio in caso di rottura della foglia superiore (foglia maestra), anche l'estremità anteriore della seconda foglia è ripiegata a forma di anello. L'estremità posteriore della molla è munita di biscottini o di una slitta, che ne permettono l'allungamento durante la flessione.

Molla parabolica. Le singole foglie, dal centro verso le due estremità, si assottigliano e assumono una forma parabolica. La molla parabolica è composta da poche foglie robuste, interposte da strati di plastica, che riducono l'attrito fra le singole foglie (fig. 3). Grazie al suo maggiore allungamento e al minore attrito fra le sue foglie, la molla parabolica ha un funzionamento più morbido e confortevole.

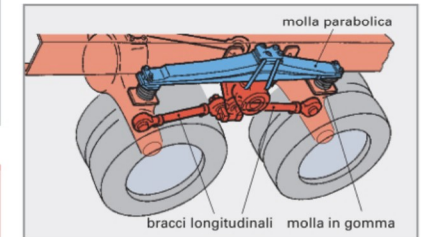


Figura 3: Molla a parabolica

INDICAZIONI PER LE OFFICINE

In caso di sostituzione delle foglie, occorre montare quelle riportate sulla tabella ALB (fig. 4). Diversamente le pressioni in uscita del regolatore ALB non sarebbero corrette rispetto al carico sull'asse.

Il numero di foglie è generalmente riportato sul secondo strato di molle.

Rear spring no.	Input pressure	Output pressure at the ALB/BR	Slack: Δ at front axle
81.43402.6504	0505		
Rear axle load kg	To the front axle bar	To the rear axle bar	Slack: Δ at front axle
2.000	4,5/5,5*	1,8	117
2.500	4,6/5,6*	2,0	112
3.000	4,8/5,7*	2,4	106
3.500	4,9/5,8*	2,7	101

Figura 4: Estratto cartello ALB

Molleggio pneumatico

Trova impiego negli autobus, nei veicoli industriali e nei rimorchi. Per il molleggio si sfrutta la comprimibilità dei gas.

Rispetto alle molle a balestra, il molleggio pneumatico presenta le seguenti caratteristiche:

- maggiore comfort di guida e migliore conservazione del carico, determinati da un'inferiore rigidità delle molle e da una frequenza di oscillazione più bassa;
- nessuna ammortizzazione propria;
- curva caratteristica delle molle progressive;
- altezza costante del veicolo indipendentemente dal carico;
- regolazione in altezza (sulle rampe di carico);
- semplice pilotaggio degli assi sollevabili, per esempio, come partenza assistita oppure come protezione per il sovraccarico;
- non trasmette forze di spinta e di reazione.

Struttura. Come elemento elastico si utilizzano soffietti ad aria oppure soffietti a forma cilindrica, realizzati in gomma con un inserto di tessuto (fig. 1). Un tampone di gomma delimita l'arresto elastico, facendo sì che, in caso di totale perdita di aria, il veicolo rimanga manovrabile a velocità ridotta.

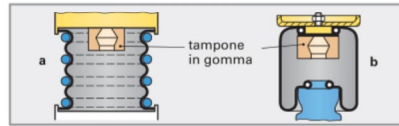


Figura 1: Soffietto: a) a molla d'aria; b) a forma cilindrica

Guida delle ruote (fig. 2). È garantita da bracci longitudinali e trasversali o da barre stabilizzatrici. Lo smorzamento delle oscillazioni è garantito dall'ammortizzatore.

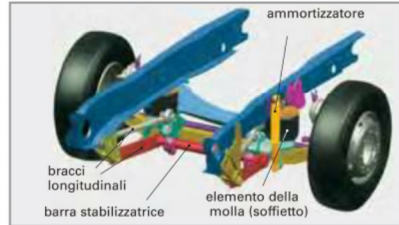


Figura 2: Asse anteriore con molleggio pneumatico

Sistemi di molleggio pneumatico a controllo elettronico. Attraverso tali sistemi sono espletate una serie di funzioni: regolazione, modifica e limitazione dell'altezza, pilotaggio degli assi di sollevamento, regolazione della pressione, rilevazione e salvataggio degli errori.

Regolazione dell'altezza nominale (fig. 3). L'altezza del veicolo è costantemente rilevata dai sensori di corsa collegati al telaio del veicolo e comunicata ai dispositivi elettronici di controllo. Se sono rilevate delle discrepanze rispetto all'altezza nominale, vengono azionate le elettrovalvole dell'asse anteriore e dell'asse posteriore. Tramite l'aumento e la riduzione della pressione dell'aria nel soffietto, l'altezza effettiva del veicolo è riportata entro le soglie di tolleranza dell'altezza nominale. A seconda del numero di sensori di corsa, si distingue tra regolazione dell'altezza a due, tre e quattro punti. La più comune è la regolazione a tre punti: due sensori di corsa per l'asse sterzante e un sensore di corsa per l'asse motrice.

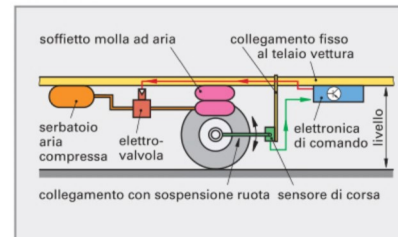


Figura 3: Diagramma schematico della regolazione elettronica del livello

Regolazione del livello tramite interruttore. Consente di selezionare altezze predefinite tramite un interruttore e di abbassare o sollevare il veicolo durante il montaggio del container.

Limitazione dell'altezza. Al raggiungimento del valore soglia di altezza massima o minima (arresto tramite tampone in gomma), il processo di regolazione dell'altezza è concluso.

Comando e regolazione degli assi sollevabili. Gli assi sollevabili possono essere alzati tramite un interruttore, per esempio per migliorare la trazione dell'asse motore. A partire da un determinato carico sull'asse, per esempio 11 t, l'asse sollevabile si abbassa automaticamente.

Regolazione della pressione. Per misurare la pressione delle molle pneumatiche e per mantenere la pressione entro determinate soglie, i sensori di pressione sono collegati agli elementi di molleggio pneumatico, che convertono il valore di pressione misurato in un segnale di tensione. Questo arriva a una centralina che, in casi limite (pressione massima, pressione minima), aziona le elettrovalvole.

Rilevamento e memorizzazione degli errori. In caso di rilevazione di un errore, si accende una spia nell'abitacolo. Allo stesso tempo l'errore è salvato in centralina. È possibile continuare a guidare il veicolo nel rispetto del livello predefinito.

Sistema di molleggio pneumatico a controllo elettronico (fig. 1)

Struttura. Questo sistema mostra un automezzo con asse sollevabile. Tre sensori di corsa (3), a motore avviato, comunicano costantemente l'altezza del veicolo alla centralina. L'aerazione e la ventilazione dei soffietti ad aria avvengono tramite elettrovalvole 3/2 e 2/2. I sensori di pressione (6) monitorano i livelli di pressione nei soffietti. Tramite il tasto per la partenza assistita (7), i soffietti dell'asse sollevabile sono scaricati per migliorare la trazione dell'asse motore. Tramite il tasto "solleva" (8) e "abbassa" (9), il conducente comanda manualmente l'asse sollevabile. Se è superato il carico massimo sull'asse singolo, l'elettronica ne impedisce il sollevamento. Un pressostato (5) monitora la pressione nell'impianto. Se la pressione scende al di sotto del livello necessario all'impianto, si attiva la spia 4a. La spia 4b mostra l'errore a livello elettrico ed elettronico, che è salvato in centralina. Tramite il telecomando (2), è possibile modificare l'altezza di riferimento del veicolo, al di sotto di determinati limiti di velocità, per esempio nel caso di rampe.

Funzionamento

Alimentazione d'aria. Un compressore alimenta l'impianto di molleggio pneumatico con l'aria compressa, che proviene dalla presa degli elementi ausiliari della valvola di protezione a quattro vie (23 e 24) oppure da dietro il regolatore di pressione. La pressione può raggiungere i 12,5 bar.

Regolazione del livello di riferimento. I valori correnti rilevati dai sensori di corsa sono confrontati con i valori di riferimento memorizzati in centralina. In caso di discrepanze, la centralina comanda le elettrovalvole in modo da scaricare la pressione, fintanto che si raggiunge l'altezza desiderata sull'asse anteriore e sull'asse motore. A vettura ferma, la regolazione avviene nel giro di secondi. Eventuali brevi oscillazioni assiali durante la guida, per esempio a causa di asperità del terreno, non sono compensate perché la regolazione inizia solo dopo un determinato intervallo temporale.

Pressurizzazione dei soffietti sull'asse anteriore e sull'asse motore. A tale scopo vengono pilotate elettricamente le elettrovalvole a, b, c e d. L'elettrovalvola c commuta sulla generazione di pressione. Le elettrovalvole a, b, d commutano sull'apertura del passaggio. Al raggiungimento del livello di riferimento, le elettrovalvole ritornano alla posizione iniziale.

Depressurizzazione dei soffietti sull'asse anteriore e sull'asse motore. Le elettrovalvole a, b e d sono pilotate elettricamente e commutate sull'apertura del passaggio. I soffietti si scaricano verso l'esterno, tramite l'elettrovalvola c e un silenziatore, sino a quando è raggiunto il livello nominale.

Pilotaggio dell'asse sollevabile. Attraverso i sensori di pressione (6) posizionati sull'asse motore è possibile abbassare automaticamente l'asse. Se la pressione nel soffietto dell'asse motore supera un determinato valore, per esempio 5,3 bar, a causa del carico, l'asse sollevabile si abbassa automaticamente. Non c'è abbassamento automatico, dovuto a picchi di pressione, durante la marcia.

Riduzione dell'alimentazione d'aria compressa dell'asse sollevabile. L'elettrovalvola f è pilotata elettricamente, il soffietto è scaricato dall'elettrovalvola c e l'asse si abbassa. Per alimentare con aria compressa i soffietti dell'asse sollevabile, le elettrovalvole c, e e g sono pilotate elettricamente. L'elettrovalvola c commuta sulla generazione di pressione, mentre le elettrovalvole e e g commutano sull'apertura del passaggio. Quando il livello nominale è raggiunto, le elettrovalvole e e g chiudono il passaggio. L'elettrovalvola c torna alla posizione di partenza.

DOMANDE DI RIPASSO

- 1 Quali vantaggi e svantaggi presenta il molleggio pneumatico rispetto alle molle a balestra nei veicoli industriali?
- 2 Come avviene la regolazione del livello negli impianti con molleggio pneumatico?
- 3 Come devono essere azionate le elettrovalvole della fig. 1 per alzare l'asse sollevabile?

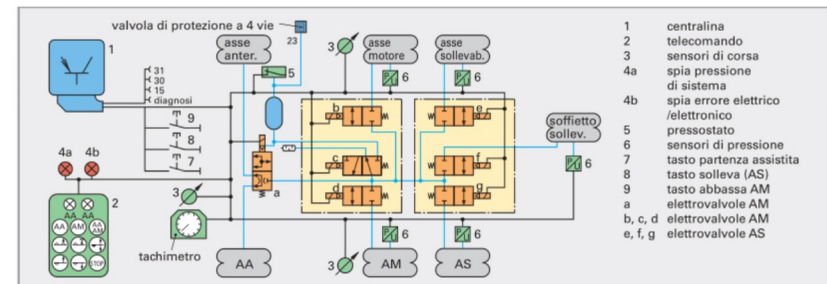


Figura 1: Impianto di molleggio pneumatico di un automezzo con molleggio pneumatico completo 6 x 2

22.8.2 Ruote e pneumatici

Pneumatici

Per garantire un'usura ridotta, una buona trazione, indici di carico elevati e un ampio diametro interno della ruota, nei veicoli industriali sono utilizzati quasi esclusivamente pneumatici cinturati, ribassati e a costruzione radiale (fig. 1). Carcassa e cintura sono realizzate prevalentemente in tele di acciaio per soddisfare le elevate capacità di carico richieste.

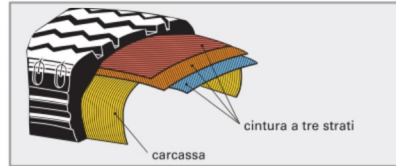


Figura 1: Struttura della cintura degli pneumatici di un veicolo industriale

Indicazioni sugli pneumatici (tab. 1, fig. 2).

Tabella 1: Marcatura degli pneumatici	
Esempio: 315/80 R 22.5 154/150M	
315	Larghezza pneumatico in mm.
80	Altez. pneumatico \approx 80% larghezza pneumatico.
R	Costruzione radiale.
22.5	Diametro interno dello pneumatico in pollici.
154/150	Indice di carico per pneumatici singoli e pneumatici gemelli a velocità corrispondenti allo Speed Index M ($v_{max} = 130$ km/h) e una pressione indicata dal costruttore, per esempio 8,5 bar.
M	Marcatura supplementare per pneumatici singoli e pneumatici gemelli a velocità basse ($L : v_{max} = 120$ km/h).
156/150	L
Regroovabile	Pneumatici riscolti da personale specializzato secondo indicazioni del costruttore.
Tread: 3 Steel 1 Steel	Sotto il battistrada si trovano 4 strati di tele in acciaio. Tre strati di tele in acciaio nella cintura e uno per la carcassa.
Seidewall 1 Steel	Nella spalla si trova uno strato di tele in acciaio (strato della carcassa).
Single 8265 LBS. AT 120 P.S.I.	Pneumatici singoli, indicazioni di peso e pressione per USA-Canada 1 LBS (pound) = 0,4536 kg; 1 P.S.I. (pound per square inch) = 0,06897 bar.

La sicurezza e la durata nel tempo degli pneumatici dipendono da: carico, pressione e velocità. È pertanto sempre necessario attenersi alla pressione indicata dal costruttore.

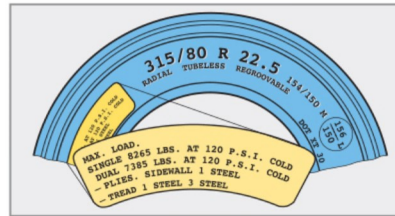


Figura 2: Dimensioni pneumatici e indicazioni aggiuntive

Le ruote. Le ruote sono composte dal cerchione per accogliere gli pneumatici e dalla flangia per fissare la ruota al mozzo. Nei veicoli industriali si distinguono prevalentemente queste tipologie di cerchioni.

Cerchi a canale in un sol pezzo (fig. 3). Sono riconoscibili perché recano l'indicazione "5" sul diametro del cerchio, per esempio 22.5.



Figura 3: Cerchio a spalla inclinata di 15°

Cerchi a spalla obliqua divisi longitudinalmente (fig. 4) e cerchi a canale semi-profondo (cerchi SDC = Semi Drop Center; H – lettera che indica le dimensioni della balconata del cerchio) (fig. 5). I cerchi multicomponente sono riconoscibili per la presenza di un "–" tra le indicazioni della larghezza e del diametro del cerchio.

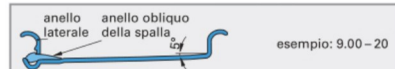


Figura 4: Cerchio a spalla obliqua



Figura 5: Cerchio a canale semi-profondo

INDICAZIONI PER LE OFFICINE

- I cerchi laterali e gli anelli di bloccaggio devono avere le misure adatte al cerchione.
- I cerchi devono essere puliti e privi di ruggine.
- In caso di sostituzione degli pneumatici, utilizzare valvole, camere d'aria e protettori dei talloni nuovi.
- Quando si gonfiano gli pneumatici di un veicolo industriale non superare mai il 150% della pressione standard. **Pressione massima 10 bar.**
- In caso di pneumatici gemelli quello con il diametro maggiore va montato internamente.

22.8.3 Impianto frenante pneumatico (impianto con servocomando)

L'impianto frenante ad aria compressa è utilizzato per veicoli industriali medi e pesanti. È un impianto frenante a forza esterna, nel quale il conducente aziona soltanto la valvola di frenaggio e la forza esterna, per esempio l'aria compressa, con una pressione da 8 a 10 bar, esercita la forza ai freni delle ruote. Nei veicoli industriali leggeri o medi si utilizzano spesso impianti frenanti combinati, ad aria compressa e idraulici.

Rappresentazione degli impianti frenanti pneumatici. Allo scopo di avere una rappresentazione standard, vengono utilizzati dei simboli grafici. Per rappresentare i collegamenti vengono impiegati dei numeri standard.

Collegamenti dei dispositivi

Per l'identificazione dei dispositivi sono utilizzati numeri a una o due cifre. La prima cifra indica:

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| 0 presa aspirazione; | 5 non utilizzato; |
| 1 ingresso energia; | 6 non utilizzato; |
| 2 uscita energia | 7 presa |
| (non verso l'atmosfera); | preparazione antigelo; |
| 3 sfianto nell'atmosfera; | 8 presa lubrificazione; |
| 4 presa di comando; | 9 presa acqua radiatore. |

Se, nel caso di più circuiti, sono presenti diverse prese della stessa tipologia, è utilizzata anche una seconda cifra. Questa va scelta partendo da 1 e non saltando nessun numero, per esempio 21, 22, 23. Diverse prese identiche della stessa camera ottenono la stessa denominazione.

Esempi di applicazione

Si osservi la fig. 1:

- 1 ingresso energia dal compressore;
- 1-2 collegamento a impianto di gonfiaggio esterno, per esempio attraverso un compressore esterno;
- 3 sfianto nell'atmosfera;
- 21 uscita energia (primo collegamento);
- 22 uscita energia (seconda presa, collegamento allo switch).

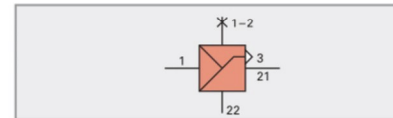


Figura 1: Regolatore di pressione

22.8.3.1 Impianto frenante pneumatico a doppio circuito e doppio tubo

La fig. 1 a pag. 754 raffigura un impianto frenante pneumatico a doppio circuito e doppio tubo ai sensi della direttiva CE sugli "Impianti frenanti". I dispositivi appartenenti agli stessi gruppi sono evidenziati con colori.

Gruppi di dispositivi

- **Impianto alimentazione aria compressa** (alimentazione di energia) con compressore, regolatore di pressione, essiccatore, serbatoio di rigenerazione, valvola di protezione a quattro vie, 4 serbatoi dell'aria con valvola di drenaggio, dispositivi di visualizzazione della pressione e un allarme per la pressione.
- **Freno di servizio a due circuiti per motrice** con valvola del freno di servizio, elettrovalvole ABS, regolatore automatico di potenza frenante in base al carico (ALB) con valvola relè, valvole ASR, valvole a due vie, cilindretto freno combinato con membrana per asse posteriore, cilindro a membrana per asse anteriore.
- **Freno di stazionamento e impianto frenante di soccorso** con valvola del freno di stazionamento, valvola relè con protezione per il sovraccarico, cilindretto freno combinato con accumulatore a molla per l'asse posteriore.
- **Impianto di comando del rimorchio** con valvola di comando del rimorchio, teste di accoppiamento, alimentazione e comando.
- **Impianto frenante rimorchio a doppio tubo** con condotta di alimentazione e comando, serbatoio aria, valvola a doppia via, valvola freno rimorchio, valvola di mantenimento del rapporto di pressione in entrata e uscita, valvole relè ABS, regolatore automatico di potenza frenante in base al carico (ALB), cilindretti freno e cilindri combinati con valvola a sgancio rapido.
- **Freno di emergenza rimorchio** (azionamento meccanico), azionato dal cilindro di accumulo di energia elastica nel cilindro combinato.

Funzionamento di base dell'impianto frenante pneumatico (fig. 1, pag. 755)

Impianto di alimentazione aria compressa. Il compressore aspira l'aria esterna attraverso un filtro, la comprime e la manda, attraverso il regolatore di pressione, all'essiccatore dell'aria. Il regolatore di pressione regola automaticamente la pressione in un intervallo compreso tra 7 e 8,1 bar. L'essiccatore dell'aria pulisce l'aria compressa tramite un filtro e la libera del contenuto di vapore acqueo. L'aria secca va in parte nel serbatoio di rigenerazione e in parte alla valvola di protezione a quattro vie. Quest'ultima suddivide l'aria compressa in quattro circuiti di alimentazione, proteggendoli contemporaneamente. Essi sono:

- circuito I (21) (freno di servizio - asse posteriore);
- circuito II (22) (freno di servizio - asse anteriore);
- circuito III (23) (freno di stazionamento, rimorchio);
- circuito IV (24) (rallentatore, impianto ausiliario).

Dopo aver raggiunto la sua pressione di regolazione, il regolatore di pressione mette la condotta di mandata in comunicazione con l'aria atmosferica. Contemporaneamente, invia un impulso di

comando all'essiccatore. Il pistone di comando dell'essiccatore è sollevato e, di conseguenza, apre lo scarico. L'aria secca del serbatoio di rigenerazione scorre di nuovo attraverso l'essiccante, dove asporta l'umidità e, quindi, viene scaricata all'esterno. Un riscaldatore vicino al pistone di comando dell'essiccatore impedisce che si creino disturbi del funzionamento dovuti a congelamento. Un manometro doppio indica al conducente il livello della pressione di alimentazione nei due circuiti dei freni di servizio. Se la pressione scende sotto il valore critico di circa 5,5 bar, si accende una spia luminosa o si inserisce un cicalino.

Impianto freno di servizio nel rimorchio (fig. 1, pag. 755).

È dotato di valvola del freno di servizio con valvola di mantenimento del rapporto di pressione a valle, per la regolazione dell'asse anteriore a seconda del carico. Tale regolazione avviene ad opera della presa di comando 4, comandata dal regolatore ALB dell'asse posteriore, che adegua la pressione frenante dell'asse anteriore al carico. La pressione frenante dell'asse anteriore (presa 22) è regolata a seconda della pressione del regolatore ALB tramite la valvola del freno di servizio. Quando il mezzo è a pieno carico, la pressione di comando non è ridotta. La valvola di mantenimento del rapporto di pressione convoglia la pressione frenante tramite le elettrovalvole dell'ABS ai cilindretti freno dell'AA. Sull'asse posteriore sono presenti delle elettrovalvole ABS (regolazione dell'ABS) e delle valvole ASR (regolazione dello slittamento in partenza).

Posizione di marcia (freno a riposo). In entrambi i circuiti della valvola del freno di esercizio (prese 11, 12), l'ingresso è chiuso e l'uscita (prese 21, 22) è aperta. I cilindretti freno dell'asse anteriore, nonché tutti i circuiti di comando collegati al relè con protezione da sovraccarico (prese 41, 42) e al regolatore ALB (presa di comando 4), scaricano l'aria aperta all'esterno. Avviene, inoltre, l'aerazione dell'accumulatore a molla dei cilindretti freni combinati tramite la valvola del relè con protezione per il sovraccarico (presa 12). Le molle sono tese e tutti i freni della motrice sono a riposo.

Freno azionato. Nella valvola di comando del freno di servizio, le uscite sono chiuse e le entrate (prese 11 e 12) aperte. Attraverso la forza del pedale, l'aria compressa è quindi dosata dalla valvola del freno di esercizio verso il circuito di comando sino al regolatore ALB (presa da 21 a 4) per l'asse posteriore. Il regolatore ALB pilota la propria valvola relè e alimenta, a seconda dell'intensità della frenata e dello stato di carico, i cilindri a membrana dell'asse posteriore (prese da 2 a 11). L'asse anteriore riceve la pressione frenante dalla valvola del freno di servizio (presa 22). Questa valvola adegua la pressione frenante in maniera proporzionale al carico

dell'automezzo grazie alla valvola di mantenimento del rapporto di pressione integrata. Inoltre, due tubazioni di comando, collegate alla valvola del freno di servizio, pilotano (presa 21 verso 41 e presa 22 verso 42) la valvola di comando del rimorchio.

Quando il rimorchio è agganciato, le condotte del freno del rimorchio sono alimentate, in modo dosato, di aria compressa e la valvola di comando del rimorchio ne aziona i freni. Negli impianti frenanti con una valvola del freno di servizio integrata, tale valvola contiene a sua volta una valvola di mantenimento del rapporto di pressione per la regolazione della pressione frenante dell'asse anteriore a seconda del carico. La valvola del freno di servizio dispone di una seconda presa di comando (4).

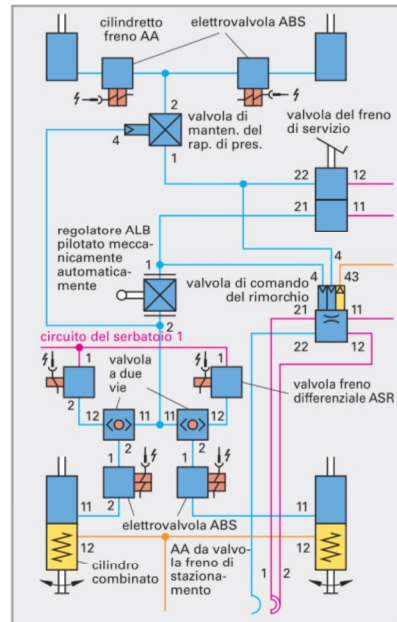


Figura 1: Impianto del freno di servizio con valvola di mantenimento del rapporto di pressione in entrata e uscita

Freno di stazionamento e impianto frenante di soccorso (fig. 1, pag. 755).

Dalla valvola di comando del freno di stazionamento partono una prima condotta di comando, che porta alla valvola relè per la protezione contro i sovraccarichi (collegamento 21 verso 42), e una seconda condotta che porta alla valvola di comando

del rimorchio (collegamento 22 verso 43).

Grazie ad esse, è possibile azionare, come freno di stazionamento o di soccorso, i freni a molla sull'asse posteriore della motrice e il freno di servizio del

rimorchio.

Una valvola antiritorno presente nel circuito del freno di stazionamento da eventuali perdite di pressione.

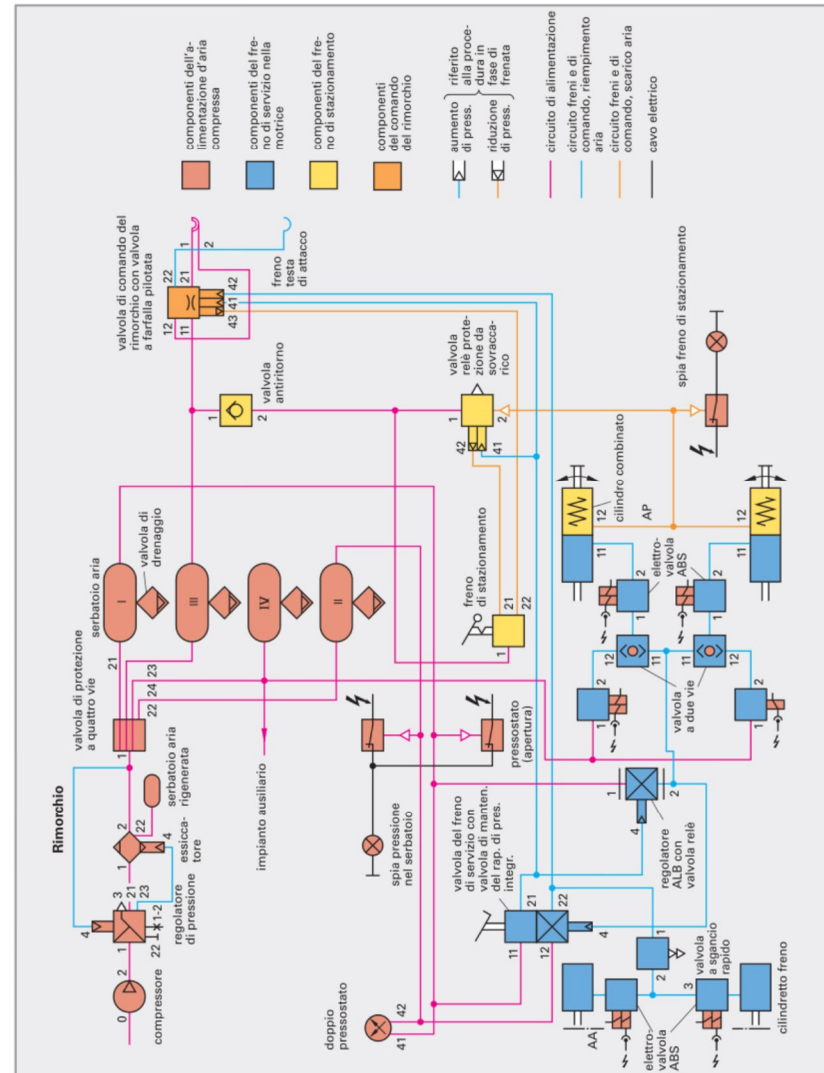


Figura 1: Impianto frenante pneumatico a doppio circuito e a due condotte per motore

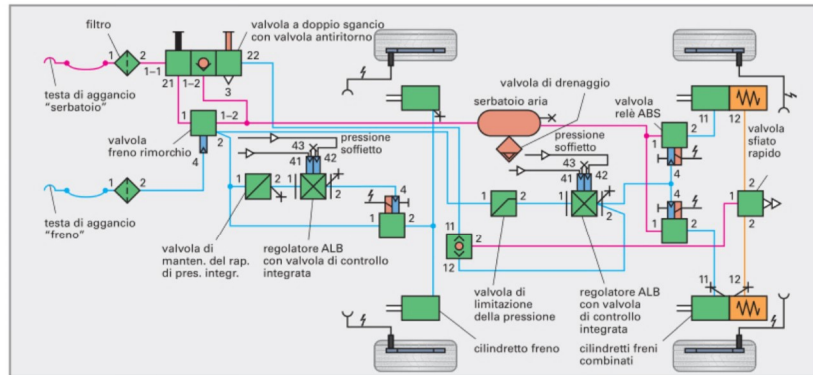


Figura 1: Impianto frenante pneumatico per rimorchio

Posizione di controllo. Il freno di stazionamento della motrice deve essere in grado di trattenere l'intero autotreno in pendenza, anche a freno del rimorchio rilasciato. Per verificarne la funzionalità, la valvola del freno di stazionamento prevede una posizione di controllo in cui il freno a molla è azionato e il freno del rimorchio è a riposo.

Posizione di marcia. La valvola del freno di stazionamento alimenta il circuito di comando della valvola del relé (presa 21 verso 42). Il relé commuta e gli accumulatori a molla (presa 2 verso 12) ricevono la pressione del serbatoio. Le molle sono compresse e i freni a riposo. Contemporaneamente si riempie d'aria la condotta di comando che porta alla valvola di comando del rimorchio (collegamento 22 verso 43). Il circuito frenante (presa 22) è privo di pressione e i freni del rimorchio sono quindi a riposo.

Posizione di frenata. Azionando la valvola del freno di stazionamento, è possibile svuotare l'aria in modo progressivo dalle condotte di comando. La valvola relé commuta, i cilindri freni tristop si svuotano dall'aria e le molle ad accumulo di energia, espandendosi, azionano i freni. La valvola di comando del rimorchio, tramite il collegamento 22 e la condotta di comando, invia in maniera dosata aria alla valvola di comando del freno del rimorchio, azionandone i freni.

Protezione per il sovraccarico. Funziona quando è azionato il freno di servizio in aggiunta al freno di stazionamento. Il freno di stazionamento è riempito o scaricato nella misura in cui aumenta la pressione nel freno di servizio. La somma delle forze dei cilindri a membrana e degli accumulatori a molla non può essere applicata contemporaneamente perché potrebbe subentrare un sovraccarico dei componenti del freno.

Impianto frenante del rimorchio (fig. 1).

Circuito di alimentazione. La testa rossa dell'attacco sulla motrice con giunto di blocco, provvista di un tubo di collegamento e di un filtro (3), alimenta il rimorchio. Solo quando il rimorchio risulta agganciato, la valvola si apre e la valvola di comando del rimorchio riceve la pressione.

Circuito di comando. La testa gialla dell'attacco, durante la frenata, alimenta il rimorchio con la pressione presente nel circuito del freno di servizio (disegnato in azzurro nella fig. 1 per "motivi grafici").

Posizione di freno a riposo. Tramite il collegamento 22, la valvola di comando del rimorchio scarica l'aria nella condotta di frenata. La valvola di comando del freno del rimorchio, a sua volta, svuota l'aria e allenta i freni del rimorchio.

Posizione di frenata. Tramite i collegamenti 41 e 42, la valvola di comando del rimorchio riceve, in modo dosato, aria compressa dalla valvola di comando del freno di servizio e va a riempire d'aria la condotta di comando tramite il collegamento 22. L'incremento di pressione nella condotta di frenata aziona, in modo dosato, la valvola di comando del freno del rimorchio e invia aria compressa dal serbatoio ai due regolatori ALB degli assi del rimorchio. I regolatori ALB regolano l'intensità della frenata per i cilindri del freno, in funzione del carico sugli assi. Una valvola di regolazione del rapporto di pressione riduce l'intensità della frenata dell'asse anteriore quando il veicolo è vuoto o parzialmente carico, per impedire una frenatura eccessiva. Il rimorchio è così frenato con un'intensità adeguata al suo carico.

Rottura del circuito di alimentazione. La pressione nel circuito di alimentazione cade e la valvola dei freni del rimorchio frena completamente il rimorchio. Questo avviene anche in caso di scollamento del rimorchio. Per movimentare il rimorchio

collegato, la valvola di disinserimento (in nero) deve essere azionata sulla valvola a doppia via.

Difetto nella tubazione del freno. I freni rimangono a riposo. Solo quando è attivato il freno, l'aria del serbatoio fuoriesce tramite il tubo freno difettoso e la presa 22 nella valvola di comando del rimorchio. Tale presa è collegata, tramite la presa 12, con la presa 2 sulla testa di aggancio "serbatoio". La pressione nel circuito di alimentazione diminuisce e la valvola dei freni del rimorchio frena completamente il rimorchio. Dopo avere rilasciato il freno nella motrice, anche il freno nel rimorchio risulta a riposo.

Freno di stazionamento nel rimorchio

Azionando la testa di aggancio rossa sulla valvola a doppio sgancio, i cilindretti frenanti degli accumulatori a molla sono scaricati tramite la valvola a doppia via e la valvola di sfogo rapido. Il rimorchio risulta, così, frenato dalla forza elastica del cilindretto freno degli accumulatori a molla (cilindro Tristop).

22.8.3.2 Componenti dell'impianto frenante pneumatico

Compressore (fig. 1)

Compiti. Fornire aria compressa all'impianto.

Funzionamento. Il compressore a pistoni a uno o due cilindri è azionato dal motore. Durante la corsa di aspirazione, tramite un filtro dell'aria, aspira aria fresca e la comprime. Le valvole lamellari presenti sulla testata controllano l'aria in ingresso e in uscita. La lubrificazione avviene generalmente tramite il circuito di lubrificazione del motore.

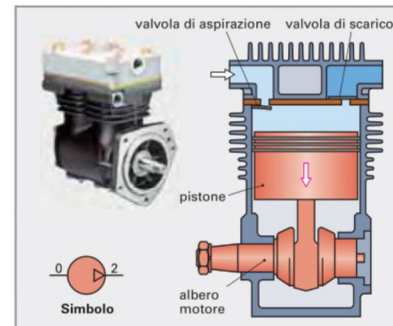


Figura 1: Compressore

Regolatore di pressione (fig. 2)

Compiti

• Regolare automaticamente la pressione di servizio tra pressione di disinserimento e di inserimento.

- Proteggere l'impianto da impurità (filtro).
- Fornire aria compressa al collegamento di alimentazione degli pneumatici, per esempio per gonfiare gli pneumatici.
- Proteggere l'impianto da sovrappressioni (la valvola di folle funge da valvola di sicurezza).
- Comandare l'essiccatore dell'aria.

Funzionamento

Posizione di riempimento. L'aria compressa proveniente dal compressore fluisce dalla presa 1 alla presa 21 nell'impianto. Questa pressione è presente anche in corrispondenza della presa 4 e agisce dal basso sul pistone di comando. Al raggiungimento della pressione di disinserimento (per esempio, 8,1 bar) il pistone di comando è spinto verso l'alto contro la forza elastica della molla tarata. La valvola di scarico si chiude e la valvola di aspirazione si apre. L'aria compressa spinge, quindi, il pistone di disinserimento verso il basso e apre la valvola di funzionamento a vuoto (folle). Il compressore trasporta l'aria da 1 → 3 verso l'esterno. La valvola antiritorno mantiene la pressione nell'impianto.

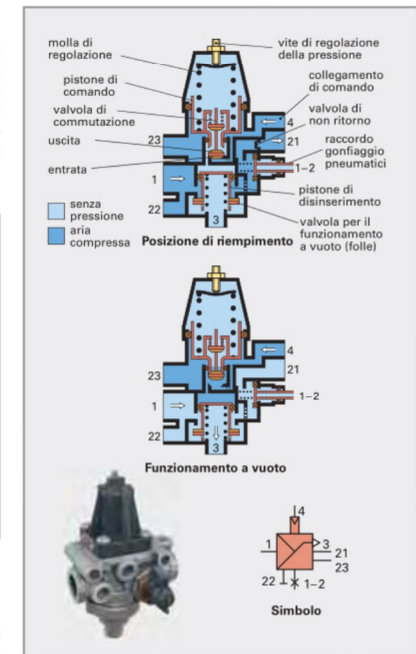


Figura 2: Regolatore di pressione

Posizione del regime di minimo. Se la pressione nel serbatoio di accumulo diminuisce, la molla tarata spinge il pistone di comando verso il basso. L'entrata si chiude e l'uscita si apre. Il pistone di disinserimento è sgravato dalla pressione ed è spinto verso l'alto. La valvola di funzionamento a vuoto si chiude e i serbatoi dell'aria sono nuovamente riempiti.

Presenza per il gonfiaggio degli pneumatici. Il flessibile di riempimento degli pneumatici sposta, quando si inserisce, il corpo della valvola nel raccordo di gonfiaggio, aprendo il passaggio 2. A questo punto è possibile togliere o aggiungere aria compressa all'impianto. Il pistone di disinserimento funge da valvola di sicurezza; si apre a circa 2 bar sopra la pressione di disinserimento.

Valvola di protezione del circuito a 4 vie (fig. 1.)

Compiti

- Distribuzione dell'aria compressa sui 4 circuiti.
- Mantenimento della pressione dei circuiti intatti in caso di diminuzione della pressione in uno o più circuiti dell'impianto frenante.
- Riempimento prioritario dei circuiti del freno di servizio. Circuiti 1 e 2 prima dei circuiti 3 e 4.

Funzionamento. L'aria compressa arriva dal compressore attraverso il collegamento 1. Al raggiungimento della pressione di apertura (per esempio, 7 bar), si aprono entrambe le valvole di troppo pieno che portano ai collegamenti dei circuiti del freno di servizio 21 e 22. L'aria può così riempire i serbatoi dei due circuiti. Contemporaneamente, tramite le valvole antiritorno, si accumula aria compressa alla base delle valvole di troppo pieno dei collegamenti 23 e 24. Quando la pressione raggiunge per esempio un valore di 7,5 bar, le valvole di troppo pieno si aprono. I serbatoi dell'aria del freno di servizio sono già pieni e di conseguenza si possono riempire anche i circuiti 3 e 4.

Attività di protezione

Quando si ha una perdita d'aria, per esempio nel circuito 21, la pressione del circuito stesso, come quella del circuito 22, diminuisce fino a raggiungere la pressione di chiusura di circa 5,5 bar. La valvola del troppo pieno del circuito 21 si chiude. Il compressore riempie nuovamente il circuito 22 fino al raggiungimento (7 bar) nella valvola di troppo pieno del circuito 21. La pressione nei circuiti 23 e 24 è mantenuta perché le valvole antiritorno impediscono una fuoriuscita dell'aria tramite il punto di perdita. Il freno di stazionamento (circuito 23) rimane pertanto a riposo.

Valvola del freno di servizio con mantenimento del rapporto di pressione (fig. 1, pag. 759)

Compiti

- Accurata ventilazione dell'impianto del freno di servizio a doppio circuito del rimorchio.

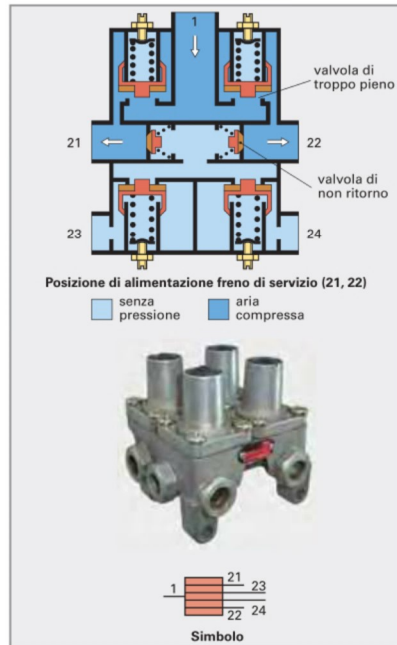


Figura 1: Valvola di protezione a quattro vie

- Pilotaggio della valvola di comando del rimorchio.
- Gestione della pressione frenante dell'asse anteriore in base al carico, con la valvola di mantenimento del rapporto di pressione in entrata e uscita.

Funzionamento. Il dispositivo di azionamento (pedale del freno) agisce su 2 valvole disposte in linea.

Posizione di marcia (fig. 1, pag. 759). L'entrata verso le prese 11 e 12 è chiusa. I circuiti del freno di servizio non ricevono l'aria del serbatoio di accumulo. L'uscita delle prese 21 e 22 sono aperte e scaricano l'aria dalla presa 3 verso l'esterno.

Posizione di frenata parziale. Durante l'azionamento del freno viene aperta l'entrata tramite il pistone di reazione. L'aria compressa fluisce e agisce sul pistone di comando. In questo modo l'entrata inferiore si apre. La posizione finale del freno è raggiunta quando la pressione che agisce nella camera sul pistone di reazione lo sposta verso l'alto sino alla compensazione delle due forze. Le valvole di scarico sono, così, chiuse. Nei circuiti del freno di servizio 21 e 22 confluisce una pressione parziale.

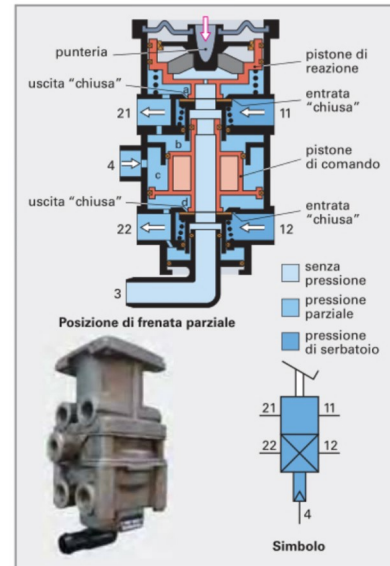


Figura 1: Valvola del freno di servizio con valvola di mantenimento del rapporto di pressione in entrata e uscita - posizione di frenata parziale

Frenata a fondo. Il pedale del freno è premuto a fondo e il pistone di reazione raggiunge il fine corsa. Entrambe le valvole di aspirazione sono completamente aperte. Nei circuiti frenanti è presente la massima pressione di esercizio.

Valvola del freno di stazionamento e dell'impianto frenante di soccorso (fig. 2)

Compiti

- Azionamento dosato del freno di stazionamento e dell'impianto frenante di soccorso attraverso i cilindri degli accumulatori a molla.
- Posizione di controllo per verificare la funzionalità del freno di stazionamento nel rimorchio.

Posizione di marcia. Gli accumulatori a molla dei cilindri combinati e il circuito di comando sino alla valvola di comando del rimorchio sono alimentati con aria compressa. Le molle sono compresse.

Posizione del freno di stazionamento. Gli accumulatori a molla e il circuito di comando sino alla valvola di comando del rimorchio si scaricano. I freni degli accumulatori a molla e i freni del rimorchio sono azionati.

Posizione di controllo. L'asse posteriore del rimorchio è frenato tramite lo scarico della pressione negli accumulatori a molla. Attraverso la valvola

di comando del rimorchio sono allentati i freni del rimorchio. L'intero autotreno deve essere in grado di rimanere frenato, tramite i freni di stazionamento del rimorchio, in un tratto con pendenza del 12%.



Figura 2: Valvola del freno di stazionamento

Regolatore automatico di potenza frenante in base al carico con valvola relè (ALB, fig. 3).

Compiti

- Regolazione automatica della forza frenante in funzione del carico.
- Pilotaggio attraverso la pressione nel soffiato (sospensioni pneumatiche) o movimento delle balestre (sospensioni meccaniche).
- Valvola relè per un rapido riempimento e scarico dell'aria.

Con il mezzo privo di carico, la pressione frenante è ridotta nel rapporto di 5:1, ovvero a fronte di una pressione frenante di 6 bar sui cilindri ruota, agisce una pressione di solo 1,2 bar.



Figura 3: ALB con valvola del relè per molleggio pneumatico

Cilindretti freno (fig. 1, pag. 760)

Compiti

- I cilindri a membrana generano la forza di serraggio sul freno di servizio.
- I cilindri degli accumulatori a molla generano la forza di serraggio nel freno di stazionamento e nell'impianto frenante di soccorso.

I cilindri a membrana sono impiegati sull'asse anteriore, mentre sull'asse posteriore sono utilizzati i cilindri combinati. Si tratta di una combinazione di una membrana per il freno di servizio e di un accumulatore a molla per il freno di stazionamento e l'impianto frenante di soccorso. In caso di assenza di aria compressa, è possibile trainare un veicolo frenato tramite un dispositivo di rilascio degli accumulatori a molla, per esempio una vite esagonale con cui si tendono le molle per rilasciare i freni (fig. 1, pag. 760).

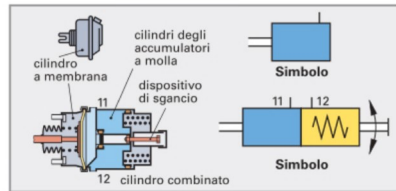


Figura 1: Cilindretto freno

Valvola di comando del rimorchio (fig. 2)

Compiti

- Pilotaggio dell'impianto frenante del rimorchio tramite l'impianto del freno di servizio della motrice.
- Pilotaggio dell'impianto dei freni del rimorchio tramite la valvola del freno di stazionamento e dell'impianto frenante di soccorso.
- Alimentazione dell'impianto freni del rimorchio con aria compressa.



Figura 2: Valvola di comando rimorchio con valvola a farfalla

Posizione di marcia. La presa 41 e la presa 42 sono prive di pressione. La presa 43 ha la pressione del serbatoio di accumulo. Anche l'uscita 22 è priva di pressione.

Posizione di frenatura. Se dalla valvola del freno di servizio 41 proviene pressione frenante, il circuito frenante collegato al rimorchio viene alimentato di conseguenza. In caso di attivazione del freno di stazionamento, la presa 43 è priva di pressione e sulla presa 21 è presente pressione frenante.

Impianto frenante del rimorchio (fig. 1, pag. 756). Deve disporre di due circuiti con un freno di servizio e un freno di stazionamento.

Componenti

Valvola a doppio rilascio. È utilizzata nei rimorchi a timone e nei semirimorchi e ha il compito di consentire lo sblocco manuale dei freni del rimorchio quando è scollegato. Quando il rimorchio è scollegato la valvola dei freni fa confluire aria compressa dal serbatoio dell'aria nei cilindri a membrana. Con il pulsante nero è possibile scaricare i cilindri a membrana, affinché il rimorchio risulti manovrabile. Per rilasciare il cilindretto freno degli accumula-

tori a molla, è necessario azionare il pulsante rosso. In questo modo, è possibile alimentare e areare i cilindretti freno degli accumulatori a molla tramite la valvola a rilascio rapido.

Freni delle ruote

Si tratta di freni che, grazie all'attrito, trasformano l'energia cinetica in calore. Negli autobus e spesso anche negli automezzi vengono impiegati freni a disco in tutte le ruote. Su alcuni veicoli (per esempio, quelli per cantiere) o sugli assi posteriori possono essere tuttora utilizzati i freni a tamburo.

Freni a tamburo (fig. 3). Sono generalmente impiegati i freni di tipo simplex azionati, tramite una camma a S oppure un dispositivo conico.

Nella maggior parte dei casi, il freno con dispositivo conico ha soppiantato il freno con camma a S. Il dispositivo conico è attuato direttamente dal cilindro a membrana. La leva e l'albero del freno non sono presenti.

Generalmente è previsto un dispositivo di regolazione automatica del gioco causato dall'usura delle guarnizioni d'attrito.

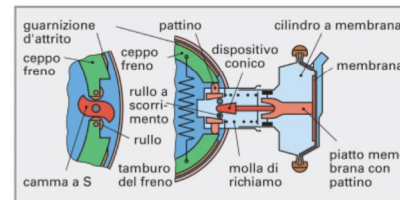


Figura 3: Freno a tamburo con camma a S e con dispositivo conico

Freni a disco (fig. 4). Si sono affermati soprattutto per i seguenti motivi:

- buona modulabilità;
- buona dissipazione del calore;
- buona capacità di respingere le impurità;
- fading (perdita di efficacia) contenuto;
- funzionamento omogeneo del freno.

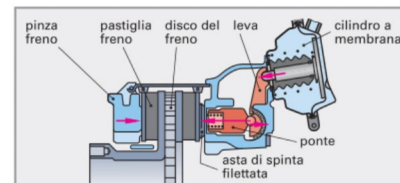


Figura 4: Freno a disco a comando pneumatico

22.8.3.3 Freni motore

I rallentatori sono freni privi di usura. Rimangono in funzione sino a quando il veicolo è in movimento e, soprattutto, nella fase di frenata durante lunghi percorsi in discesa.

Servono per sgravare e preservare il freno di servizio. Sono spesso utilizzati anche durante la marcia per rallentare normalmente il veicolo. In caso di attivazione, si illuminano anche le luci freno.

Freno motore

Viene azionato tramite una leva manuale. Possono essere selezionati 2 livelli di freno motore.

Livello 1. Con l'azionamento, la valvola a regolazione costante che si trova nella camera di compressione viene aperta pneumaticamente. Nella fase di compressione, solo una piccola porzione d'aria fuoriesce nel canale di scarico tramite una valvola aggiuntiva. In questo modo, avviene la compressione e il freno motore svolge la propria funzione. La pressione residua fuoriesce al PMS e l'aria compressa non esercita nessuna forza di accelerazione sul pistone.

Livello 2: valvola a regolazione costante e freno della valvola di scarico. In questo caso, viene chiuso un flap nel canale di scarico ottenendo, tramite la pressione dinamica dei gas di scarico, una potenza frenante maggiore. Allo stesso tempo, quando si attiva il freno motore, è interrotta l'alimentazione di carburante.

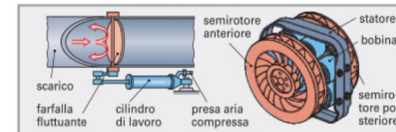


Figura 1: Freno motore

Figura 2: Freno elettromagnetico

Freno elettromagnetico

Il freno elettromagnetico raffreddato ad aria (fig. 2), è costituito da due rotori in ferro dolce, muniti di alette per migliorare il raffreddamento, che ruotano in un campo magnetico regolabile generato dallo statore (bobine). Il disco è frenato dalle

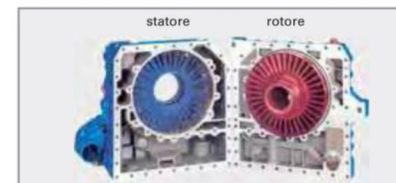


Figura 3: Retarder

correnti parassite che si creano. L'aria dinamica disperde il calore che si crea nei semirotori a causa delle correnti parassite. Il freno viene regolato in base alla variazione della corrente di eccitazione prelevata dalla batteria. Il freno elettromagnetico è installato tra il cambio e il differenziale.

Freno idrodinamico (retarder)

Trasforma l'energia frenante in calore attraverso attrito fluido. Il freno si compone di uno statore fisso e di un rotore trainato dal cardano (fig. 3). Analogamente alla frizione idrodinamica, il rotore e lo statore hanno delle palette, tra le quali l'olio idraulico è accelerato dal rotore e rallentato dallo statore. La regolazione avviene variando la quantità di olio fra pompa e turbina. L'olio è raffreddato tramite uno scambiatore che cede il calore al liquido di raffreddamento del motore.

22.8.3.4 ABS per impianti frenanti pneumatici (fig. 1, pag. 762)

Gli autoveicoli pesanti, gli autocarri N_{2/3}, i rimorchi e gli autobus M_{2/3} devono essere dotati di un impianto ABS ad aria compressa.

Vantaggi dell'ABS ad aria compressa

- Il veicolo mantiene la sua stabilità di marcia grazie alla diminuzione del momento di imbarcata.
- Il veicolo rimane manovrabile.
- Il rimorchio di un autotreno non sbanda.
- Si ottengono spazi di frenata ridotti.
- Il conducente non deve controsterzare in caso di fondo scivoloso solo da un lato.

Componenti dell'ABS ad aria compressa

- Sensori ruota con corone ad impulsi sulle ruote.
- Centralina di regolazione elettronica.
- Valvole di controllo della pressione.
- Spia ABS.
- Centralina elettronica per la rilevazione del rimorchio.
- Collegamento a spina dell'ABS al rimorchio.

Sensori ruota. Rilevano la velocità di rotazione delle ruote.

Centralina elettronica. Funge da unità di controllo centralizzata e comprende, come nel caso dell'idraulico dell'ABS, quattro aree funzionali: amplificatore in ingresso, unità di calcolo, stadio finale di potenza e circuito di comando.

Valvole di controllo della pressione. Generalmente sono impiegate delle valvole di controllo della pressione monocanali.

Per ogni ruota è prevista una valvola. In caso di intervento dell'ABS, la centralina aziona le due elettrovalvole di controllo della pressione e regola la pressione nel freno ruota in modo tale da evitare il bloccaggio.

Spia ABS. È controllata dalla centralina e si spegne quando il veicolo supera la velocità di 7 km/h. Si accende in caso di avaria dell'ABS.

Centralina elettronica per la rilevazione del rimorchio. Sul rimorchio sono presenti una spia rossa e una spia informativa gialla.

Forniscono le seguenti informazioni al conducente:

- se si illuminano sia la spia rossa sia la spia gialla, significa che c'è un'avaria nell'ABS del rimorchio;
- se si illumina soltanto la spia informativa gialla, significa che il rimorchio collegato non dispone di ABS.

Collegamento a spina dell'ABS al rimorchio.

La motrice dispone di una presa ABS a cinque poli per il collegamento al rimorchio. Nel caso degli autotreni, la presa ABS è installata nel semirimorchio.

22.8.3.5 ASR (controllo dello slittamento in accelerazione) per impianti frenanti pneumatici (fig. 1)

In caso di partenza su fondo scivoloso su entrambi i lati del veicolo, oppure in accelerazione in curva, le ruote che slittano a causa del pattinamento potrebbero essere in grado di trasmettere poca o nessuna forza laterale.

Il comportamento di guida del veicolo sarebbe pertanto instabile. Lo slittamento può, inoltre, causare un'elevata usura degli pneumatici e del differenziale. L'ASR aumenta la trazione e mantiene il veicolo in carreggiata.

Circuiti di regolazione ASR. Si distingue tra:

- circuito di regolazione freno ASR;
- circuito di regolazione motore ASR.

Circuito di regolazione freno ASR. Si compone di:

- componenti dell'ABS dell'asse posteriore;
- centralina ABS/ASR;
- selettore di circuito a due vie;
- elettrovalvola ASR.

Funzionamento

Se una ruota tende a slittare in partenza, viene frenata in maniera modulata dalla centralina. L'ASR funge, quindi, da dispositivo automatico di bloccaggio del differenziale. Allo stesso tempo, la centralina riduce la coppia del motore a un valore ottimale attraverso il circuito di regolazione del motore. Il circuito di regolazione del freno rimane in funzione sino ad una velocità di 30 km/h. Oltre a questa velocità viene solo ridotta, per esempio, la coppia motore dal circuito di regolazione del motore.

Circuito di regolazione del motore ASR. Può essere costituito da uno dei seguenti sistemi:

- comando elettronico della potenza motore (EMS);
- comando elettronico del Diesel (EDC);
- valvola proporzionale con cilindro di regolazione (P);
- servomotore e dispositivo di regolazione lineare (M).

I sistemi di gestione del motore (EMS oppure EDC) influiscono sulla coppia motrice. Nel caso del sistema di regolazione P, la centralina riduce direttamente la quantità di iniezione e quindi la coppia motrice tramite una valvola dotata di un cilindro di regolazione; nel caso del sistema M, tramite, invece, un servomotore.

La spia informativa dell'ASR comunica che è in funzione e funge da indicatore di slittamento.

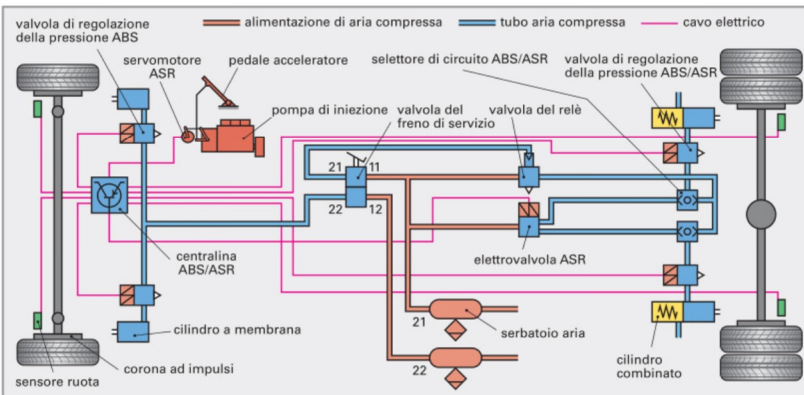


Figura 1: Impianto ABS/ASR ad aria compressa

22.8.3.6 EBS con ESP (impianto frenante elettronico con programma di stabilità elettronico)

Il sistema frenante elettronico EBS (fig. 1) rappresenta un'evoluzione dell'impianto frenante elettropneumatico. Grazie ai singoli componenti elettronici ed elettropneumatici, il sistema può espletare le seguenti funzioni.

- **Frenata a regolazione elettronica.** Ne conseguono spazi di arresto più brevi e una lunga durata delle pastiglie freno.
- **Controllo integrato della forza di accoppiamento.** Modifica l'azione frenante del rimorchio in modo tale che le forze di accoppiamento tra rimorchio e motrice frenata siano pressoché nulle.
- **Frenata con intervento dell'ABS.** L'autotreno rimane manovrabile e stabile in direzione di marcia.
- **Partenza con intervento dell'ASR.** Aumenta la trazione in caso di fondo scivoloso su un lato o su entrambi i lati.
- **Stabilizzazione sulla carreggiata con ESP.** Il sistema riconosce condizioni di guida instabili e fa sì che il veicolo rimanga governabile in situazioni critiche.
- **Adaptive Cruise Control (ACC).** Mantiene la distanza di sicurezza dal veicolo antistante, a seconda della velocità di marcia.

Sistema frenante elettronico (figg. 1 e 2)

Struttura. È un impianto frenante pneumatico che può essere comandato elettropneumaticamente. Si compone di due circuiti frenanti di servizio per l'asse anteriore (AA) e per l'asse posteriore (AP) e un circuito del freno di stazionamento (FST).

Funzionamento

Frenata EBS. Quando il conducente aziona il pedale del freno, l'intenzione di frenare viene comunicata alla centralina elettronica tramite il modulo del pedale del freno, che è dotato di sensori di corsa.

Tramite la rete CAN sono comandati i modulatori EBS/ABS e il rimorchio. La pressione di frenata nei cilindretti freno è regolata dalla centralina tramite le elettrovalvole, in funzione dei comandi del conducente. I sensori di giri rilevano la frenata. L'usura delle pastiglie freno è rilevata da appositi sensori. L'impianto frenante del rimorchio è pilotato tramite il modulo di comando del rimorchio.

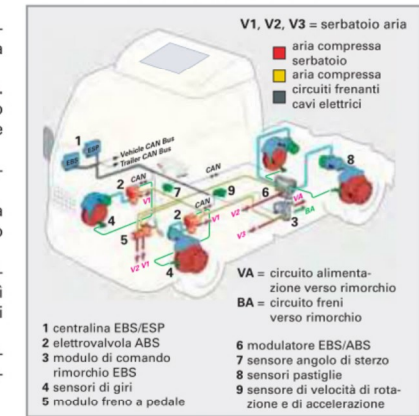


Figura 1: Schema impianto frenante elettronico

Vantaggi

- Apporto di pressione più veloce e sincrono in tutti i cilindretti freno e spazi di arresto più brevi.
- Maggior comfort di frenata grazie a una buona dosabilità.
- Buona armonizzazione delle forze frenanti della motrice e del rimorchio.
- Usura uniforme delle pastiglie freno in tutto l'autotreno.

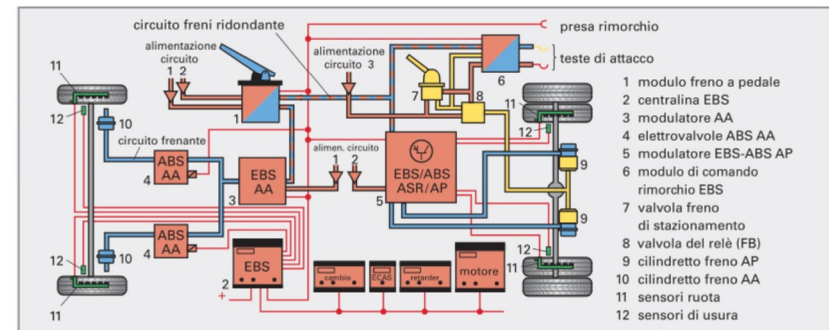


Figura 2: Impianto frenante elettronico

- Maggiore durata delle pastiglie freno, grazie all'intervento del retarder e del freno motore.
- In caso di avaria dell'EBS, è possibile, in sostituzione, frenare pneumaticamente con i due circuiti del freno di servizio (funzione ausiliaria di frenata).

Controllo integrato della forza di accoppiamento. In caso di frenata, la pressione frenante nella motrice e nel rimorchio è ottimizzata in modo tale che non subentrino forze di accoppiamento. A tal fine, occorre conoscere la massa totale e la distribuzione dei pesi dell'autotreno. Per determinare la massa totale, viene valutato il comportamento in accelerazione. La distribuzione dei pesi è rilevata a seconda del comportamento in frenata della motrice e del rimorchio. Questi valori sono salvati e utilizzati come riferimento per le frenate successive. Se la frenata calcolata non è raggiunta, la pressione frenante è aumentata gradualmente.

Frenata con intervento di ABS. Se durante la frenata le ruote tendono al bloccaggio, il sensore di velocità lo rileva e le elettrovalvole dell'ABS dell'asse anteriore e del modulatore ABS sono pilotate. Come nel caso dell'ABS delle autovetture, il sistema esegue le fasi di comando: generazione, diminuzione e mantenimento di pressione. In caso di diminuzione di pressione, l'aria compressa è rilasciata verso l'esterno in maniera modulata, sino a quando non sussiste più il pericolo di bloccaggio.

Regolazione della partenza con ASR. La regolazione dell'ASR avviene tramite l'intervento del freno del motore.

Regolazione dell'ASR tramite il freno. Se una ruota, in partenza o in accelerazione a velocità inferiori ai 40 km/h, slitta, viene rallentata in maniera dosata sino a quando raggiunge la stessa velocità dell'altra ruota. Il sensore di pressione e il sensore di giri forniscono alla centralina le informazioni necessarie.

Regolazione dell'ASR tramite il motore. Se le ruote slittano in accelerazione, la coppia motrice è ridotta sino a quando la velocità periferica rilevata dai sensori delle ruote è di poco superiore alla velocità di marcia. La regolazione dell'ASR tramite il motore è attiva a tutti i regimi.

ASR off road. Grazie a un apposito interruttore per la guida con catene da neve oppure su percorsi fuori strada, è possibile disinserire l'ASR per migliorare l'aderenza.

Regolazione dell'ESP con intervento del motore e del freno. Il sistema esegue due funzioni:

- a fronte di un basso e medio coefficiente di attrito, contrasta il sovrasterzo e il sottosterzo, impedendo che l'autotreno si metta di traverso;
- a fronte di un medio o elevato coefficiente di attrito, contrasta il ribaltamento.

Regolazione in caso di sovrasterzo. Se un autotreno tende a sovrasterzare (fig. 1) in curva o a mettersi di traverso, l'ESP frena, per esempio, la ruota anteriore esterna, così da ridurre il momento di imbardata che ne scaturisce. Per evitare che il veicolo si metta di traverso, il rimorchio può essere ulteriormente rallentato. In questo modo, si evita che il rimorchio impenni verso l'alto o sbandi. Per questa funzione dell'ESP è necessario un rimorchio con impianto ABS.

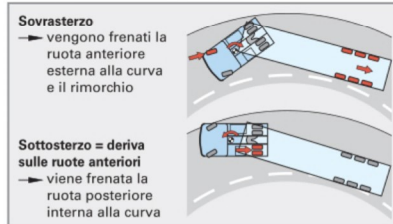


Figura 1: Regolazione dell'ESP in caso di sovrasterzo o sottosterzo

Regolazione in caso di sottosterzo. Se un veicolo tende a sottosterzare, la regolazione dell'ESP cerca di impedire una cabrata o uno sbandamento, frenando diverse ruote sulla motrice e frenando a intervalli periodici il rimorchio. Nel caso in cui venga percorsa una curva a sinistra, per esempio, viene frenata la ruota posteriore interna alla curva affinché insorga un momento di imbardata opposto, in grado di stabilizzare il veicolo. Affinché la centralina possa calcolare le pressioni frenanti individuali con cui l'ESP può intervenire, sono necessari diversi elementi di riferimento come, per esempio, il coefficiente di attrito, lo stato di carico, l'angolo di sterzo e l'angolo di imbardata. In determinate situazioni, il sistema interviene anche sul motore per ridurre la potenza e controllare lo slittamento sull'asse motore.

ROP (Roll-Over Protection). Attraverso questa funzione si punta a prevenire il ribaltamento del veicolo in presenza di coefficienti di attrito alti e medi. A tal fine, viene dapprima ridotta la velocità del veicolo e poi fatto intervenire il sistema frenante sino a quando scompare l'angolo di inclinazione critico.

DOMANDE DI RIPASSO

- 1 Quali sono i componenti dell'impianto frenante pneumatico a doppio circuito?
- 2 Spiegate il funzionamento dell'impianto ABS ad aria compressa per veicoli industriali.
- 3 Quali funzioni parziali può svolgere l'impianto EBS con regolazione dell'ESP?
- 4 Quali vantaggi presenta il sistema EBS?

22.9 Impianti di avviamento per veicoli industriali

Per motori con cilindrata non superiore a 12 litri, i sistemi di avviamento possono essere da 12 o 24 V. Sistemi di avviamento più potenti, utilizzati per cilindrate fino a 24 litri, funzionano unicamente con tensioni di 24 V. Il motivo è il seguente: a parità di potenza dei due sistemi di avviamento, nei sistemi a 24 V scorre la metà della corrente rispetto agli impianti a 12 V ($P = U \cdot I$). Quindi, il cavo principale del motorino di avviamento può essere realizzato con sezione minore. Il vantaggio è che cavi con sezione piccola dissipano meglio il calore rispetto a cavi di sezione grande; ne risulta, quindi, un debole aumento della resistenza causato dal riscaldamento dovuto al carico. È, quindi, possibile mantenere nei valori la caduta di tensione nel cavo principale dell'impianto di avviamento. Negli impianti a 24 V è, però, maggiore il deterioramento dei contatti di lavoro del relè principale.

22.9.1 Tipologie di motorini di avviamento

Nei veicoli industriali leggeri, in genere, si utilizzano, come per le automobili, motorini a innesto con pignone scorrevole ad elettromagnete. Nei veicoli industriali pesanti, invece, si utilizzano prevalentemente motorini con innesto del pignone a due stadi (figg. 1 e 2).

Nei due casi, il primo è costruito con il motore eccitato in serie, il secondo con eccitazione compound. La sezione (fig. 1) mostra la struttura di un motorino con innesto del pignone a due stadi e con il motore a eccitazione compound.

L'albero dell'indotto è cavo in modo da poter inserire l'asta di innesto, mentre sul lato del pignone è fissata la campana di trascinamento. Tale campana accoglie la frizione a lamelle. Sul lato del collettore

sono montati un relè d'innesto e un relè di comando.

Relè d'innesto e di comando. Dato che il relè di innesto è posto sulla parte posteriore del motorino, il pignone per ingranare dev'essere spostato dall'asta di innesto, che passa attraverso l'albero cavo dell'indotto in senso assiale, verso la corona dentata. Il relè di innesto aziona, inoltre, tramite la leva di disimpegno, il nottolino di blocco e la piastra di battuta. Il relè di comando innesca, così, i contatti inferiori, alimentando i campi di eccitazione. Il motorino sviluppa la sua massima potenza.

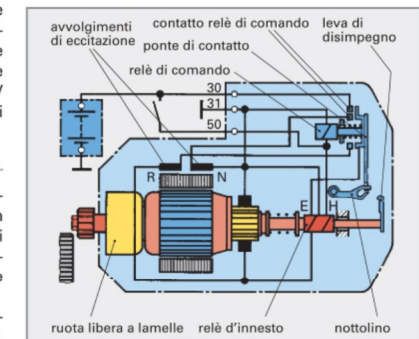


Figura 2: Motorino con innesto del pignone a due stadi (posizione di riposo)

Pignone. La frizione a lamelle, montata su un manicotto a dentatura elicoidale, durante la rotazione si comprime, stabilendo un accoppiamento tra l'indotto del motorino e il pignone.

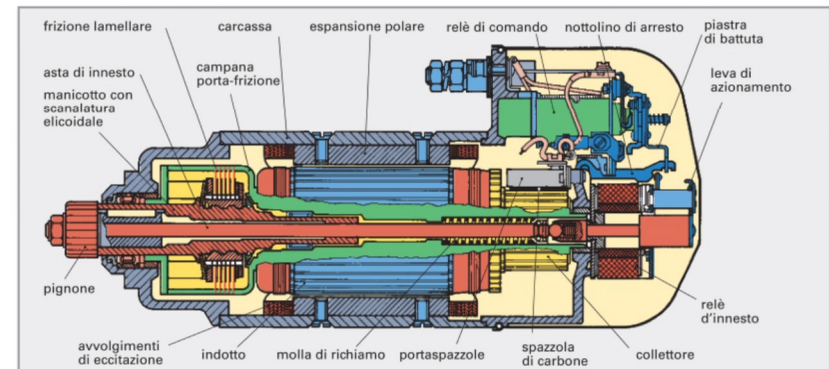


Figura 1: Motorino con innesto del pignone a due stadi

1. Prima posizione - innesto pignone (fig. 1). Quando è azionato l'interruttore di avviamento, sono alimentati sia l'avvolgimento del relè di comando, sia l'avvolgimento di ritenuta (H) del relè di innesto. I contatti superiori del relè di comando (K) si chiudono, alimentando anche l'avvolgimento di spinta (E) del relè di innesto che, per l'effetto magnetico, attira il nucleo spingendo assialmente l'asta di innesto e il pignone verso la corona dentata. L'avvolgimento di campo ausiliario (N) del motorino di avviamento, durante la prima posizione, è collegato in serie all'indotto tramite il commutatore di campo. Nell'avvolgimento di campo ausiliario si crea un debole campo magnetico che genera una debole coppia e imprime all'indotto una lenta rotazione.

Nella prima posizione di commutazione, il pignone del motorino viene spostato assialmente con una rotazione lenta per consentire un innesto dolce e senza impuntamenti.

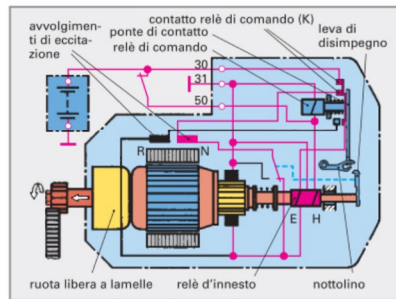


Figura 1: Motorino a pignone scorrevole comandato da elettromagnete (prima posizione)

2. Seconda posizione - massima potenza (fig. 2). Al termine della prima fase, quando il pignone è innestato nella corona, il nottolino di blocco è sollevato dalla leva di disimpegno. I contatti inferiori del relè di comando si chiudono e il campo principale di trazione (R) è alimentato. Il motorino utilizza ora la massima corrente e trasmette, tramite la frizione a lamelle, la massima coppia motrice al pignone. Nell'istante in cui i contatti del relè di comando si chiudono e il pignone è completamente innestato nella corona, il commutatore di campo (montato sul relè di innesto) commuta il collegamento del campo ausiliario (N) da serie a parallelo (aumentando così la coppia motrice). Il motore si trova, così, con il campo di trazione (R) in serie e il campo ausiliario (N) in parallelo all'indotto (compound). L'avvolgimento di spinta (E) del relè di innesto è cortocircuitato dal positivo della spazzola positiva, mentre il pignone rimane innestato tramite l'avvolgimento di ritenuta (H) del relè di innesto, alimen-

tato già nella prima posizione. Questo processo di commutazione fa sì che:

- il motore eccitato in serie diventi un motore a eccitazione compound;
- nell'avvolgimento di campo ausiliario si generi un campo magnetico forte e, di conseguenza, aumenti la coppia;
- il numero di giri dell'indotto sia limitato quando la coppia motrice diminuisce e il numero di giri aumenta.

Nel seconda posizione di commutazione, da motore eccitato in serie, si passa a motore a eccitazione compound, con coppia più elevata e con limitazione del numero di giri in caso di diminuzione della coppia resistente.

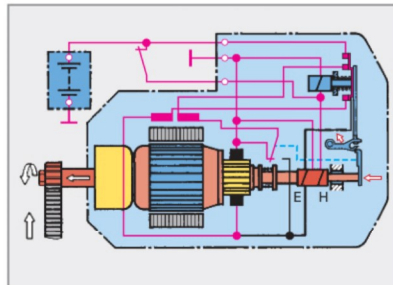


Figura 2: Motorino a pignone scorrevole comandato da elettromagnete (seconda posizione)

Quando il motore parte. Il senso della forza si inverte perché è il motore che trascina l'indotto. La forza inversa libera la frizione a lamelle, staccando l'accoppiamento dinamico tra indotto e pignone e proteggendo l'indotto da eventuali fuori giri.

Fase di disinnesto (fig. 2, pag. 765). Quando al relè di comando viene tolta l'eccitazione, si interrompe anche l'eccitazione del relè di innesto. La molla antagonista (fig. 1, pag. 765) richiama per mezzo dell'asta di innesto il pignone e il motorino si ferma. La molla antagonista ha anche il compito di mantenere il pignone arretrato per evitare che possa ingranare a motore in moto a causa delle vibrazioni.

Frizione a lamelle

Compiti. Durante la fase di avviamento:

- accoppiare dinamicamente il pignone con il motorino di avviamento;
- interrompere il flusso di forze nel pignone innestato quando il motore è avviato;
- limitare la coppia trasferita dal pignone alla corona dentata quando il motore a combustione interna si blocca (protezione per il sovraccarico).

Struttura (fig. 1). È una frizione costituita essenzialmente da lamelle metalliche esterne e interne. Queste lamelle sono accoppiate dinamicamente per la trasmissione della coppia motrice. Le lamelle esterne sono collegate a prova di torsione con la flangia di trascinamento, mentre quelle interne con il supporto della dentatura elicoidale. Le lamelle si spostano leggermente in senso assiale quando vengono caricate. La parte esterna è montata sulla filettatura a passo rapido della dentatura elicoidale.

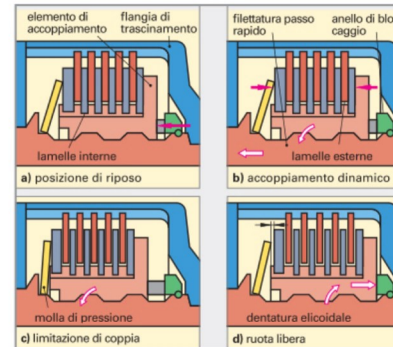


Figura 1: Frizione a lamelle

Posizione di riposo (fig. 1a). Le lamelle esterne e interne sono sottoposte a un leggero precario per assicurare l'innesto del pignone nella corona.

Accoppiamento dinamico (fig. 1b). Quando il pignone è innestato e trattenuto nella corona, le lamelle interne della frizione si spostano assialmente tramite il supporto con filetto a passo rapido, premendo con forza le lamelle esterne. Tale pressione aumenta fino a quando diventa possibile trasmettere la coppia necessaria per l'avviamento (coppia di spunto).

Limitazione della coppia (fig. 1c). Per evitare di sottoporre il motorino, il pignone e la corona dentata a sollecitazioni troppo elevate, la frizione è predisposta in modo tale da slittare una volta raggiunta la coppia massima consentita (frizione limitatrice di coppia).

Protezione da fuori giri (fig. 1d). Nell'istante in cui il motore parte, la corona dentata gira più velocemente dell'indotto, mentre la dentatura elicoidale riduce la pressione e libera le lamelle della frizione (ruota libera), impedendo un'elevata rotazione dell'indotto, che verrebbe distrutto dalla forza centrifuga.

22.9.2 Relè supplementari negli impianti di avviamento

Sono impiegati principalmente negli impianti di avviamento dei veicoli industriali. Sono previsti dei relè supplementari per espletare le seguenti funzioni:

- relè di commutazione batteria;
- relè di inibizione dell'avviamento;
- relè di ripetizione avviamento;
- relè per lo stacco della batteria.

Relè di commutazione batteria

È usato nei sistemi di avviamento, quando la tensione di bordo è di 12 V e la tensione di funzionamento del motorino è di 24 V (il motivo è ridurre la corrente in fase di avviamento). L'impianto comprende generalmente due batterie di avviamento da 12 V, avente ognuna la medesima capacità. Il relè ha il compito di commutare da parallelo a serie le batterie durante l'avviamento (fig. 2).

Posizione di riposo (fig. 2). Entrambe le batterie del motorino sono collegate in parallelo. La tensione della rete di bordo e della batteria è pari a 12 V.

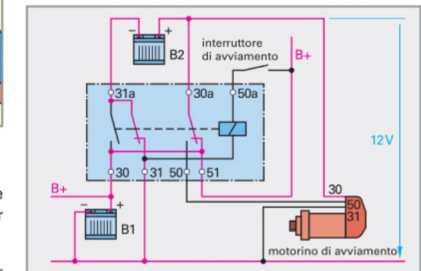


Figura 2: Relè di commutazione batteria - posizione di riposo

Posizione di avviamento (fig. 3). Durante l'avviamento entrambe le batterie sono collegate in serie. Il motorino ha una tensione di 24 V, mentre sulla rete di bordo continuano ad essere presenti 12 V.

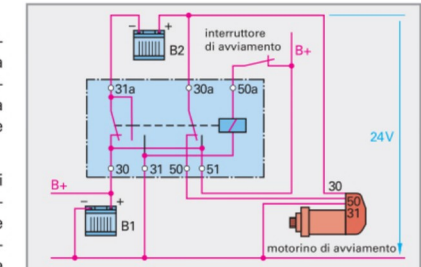


Figura 3: Relè di commutazione batteria - posizione di avviamento

Relè di inibizione dell'avviamento

È usato per impedire l'avviamento a motore già in moto, in questi casi particolari:

- veicoli con motore posteriore;
- impianti di avviamento con telecomando;
- impianti di avviamento completamente automatici.

Il relè ha il compito di:

- staccare il morsetto 50f a motore avviato, disinnescando il motorino;
- impedire l'avviamento a motore acceso;
- impedire l'avviamento durante l'arresto del motore;
- impedire l'avviamento immediato dopo un mancato avviamento del motore.

Il relè di inibizione dell'avviamento (fig. 1) collega il morsetto 30 con il morsetto 50f in fase di avviamento, unicamente quando sul morsetto D+ non c'è tensione. La parte elettronica comprende, inoltre, un temporizzatore, che permette la ripetizione dell'avviamento soltanto dopo alcuni secondi.

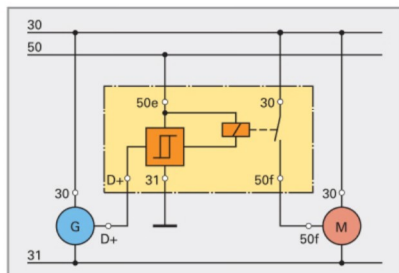


Figura 1: Relè di inibizione dell'avviamento

Relè di ripetizione avviamento

È impiegato esclusivamente sui veicoli industriali pesanti, dotati di un motorino a innesto del pignone in due tempi e in cui il processo di avviamento non può essere ripetuto immediatamente. L'impiego del relè di ripetizione avviamento è possibile soltanto se il motorino è provvisto del morsetto 48 (fig. 2). Durante un normale avviamento, il relè non lavora. Può però succedere che il pignone non ingrani nella corona dentata ("impuntamento" di dente su dente). In tal caso, nonostante il relè di innesto sia eccitato, lo sblocco dei contatti inferiori del relè di comando non può avvenire, causando una sollecitazione termica (possibile bruciatura) dell'avvolgimento di spinta del relè di innesto. Con l'ausilio del relè di ripetizione avviamento, il relè di innesto è diseccitato e eccitato (proteggendo quindi l'avvolgimento) fino a quando il pignone non si innesta e si chiude il circuito principale.

Durante il tentativo di avviamento, se entro pochi secondi non c'è una tensione di almeno 20 V sul morsetto 48 del motorino, il relè interrompe il collegamento tra i morsetti 50g e 50h.

Ciò avviene quando il pignone non riesce a innestarsi e il relè di comando non riesce a chiudere il circuito principale (morsetto 30).

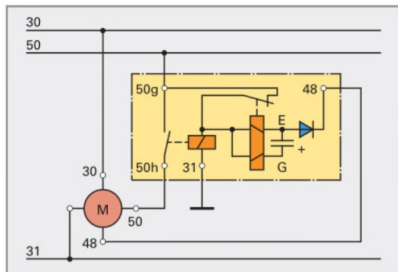


Figura 2: Relè di ripetizione avviamento

Impianti combinati. Ci sono sistemi di avviamento che hanno sia il relè di inibizione dell'avviamento sia il relè di ripetizione avviamento. In questo caso, il relè di inibizione dell'avviamento è collegato in serie con il relè di ripetizione avviamento.

Il morsetto 50f del relè di inibizione dell'avviamento invia il segnale di comando al morsetto 50g del relè di ripetizione avviamento (cfr. figg. 1 e 2). La funzione dei due relè rimane invariata.

Relè per lo stacco della batteria (interruttore principale della batteria)

Per impianti elettrici di autobus e autocisterne, è prescritta la presenza di un interruttore principale stacca batteria, mediante il quale è possibile separare la rete di bordo dalle batterie. In tal modo, si riduce il rischio di cortocircuiti e incendi durante lavori sul veicolo o in caso di incidenti.

Durante l'inverno, poi, a veicolo fermo, staccando le batterie su veicoli da 24 V, è possibile ridurre la corrosione elettrochimica sugli elementi conduttori, dovuta all'esposizione di spruzzi d'acqua salata.

DOMANDE DI RIPASSO

- 1 Quali processi hanno luogo nella prima e nella seconda posizione di commutazione?
- 2 Quali sono i compiti di una frizione a lamelle?
- 3 Quali vantaggi offre un relè di commutazione batteria?
- 4 Quali sono le funzioni di un relè di inibizione dell'avviamento?