

241 - Impianto di frenatura dei veicoli a motore

AUTORE

- Biagetti ing. Emanuele - funzionario tecnico MIMS - DMS
- D'Anzi ing. Vincenzo (+) - già dirigente generale MCTC

Lo scritto riflette esclusivamente le opinioni dell'Autore e non impegna in alcun modo l'Ente di cui egli sia dipendente.

RIFERIMENTI NORMATIVI

decreto legislativo 30/04/1992 n. 285 art. 72.

CONTENUTO

Sommario:

- 241.0 QUADRO GENERALE
- 241.1 ELEMENTI COSTITUTIVI DELL'IMPIANTO DI FRENATURA
 - 241.1.1 Freno a tamburo
 - 241.1.2 Freno a disco
- 241.2 DISPOSITIVI DI FRENATURA
 - 241.2.1 Frenatura degli autoveicoli
 - 241.2.2 Frenatura dei rimorchi fino a 3,5 t e dei carrelli appendice
 - 241.2.3 Frenatura dei rimorchi superiori a 3,5 t
 - 241.2.4 Evoluzione della normativa relativa ai dispositivi di frenatura dei veicoli delle categorie M, N, O
 - 241.2.5 Evoluzione della normativa relativa ai dispositivi di frenatura dei veicoli della categoria L
 - 241.2.6 Frenatura dei complessi di veicoli
- 241.3 FRENO IDRAULICO (VEICOLI LEGGERI)
 - 241.3.1 Impianto freno di servizio
 - 241.3.2 Impianto freno di soccorso
 - 241.3.3 Impianto freno di stazionamento
 - 241.3.4 Servocomando
 - 241.3.5 Correttore di frenata
 - 241.3.6 Manutenzione e inconvenienti dell'impianto idraulico di frenatura
- 241.4 FRENO PNEUMATICO (VEICOLI PESANTI)
- 241.5 SISTEMA DI PRODUZIONE E ACCUMULO DELL'ARIA COMPRESSA
 - 241.5.1 Compressore
 - 241.5.2 Depuratore, anticongelatore ed essiccatore
 - 241.5.3 Regolatore di pressione
 - 241.5.4 Valvola di protezione dei serbatoi e serbatoi
- 241.6 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE E UTILIZZO DELL'ARIA COMPRESSA PER LE MOTRICI
 - 241.6.1 Duplex
 - 241.6.2 Distributore a mano
 - 241.6.3 Servodistributore a doppio comando
 - 241.6.4 Elementi frenanti a membrana
 - 241.6.5 Elementi frenanti a molla
 - 241.6.6 Bielementi frenanti a molla
 - 241.6.7 Modulatore pressione-carico
- 241.7 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE E UTILIZZO DELL'ARIA COMPRESSA PER LE MOTRICI ATTE AL TRAINO
 - 241.7.1 Servodistributore a triplo comando
 - 241.7.2 Servodeviatore modulato
 - 241.7.3 Semigiunti di accoppiamento
- 241.8 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE E UTILIZZO DELL'ARIA COMPRESSA PER RIMORCHI
 - 241.8.1 Servoautodistributore
 - 241.8.2 Serbatoio del rimorchio
 - 241.8.3 Dispositivo di frenatura meccanico
- 241.9 MANUTENZIONE E INCONVENIENTI DEL FRENO PNEUMATICO O PNEUMOIDRAULICO
- 241.10 SCHEMI IMPIANTI FRENANTI PNEUMATICI
 - 241.10.1 Schema generale impianto di frenatura: motrice e rimorchio
 - 241.10.2 Schema generale impianto di frenatura: circuito posteriore
 - 241.10.3 Schema generale impianto di frenatura: alimentazione del serbatoio 1
 - 241.10.4 Schema generale impianto di frenatura: alimentazione del serbatoio 2
 - 241.10.5 Schema generale impianto di frenatura: alimentazione del serbatoio 3
 - 241.10.6 Schema generale impianto di frenatura: avaria circuito posteriore

- 241.10.7 Schema generale impianto di frenatura: circuito anteriore
- 241.10.8 Schema generale impianto di frenatura: freno di stazionamento
- 241.10.9 Schema generale impianto di frenatura: avaria tubo moderabile
- 241.10.10 Schema generale impianto di frenatura: avaria circuito anteriore
- 241.11 IMPIANTO DI FRENATURA PNEUMOIDRAULICO (VEICOLI PESANTI)
- 241.12 DISPOSITIVI AUSILIARI DI FRENATURA
- 241.12.1 Freno motore
- 241.12.2 Dispositivo antibloccaggio (ABS)
- 241.12.3 Rallentatore
- 241.12.4 Dispositivo avanzato di frenata di emergenza (AEBS)
- 241.12.5 Dispositivo di assistenza alla frenata
- 241.13 UTILIZZO DEI DISPOSITIVI DI FRENATURA
- 241.13.1 Peculiarità del circuito di frenatura oleopneumatico
- 241.13.2 Uso dei freni, del rallentatore e del freno motore
- 241.13.3 Utilizzo dei dispositivi di rallentamento e frenatura
- 241.13.4 Ricorso all'inerzia del veicolo
- 241.13.5 Prevenzione delle anomalie e condotta in caso di avaria
- 241.14 COMPENDIO OPERATIVO
- 241.14.1 Principali schemi degli impianti frenanti dei veicoli della categoria M1
- 241.15 OLIO DEI FRENI
- 241.15.1 Principali caratteristiche dell'olio dei freni
- 241.15.2 Classificazione dell'olio de freni
- 241.15.3 Olio nei sistemi frenanti con ABS, ESP e ASR

241.0 QUADRO GENERALE

L'**impianto di frenatura** è l'insieme degli organi che hanno la funzione di diminuire o annullare la velocità di un veicolo oppure di tenerlo immobile se è fermo.

Tutti i veicoli sono equipaggiati di freni di:

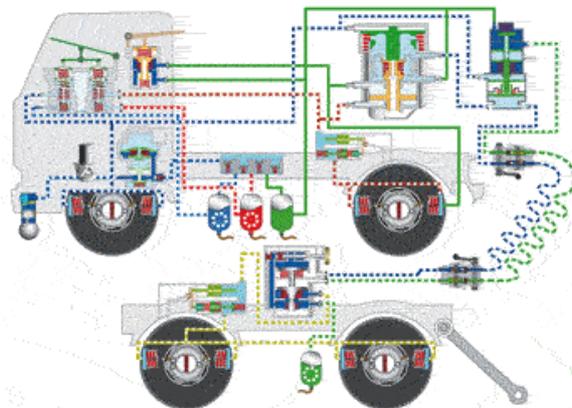
- **servizio** per l'arresto durante la marcia normale,
- **soccorso** per l'arresto di emergenza in caso di avaria del freno di servizio,
- **stazionamento** per mantenere immobile il veicolo in sosta.

I veicoli a motore e i loro rimorchi vengono equipaggiati anche con dispositivi ausiliari dell'impianto di frenatura (**freno motore, sistema antibloccaggio delle ruote, rallentatore, ecc.**) la cui installazione è obbligatoria solamente per alcune categorie di veicoli.

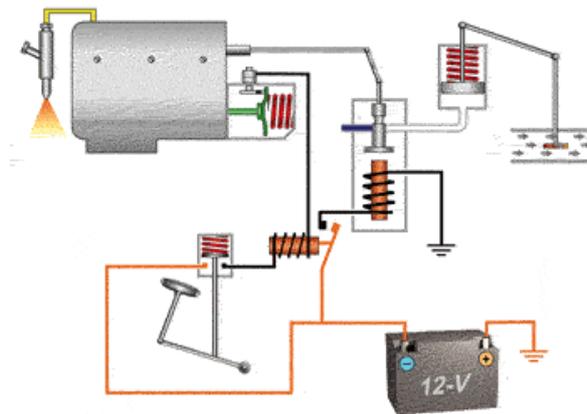
Tali dispositivi non interagiscono, di norma, con i dispositivi di frenatura ma contribuiscono in vari modi a migliorarne l'efficacia.

L'impianto di servizio, di stazionamento, di soccorso, il freno motore e il rallentatore sono azionati dal conducente tramite un **comando** (a leva o pedale) e un **sistema di trasmissione** (di tipo idraulico, pneumatico o pneumoidraulico) che agisce sugli **elementi di frenatura** (dischi, tamburi, ecc.) o di **rallentamento** (rotore, statore, valvola a farfalla, ecc.).

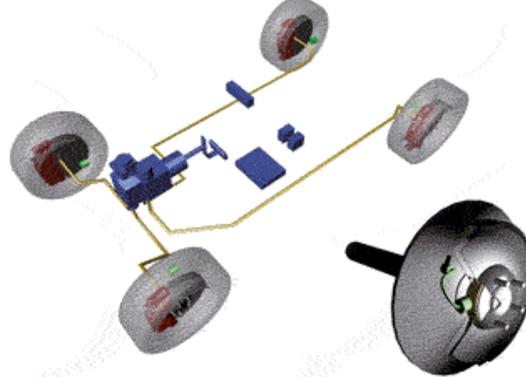
L'efficacia dell'azione frenante di un veicolo dipende da numerosi fattori quali il peso aderente e l'aderenza pneumatico-strada (v. inPratica 1007.1.5) oltreché da dispositivi e componenti quali i pneumatici, le sospensioni, i dispositivi elettronici (ad es., ABS, ESP), ecc.



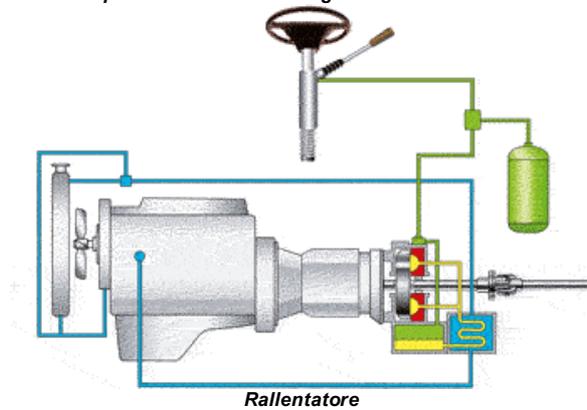
Impianto di frenatura pneumatico di motrice e rimorchio



Freno motore



Impianto di frenatura integrato da sistema ABS



Rallentatore

241.1 ELEMENTI COSTITUTIVI DELL'IMPIANTO DI FRENATURA

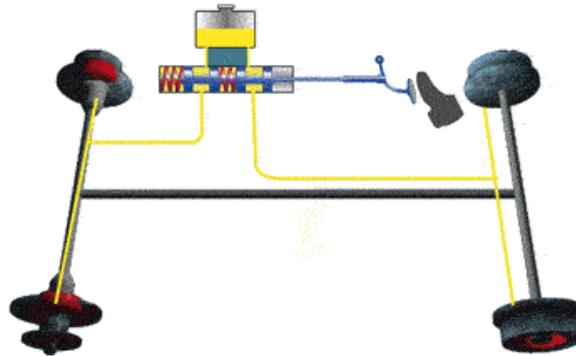
L'impianto di frenatura è costituito da:

- **comando**, azionato dal conducente (pedale o leva);



Comando

- **dispositivi** che collegano il comando ai freni delle ruote e possono essere di tipo meccanico, idraulico, pneumatico, elettrico o misto;

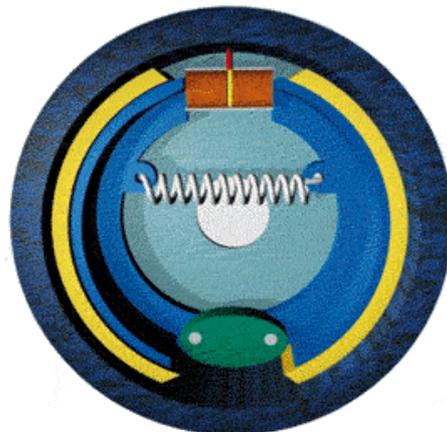


Dispositivi di collegamento

- **freni** che possono essere del tipo ad **attrito** (le forze sono originate dall'attrito tra due parti in moto relativo), **elettrico** (le forze sorgono per azione elettromagnetica tra due parti in moto relativo), a **fluido** (le forze sorgono per l'azione di un fluido tra due parti in moto relativo), a **motore** (le forze provengono dall'azione frenante del motore e agiscono sugli organi della trasmissione collegati alle ruote).

Gli elementi frenanti installati sui veicoli stradali (compresi i mezzi pesanti) sono del tipo a **tamburo e ganasce** oppure a **disco e pastiglie** (freni di attrito).

Detti elementi devono smaltire il calore che accumulano durante l'azione frenante (energia cinetica del veicolo dissipata per attrito in calore) in quanto possono avere problemi di surriscaldamento. Per raffreddarli, le superfici e gli spazi dove sono alloggiati sono costantemente lambiti dall'aria.



Elementi frenanti a tamburo

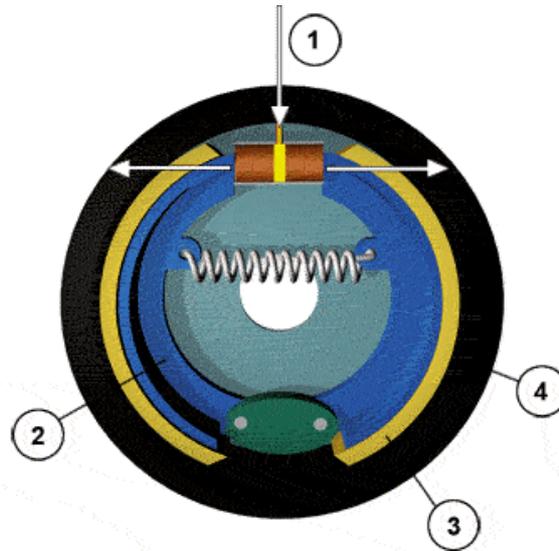
241.1.1 Freno a tamburo

Il **freno a tamburo** è costituito da:

- **ceppi** o **ganasce** rivestiti di ferro (guarnizioni d'attrito) fissati alla parte mobile della sospensione,
- **tamburo** che gira solidale con la ruota,

- **sistema** che spinge i ceppi contro il tamburo.

Durante la frenatura i ceppi vengono spinti contro il tamburo provocando il rallentamento della ruota grazie al materiale d'attrito (ferodo).



Freni a tamburo (impianto idraulico)

- 1 Olio proveniente da impianto frenante,
- 2 ganasce rivestite di ferodo,
- 3 ferodo,
- 4 tamburo.

Negli **impianti ad aria compressa**, i ceppi vengono spinti dalla pressione dell'aria tramite un'asta con puntale a cuneo che, spinta da una membrana, permette di schiacciare le ganasce contro i tamburi generando attrito (v. inPratica 241.6.4).

Negli **impianti idraulici**, i ceppi vengono spinti dai pistoncini dei cilindretti grazie alla pressione dell'olio.

I freni a tamburo hanno, di norma, una maggiore superficie di attrito dei freni a disco.

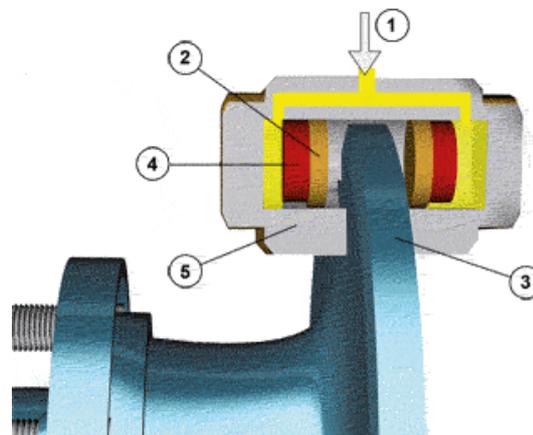
241.1.2 Freno a disco

Il **freno a disco** è costituito da:

- un **disco** metallico che gira solidale con la ruota,
- una **pinza** fissata agli elementi dell'assale o della sospensione contenente i **pistoncini** e i **pattini d'attrito**,
- **sistema** che spinge i **pattini d'attrito** (cosiddette pasticche) contro il disco.

Durante l'azione di frenatura i pistoncini (**impianto idraulico**) spingono le pastiglie (pattini d'attrito) contro il disco provocando il rallentamento della ruota.

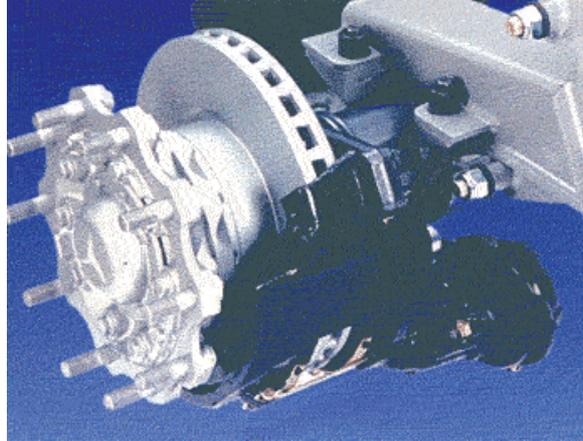
Negli **impianti di tipo idraulico o pneumo-idraulico** i pistoncini e i pattini d'attrito (pasticche) vengono spinti contro il disco azionati da una pompa idraulica. La pinza che contiene gli elementi di attrito, tramite un sistema idraulico, permette di stringerli fortemente al disco durante la frenatura.



Freni a disco (impianto idraulico)

- 1 Olio proveniente da impianto frenante,
- 2 pattini d'attrito (pasticche),
- 3 disco,
- 4 pistoncino,
- 5 pinza.

A parità di forza frenante, i freni a disco si **surriscaldano meno di quelli tamburo**. La ventilazione dei freni a disco è maggiore rispetto a quella dei freni a tamburo. Tuttavia per migliorare il raffreddamento del disco vengono realizzati dischi con fori radiali ricavati direttamente nel corpo del disco (**disco autoventilato**).



Dischi autoventilato

241.2 DISPOSITIVI DI FRENATURA

Tutti i veicoli sono muniti di:

- **freno di servizio** per l'arresto sicuro, rapido ed efficace del veicolo durante la marcia normale; esso è moderabile e agisce su tutte le ruote del veicolo tramite il pedale azionato dal conducente dal proprio posto di guida, senza togliere le mani dal volante;
- **freno di soccorso** per l'arresto di emergenza del veicolo in uno spazio ragionevole in caso di avaria del freno di servizio; esso è moderabile e agisce, di norma, su almeno 2 ruote del veicolo grazie allo sdoppiamento dell'impianto del freno di servizio e, più raramente, tramite la leva del freno di stazionamento;



Azione sul freno di servizio

- **freno di stazionamento** per mantenere immobile il veicolo anche in assenza del conducente; esso agisce meccanicamente almeno su due ruote del veicolo tramite una leva (o pulsante) azionata dal conducente.



Azione sul freno di stazionamento (meccanico e pneumatico)

Il freno di servizio e di soccorso garantiscono una frenatura moderabile tramite gli elementi frenanti sulle ruote che:

- dissipano l'energia cinetica del veicolo in movimento trasformandola in calore da disperdere in atmosfera;
- producono un'azione di attrito;
- si scaldano; il surriscaldamento diminuisce il coefficiente di attrito con conseguente diminuzione dell'efficienza frenante.

La forza frenante applicabile a un veicolo dipende dalla **massa** (peso) **aderente** (massa che grava sulle ruote) e dal **coefficiente di aderenza** (che, di norma, varia tra 0,1 e 0,8 ma, eccezionalmente, può anche essere superiore): più sono alti, maggiore è la forza frenante in corrispondenza delle ruote.

Una **spia rossa** segnala al conducente il funzionamento difettoso di una sezione del sistema di trasmissione idraulico.

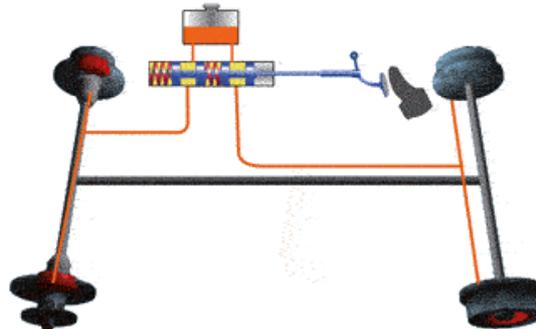
Per la frenatura di soccorso può essere necessario ricorrere all'energia accumulata in un serbatoio. A tale scopo il veicolo è munito di un **manometro** e di un **dispositivo di allarme** che segnala l'abbassamento del livello di energia disponibile.

Ogni intervento sull'impianto di frenatura deve essere effettuato da officine di autoriparazione appositamente specializzate.

241.2.1 Frenatura degli autoveicoli

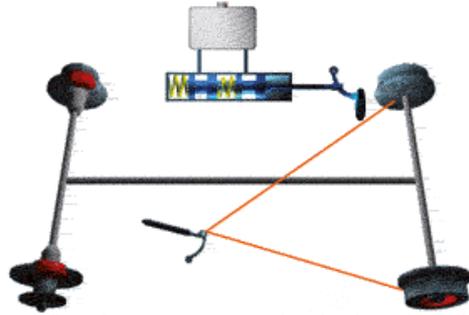
Tutti i veicoli delle categorie "M" (veicoli a motore adibiti al trasporto di persone) e **"N"** (veicoli a motore adibiti al trasporto di cose) **sono muniti dei freni** di:

- **servizio**: di tipo idraulico (veicoli leggeri) oppure pneumatico o pneumoidraulico (veicoli pesanti),
- **soccorso**: di norma, realizzato tramite lo sdoppiamento del circuito del freno di servizio,



Freno di servizio e di soccorso (impianto idraulico)

- **stazionamento**: di norma, di tipo meccanico.



Freno di stazionamento meccanico (impianto idraulico)

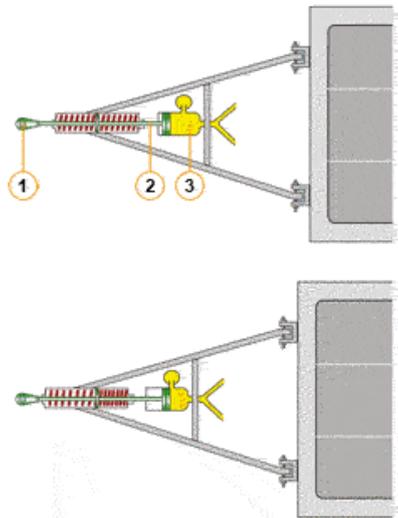
241.2.2 Frenatura dei rimorchi fino a 3,5 t e dei carrelli appendice

I rimorchi della categoria internazionale "O2" (rimorchi aventi massa complessiva superiore a 0,75 t e inferiore o uguale a 3,5 t) sono muniti, di norma, di:

- **freni di servizio di tipo continuo o semicontinuo o a inerzia** (esclusi semirimorchi); il freno di servizio a inerzia (o a repulsione) dei rimorchi appartenenti alle categorie "O1" e "O2" (aventi massa complessiva fino a 3,5 t) è azionato da un'asta che è libera di scorrere dentro il timone; l'asta aziona **meccanicamente** o **idraulicamente** i dispositivi di frenatura per **effetto dell'inerzia del rimorchio** durante il rallentamento della marcia della motrice. La frenatura di servizio avviene pertanto con un piccolo ritardo rispetto a quella della motrice in quanto il rimorchio comincia a frenare quando spinge la motrice con il timone: tale azione è influenzata dall'entità e dalla posizione del carico soprattutto se il rimorchio è munito di un solo asse [*]. Sebbene la disposizione del carico influisca sulla stabilità di marcia della motrice, tali veicoli non sono muniti né di modulatore di pressione in funzione del carico, né di altri dispositivi che sono installati sui rimorchi aventi massa complessiva superiore (ad es., servoautodistributore);

[*] A titolo di esempio, nel caso di un rimorchio monoasse, se il carico è posizionato:

- **verso la parte anteriore** del piano di carico (davanti all'asse), determina un maggior carico sul gancio a sfera della motrice e, di conseguenza, una maggior frenatura delle ruote posteriori della motrice (dovuta all'azione del modulatore di frenata dell'asse posteriore della motrice);
 - **verso la parte posteriore** del piano di carico (dietro l'asse), determina un minor carico sul gancio a sfera della motrice e, di conseguenza una minore frenatura delle ruote posteriori della motrice (dovuta all'azione del modulatore di frenata dell'asse posteriore della motrice).
- **freni di stazionamento**; il dispositivo di stazionamento è realizzato tramite una leva a mano, collocata sul timone del rimorchio, che si aziona da terra.



Freno di servizio a inerzia di tipo a comando idraulico

- 1 Calotta sferica,
- 2 asta,
- 3 pompa idraulica.

I freni di tipo a inerzia equipaggiano, di norma, anche i carrelli appendice.

I rimorchi monoassiali di massa fino a 1,5 t possono essere muniti di un **sistema di aggancio secondario (catena o cavo)** che in **caso di sganciamento accidentale** impedisce al timone di toccare il suolo, garantisce una guida residua del rimorchio e fa entrare in funzione il freno di soccorso.

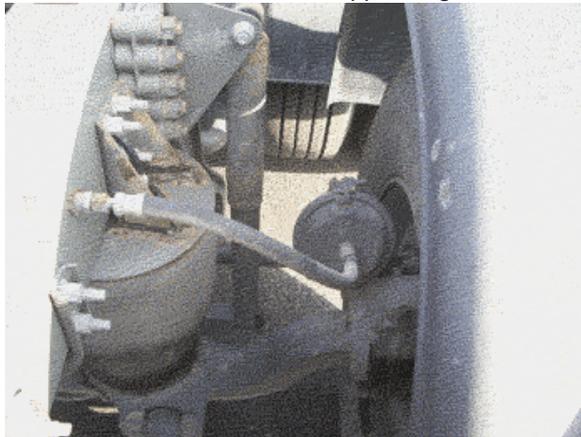


Rimorchio fino a 3,5 t: freno di servizio (a inerzia sul timone), freno di stazionamento (a leva sul timone)

241.2.3 Frenatura dei rimorchi superiori a 3,5 t

I rimorchi delle categorie "O3" (rimorchi aventi massa complessiva superiore a 3,5 t e inferiore o uguale a 10 t) e "O4" (rimorchi aventi massa complessiva superiore a 10 t) sono muniti, di norma, di:

- **freni di servizio di tipo continuo o semicontinuo** comandato da apposite giunzioni tra motrice e rimorchio;



Freno di servizio dei rimorchi e semirimorchi

- **freni di stazionamento**; il dispositivo è realizzato tramite un volantino girevole o una leva che agisce sugli elementi frenanti delle ruote con cavi metallici, oppure è del tipo pneumatico a molla (simile a quello installato sulla motrice).



Freno di stazionamento dei rimorchi e semirimorchi

Il **dispositivo di stazionamento dei rimorchi** che sono muniti di freni di servizio è azionato da terra o dall'interno del veicolo se destinato al trasporto di persone.

Le motrici di rimorchi con freno comandato dal conducente garantiscono comunque la frenatura della motrice (con efficienza pari almeno a quella del freno di soccorso) in caso di difettoso funzionamento dei freni del rimorchio o di interruzione del collegamento tra veicolo e rimorchio (a due o più condotti).

Le motrici di rimorchi della categoria O3 o O4 devono consentire inoltre:

- una frenatura "moderabile" del rimorchio se entra in funzione il dispositivo di soccorso del trattore,
- di azionare in modo "moderabile" anche in parte i freni del rimorchio in caso di guasto del freno del trattore o in caso di rottura o perdita di uno dei condotti del collegamento pneumatico.

241.2.4 Evoluzione della normativa relativa ai dispositivi di frenatura dei veicoli delle categorie M, N, O

La norma di riferimento per i **dispositivi di frenatura dei veicoli delle categorie M, N, O** è la direttiva n. 71/320/CEE (recepita con DM 5.8.1974) e successive modifiche e integrazioni che, per effetto del regolamento UE 661/2009 concernente i requisiti dell'omologazione per la sicurezza generale dei veicoli a motore, dei loro rimorchi e sistemi, componenti ed entità tecniche a essi destinati è abrogata dal 1.11.2014 ed è sostituita dai regolamenti (v. inPratica 1011.1.12):

- UNECE 13 per la frenatura dei veicoli e dei rimorchi,
- UNECE 13-H per la frenatura dei veicoli delle categorie M1 ed N1.

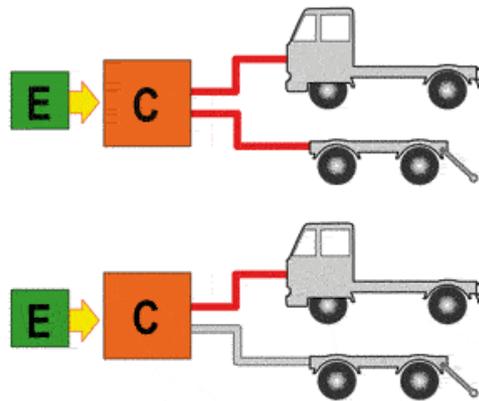
241.2.5 Evoluzione della normativa relativa ai dispositivi di frenatura dei veicoli della categoria L

La norma di riferimento per i **dispositivi di frenatura dei veicoli della categoria L** è la direttiva n. 93/14 (recepita con DM 30.11.1994) successivamente modificata e integrata.

241.2.6 Frenatura dei complessi di veicoli

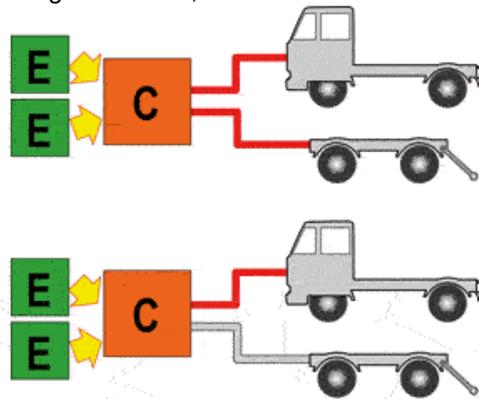
Nel caso di complessi di veicoli (motrice e rimorchio), la **frenatura** viene denominata di tipo:

- **continuo**, se un comando unico realizza la frenatura simultanea oppure convenientemente sfasata di motrice e rimorchio e l'energia per la frenatura proviene dalla stessa sorgente;



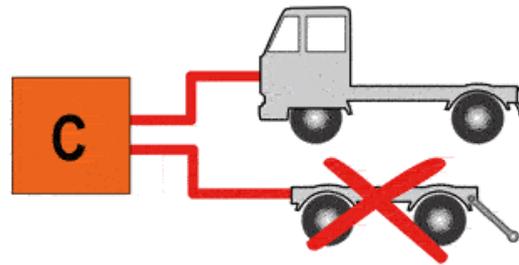
Freno continuo

- **semicontinuo**, se un comando unico realizza la frenatura simultanea oppure convenientemente sfasata di motrice e rimorchio e l'energia per la frenatura proviene da due sorgenti diverse;



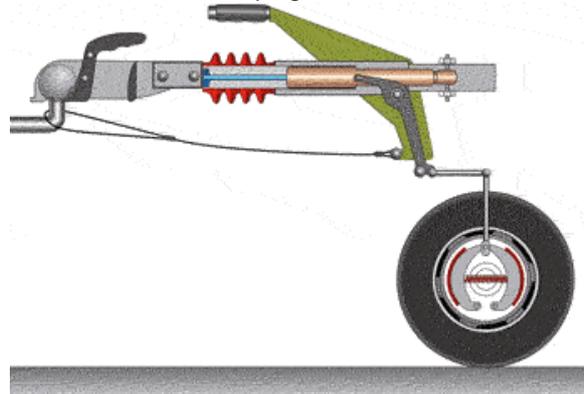
Freno semicontinuo

- **automatico**, se rimorchio o semirimorchio frenano automaticamente, in caso di distacco accidentale per rottura degli organi di traino, senza annullare l'efficacia della frenatura del resto del complesso;



Freno automatico

- **a inerzia**, se il rimorchio frena per effetto della sua inerzia spingendo la motrice durante la frenatura.



Freno a inerzia

241.3 FRENO IDRAULICO (VEICOLI LEGGERI)

I **veicoli leggeri** sono muniti di (20):

- **freno di servizio** di tipo idraulico,
- **freno di soccorso** di tipo idraulico o meccanico,
- **freno di stazionamento** di tipo meccanico.

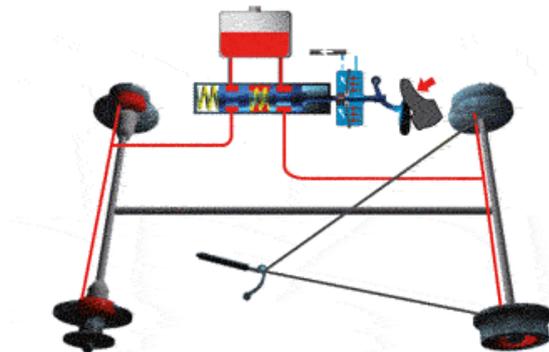
L'**impianto di servizio** è costituito dal pedale del freno che agisce sulla pompa idraulica: la pompa invia l'olio contenuto nel serbatoio agli elementi frenanti a disco (v. inPratica 241.1.1) o a tamburo (v. inPratica 241.1.2).

L'**impianto di soccorso** è realizzato quasi sempre tramite lo sdoppiamento del circuito di servizio (la pompa a due sezioni agisce su altrettante sezioni dell'impianto).

L'**impianto di stazionamento** è realizzato quasi sempre tramite una leva che meccanicamente agisce sulle ruote di un asse.

L'impianto di servizio può essere integrato da un **servofreno** che aiuta il conducente nell'azione di frenatura (questo servocomando infatti aumenta la forza frenante).

Sull'asse posteriore è presente, di norma, un **correttore di frenata** che regola lo sforzo di frenatura dell'asse stesso in funzione del carico effettivamente presente.



Freno di servizio, stazionamento e soccorso di impianto di frenatura idraulico munito di servofreno

241.3.1 Impianto freno di servizio

L'**impianto di servizio** è costituito essenzialmente da:

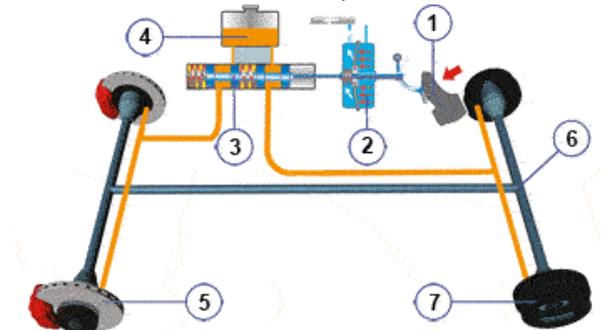
- una **leva di comando** (pedale o leva del freno) che aziona la pompa;
- un **serbatoio** contenente il liquido speciale che circola nell'impianto;
- una **pompa** che, azionata dal pedale del freno (leva di comando), invia il liquido speciale (olio) in pressione agli elementi frenanti (del tipo a disco o a tamburo) su tutte le ruote del veicolo; la pompa può essere del tipo:

- a una sezione se agisce su tutti gli elementi frenanti tramite un unico circuito, oppure
- a due sezioni (pompa tandem) se è collegata separatamente a due degli elementi frenanti e agli altri due tramite circuiti separati (circuito frenante sdoppiato);
- un **elemento frenante** in corrispondenza di ogni ruota del tipo a disco o a tamburo;
- **tubazioni flessibili** (generalmente in tela e gomma) e **tubazioni rigide di raccordo**;
- un **servocomando** per migliorare l'efficacia frenante: tale dispositivo non è sempre obbligatorio;
- un correttore di frenata.

I veicoli di piccola o media cilindrata sono dotati di un impianto di frenatura di servizio di tipo "misto" costituito da:

- freni a disco installati sulle ruote anteriori,
- freni a tamburo installati su quelle posteriori.

I veicoli di grossa cilindrata e quelli con caratteristiche tecniche più sofisticate sono muniti di freni a disco su tutte le ruote.



Impianto idraulico di servizio con impianto di soccorso di tipo a "T"

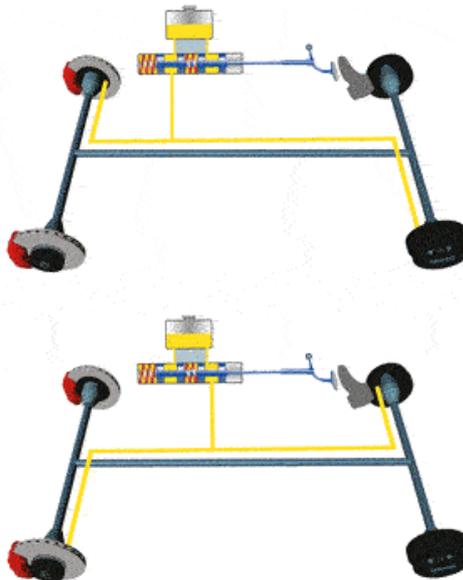
- 1 Pedale,
- 2 servofreno,
- 3 pompa,
- 4 serbatoio,
- 5 disco,
- 6 correttore di frenata,
- 7 tamburo.

241.3.2 Impianto freno di soccorso

L'impianto del freno di soccorso è realizzato, nella maggior parte dei casi, tramite lo sdoppiamento del circuito del freno di servizio.

Lo sdoppiamento è realizzato tramite l'installazione di una pompa dei freni a due sezioni. Due pistoni scorrono in un'unico cilindro: uno è in collegamento con gli elementi frenanti di una sezione dell'impianto (per es. quelli dell'asse anteriore), l'altro con gli elementi frenanti dell'altra sezione (per es. quelli dell'asse posteriore).

Nel caso di rottura di una delle due sezioni dell'impianto l'altra rimane sempre efficiente e garantisce l'arresto del veicolo in uno spazio ragionevole.



Freno di soccorso del tipo a "x"

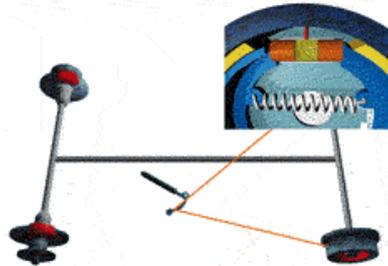
Nei **veicoli di vecchia costruzione** è installata una pompa a una sezione e il freno di soccorso è realizzato tramite il freno a mano che agisce meccanicamente su due ruote dell'asse anteriore o dell'asse posteriore del veicolo.

In caso di avaria del circuito del freno di servizio il conducente deve intervenire sul freno a mano (leva con pulsante di blocco e sblocco) che, in questo caso funge anche da freno di soccorso.

241.3.3 Impianto freno di stazionamento

L'**impianto di stazionamento è comandato da una leva**, a comando manuale, collocata all'interno dell'abitacolo del veicolo che, meccanicamente (tramite cavi di acciaio), agisce sulle ruote dell'asse anteriore oppure su quelle dell'asse posteriore.

La leva è munita di pulsante di blocco e sblocco e, di norma, viene installata tra i due sedili anteriori.



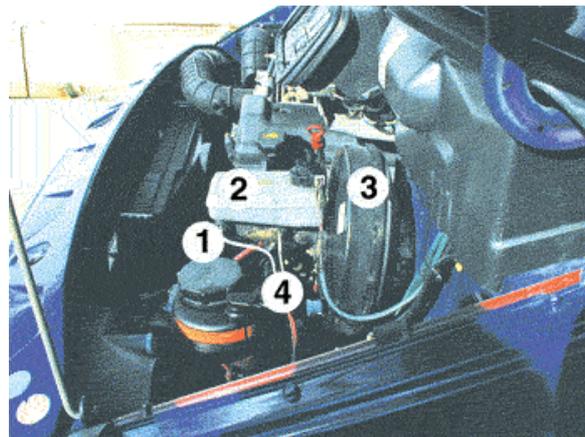
Leva del freno di stazionamento tra i sedili anteriori (abitacolo)

241.3.4 Servocomando

Per aumentare la pressione sul pedale durante la frenatura, si ricorre a un servocomando (il servofreno) che utilizza, a comando, una forza diversa da quella dovuta all'azione muscolare del conducente.

I principali servocomandi utilizzati per gli impianti di frenatura idraulici sono del tipo:

- a **depressione** (1),
- a **alta pressione**, quando si utilizza un fluido (olio) in pressione (il fluido viene messo in pressione da un'apposita pompa collegata al motore).



Impianto frenante idraulico:

- 1 Pompa,
- 2 serbatoio olio,
- 3 corpo cilindrico servofreno,
- 4 tubazioni rigide.

241.3.5 Correttore di frenata

Il **correttore di frenata** è un dispositivo che regola lo sforzo frenante sulle ruote dell'asse posteriore del veicolo in funzione del carico al fine di erogare un'adeguata azione frenante sull'asse.

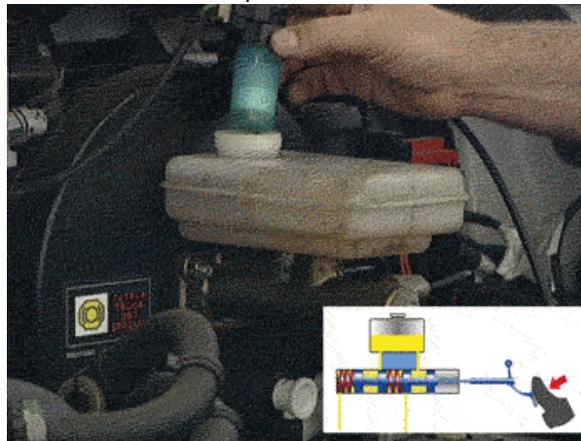
241.3.6 Manutenzione e inconvenienti dell'impianto idraulico di frenatura

Periodicamente è necessario:

- verificare il **livello dell'olio** nei serbatoi. Se il livello dell'olio scende sotto il minimo entra aria nelle tubazioni e l'impianto non è più efficiente (frenatura insufficiente o nulla).
Nei veicoli di recente costruzione viene installata una spia rossa che si accende quando il livello scende sotto il minimo consentito;
- controllare le **tubazioni dei freni** (rigide e flessibili) tra la pompa e gli elementi frenanti;
- verificare l'**assenza di perdite di olio** dal sistema frenante;
- controllare lo **stato d'usura delle guarnizioni** delle ganasce o delle pastiglie.

Nei veicoli di recente progettazione viene installata una **spia di colore giallo** che segnala quando è necessario sostituire le guarnizioni d'attrito;

- verificare l'efficienza della **pompa dei freni**. Il pedale non deve essere indurito, deve ritornare in posizione di riposo; la corsa deve essere quella prevista dal costruttore del veicolo;
- registrare il **freno di stazionamento** (corsa della leva) e verificare che la **spia rossa** del freno a mano sia spenta durante la marcia;
- verificare l'efficienza del **sistema ABS**, per i veicoli che ne sono dotati, tramite apposita **spia di colore giallo**;
- controllare con regolarità l'equilibrio e l'efficienza dell'**impianto frenante**. La prova può essere eseguita tramite il banco prova freni di cui ormai sono dotate quasi tutte le officine di autoriparazione.



Manutenzione impianto di frenatura idraulica



Cruscotto: spia usura pastiglie, spia ABS, spia freno a mano

241.4 FRENO PNEUMATICO (VEICOLI PESANTI)

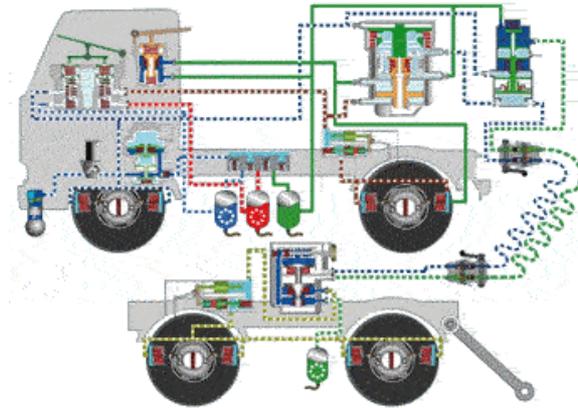
Gli **impianti di frenatura ad aria compressa** (di tipo pneumatico integrale o pneumoidraulico) vengono **utilizzati** principalmente **su veicoli pesanti** che richiedono maggiore potenza frenante.

Il conducente realizza la frenatura del veicolo inviando, a comando, aria compressa agli elementi frenanti installati in corrispondenza di ogni ruota (a disco o a tamburo).

L'impianto ha tempi di risposta più lenti rispetto a quelli dei sistemi idraulici (l'aria, al contrario dell'olio, è un fluido comprimibile e ha una risposta meno immediata) ed è costituito da un sistema di:

- **produzione e accumulo dell'aria compressa**; il sistema, a motore in moto, produce aria compressa che viene accumulata in appositi serbatoi;
- **distribuzione e utilizzazione dell'aria per le motrici**; quando il conducente agisce sul pedale del freno, l'aria compressa, presente tra il compressore e il distributore (duplex) comandato dal pedale del freno, defluisce verso gli elementi frenanti agendo sulle ruote della motrice;
- **distribuzione e utilizzazione dell'aria per i veicoli rimorchiati**; quando il conducente agisce sul pedale del freno, l'aria compressa defluisce dai serbatoi verso gli elementi frenanti della motrice e, tramite apposite tubazioni flessibili che collegano la

motrice al rimorchio, verso apposita valvola del rimorchio agendo sulle ruote della motrice e del rimorchio.



Schema dell'impianto di frenatura dei veicoli pesanti e loro rimorchi

241.5 SISTEMA DI PRODUZIONE E ACCUMULO DELL'ARIA COMPRESSA

Gli **elementi** principali del **sistema di produzione e accumulo dell'aria compressa** sono:

- **compressore**,
- **depuratore, anticongelatore o essiccatore**,
- **regolatore di pressione**,
- **valvola di protezione dei serbatoi**,
- **serbatoi**.

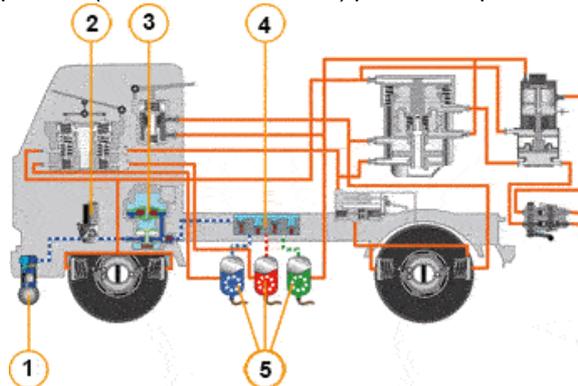
Il **compressore** collegato all'albero motore del veicolo produce aria compressa che, prima di essere accumulata nei **serbatoi** viene:

- pulita dalle impurità dal depuratore;
- essiccata dall'**essiccatore**;
- trattata dall'**anticongelatore** per evitare la formazione di ghiaccio nel circuito.

Sul circuito dei serbatoi dei freni e dei servizi (che alimentano le sospensioni pneumatiche e dispositivi vari) è installata la **valvola di protezione dei serbatoi** che evita, in caso di guasto di una sezione, lo svuotamento di tutti i serbatoi.

La pressione dell'aria accumulata nei serbatoi (valori minimo e massimo) viene segnalata da apposito **manometro** (indicatore di pressione integrato da una **spia rossa** che segnala la bassa pressione per ciascuna sezione dell'impianto) e mantenuta entro i valori prestabiliti dal **regolatore di pressione** che:

- scarica l'aria nell'atmosfera quando viene raggiunto il valore di taratura (**valvola di scarico**);
- mantiene la pressione di taratura tramite la **valvola di ritenuta**;
- scarica l'aria in caso di avaria del dispositivo (**valvola di sicurezza**) per evitare pericolose sovrappressioni nei serbatoi.



Sistema di produzione e accumulo aria compressa

- 1 Compressore,
- 2 depuratore, anticongelatore o essiccatore,
- 3 regolatore di pressione,
- 4 valvola di protezione dei serbatoi,
- 5 serbatoi.

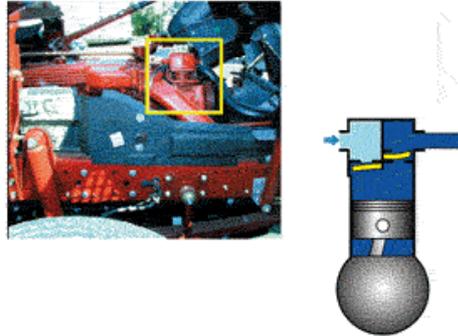
241.5.1 Compressore

Il **compressore** (in genere monocilindrico a 2 tempi) (2) aspira l'aria dall'esterno attraverso un filtro, la comprime a circa 10 bar e la invia in pressione nei serbatoi di accumulo per l'impianto frenante e i servizi attraverso le condotte, il depuratore o l'essiccatore, il regolatore di pressione (che interrompe l'invio di aria compressa quando i serbatoi sono pieni) e la valvola di

protezione dei serbatoi.

Il dispositivo:

- è collegato al monoblocco del motore ed è **azionato dall'albero motore** tramite ingranaggi o cinghie trapezoidali;
- deve essere **raffreddato** (il raffreddamento è del tipo ad aria, ad acqua oppure misto) e **lubrificato** (la lubrificazione è del tipo indipendente oppure derivata dal motore).

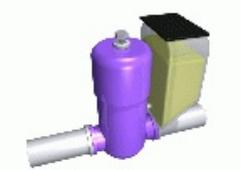


Impianto frenante pneumatico: dispositivo compressore

241.5.2 Depuratore, anticongelatore ed essiccatore

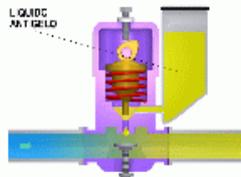
Il **depuratore** (3) ha il compito di eliminare le eventuali impurità (condensa, olio, prodotti carboniosi, ecc.) dell'aria aspirata e compressa.

Esso è installato tra compressore e regolatore.



Depuratore

L'**anticongelatore** evita il congelamento dell'acqua (formazione di cristalli di ghiaccio) che è presente nelle tubazioni e nelle valvole a causa dei fenomeni di condensa quando si raggiungono basse temperature. La formazione di ghiaccio può bloccare le valvole del regolatore di pressione e del distributore duplex.

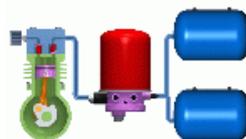


Anticongelatore

Il dispositivo immette nell'aria aspirata un apposito liquido antigelo.

Il depuratore e l'anticongelatore possono essere sostituiti dall'**essiccatore** che serve a pulire (filtrare) ed essiccare l'aria compressa proveniente dal compressore. Alcuni dispositivi raggruppano la funzione dell'essiccatore e del regolatore di pressione sostituendo il regolatore di pressione di tipo tradizionale.

Quindi, l'essiccatore o l'anticongelatore si trovano tra il compressore e i serbatoi dell'aria ed evitano che si formino particelle di ghiaccio (cristalli di ghiaccio) nelle valvole e nelle tubazioni.



Essiccatore

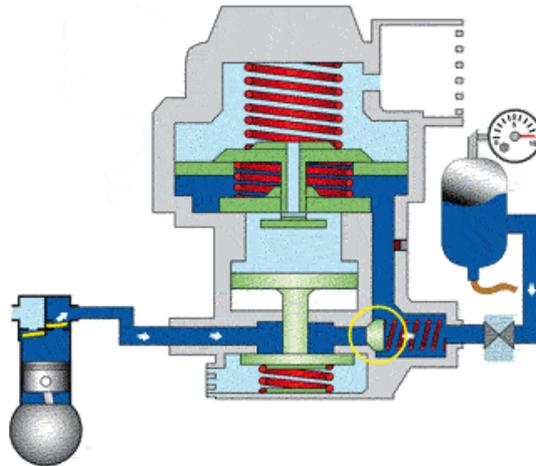
241.5.3 Regolatore di pressione

Il **regolatore di pressione** (4) regola la pressione dell'aria mantenendola costantemente tra due valori massimo e minimo prefissati, evitando sovrappressioni dell'impianto.

Tale dispositivo è fissato al telaio del veicolo ed è installato tra il depuratore-anticongelatore (o essiccatore) e la valvola di

protezione dei serbatoi; nel regolatore sono installate:

- una **valvola di scarico**: scarica l'aria in eccesso nell'atmosfera per il **funzionamento a vuoto** del compressore **quando la pressione dei serbatoi raggiunge il valore di taratura** (circa 10 bar) e cioè quando si è raggiunto il valore di pressione massimo stabilito;
- una **valvola di sicurezza**: entra in funzione in caso di avaria della valvola di scarico evitando pericolose sovrappressioni per l'impianto (pressioni superiori a quella di esercizio); la valvola scarica l'aria nell'atmosfera nel caso di avarie che abbiano causato anomali aumenti di pressione;
- una **valvola di ritenuta**: consente di mantenere la pressione dell'aria contenuta nei serbatoi quando è aperta la valvola di scarico (la valvola consente all'aria compressa di **entrare nei serbatoi ma non di uscire** e impedisce la caduta di pressione dell'impianto).



Regolatore di pressione (valvola di scarico, di sicurezza e di ritenuta)

241.5.4 Valvola di protezione dei serbatoi e serbatoi

La **valvola di protezione dei serbatoi** a tre o a quattro sezioni (vie) consente all'aria di fluire nei serbatoi di accumulo ed evita che, in caso di guasto di uno dei circuiti collegati ai serbatoi, si scarichino gli altri.

La valvola è fissata al telaio del veicolo ed è collegata da una parte alla condotta proveniente dal regolatore di pressione e dall'altra ai serbatoi.

I **serbatoi** (di forma cilindrica, in lamiera di acciaio) immagazzinano l'aria compressa per l'impianto di frenatura del veicolo e per i servizi; generalmente vengono installati i seguenti serbatoi:

- uno per i freni dell'**asse anteriore**,
- uno per i freni dell'**asse posteriore**,
- uno per i **servizi** ed eventualmente per le sospensioni pneumatiche, il sistema di apertura e chiusura delle porte dell'autobus, ecc. e per il freno a molla.

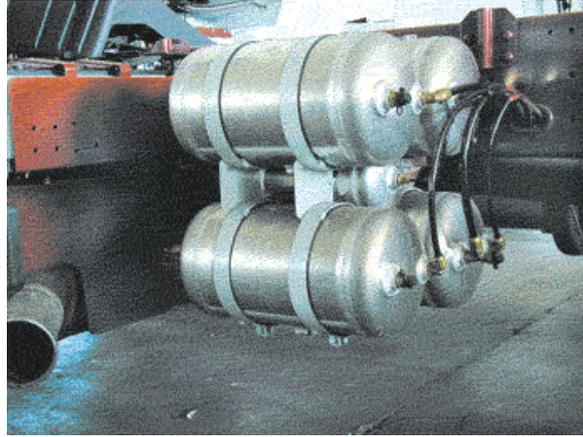
Possono essere previsti anche più di tre serbatoi.

Nei serbatoi può depositarsi per condensazione una certa quantità di acqua che deve essere scaricata periodicamente tramite **apposito dispositivo** (piccola valvola ad azionamento manuale ubicata, di norma, nella parte bassa dei serbatoi) anche per evitare che si formi ghiaccio.

All'avviamento del motore dei veicoli muniti di impianti pneumatici e pneumo-idraulici può essere necessario un breve lasso di tempo perché il compressore ricarichi i serbatoi alla pressione minima di esercizio. Occorre sempre controllare, tramite l'apposita spia e il manometro, che la pressione nei serbatoi principali dell'impianto frenante pneumatico non scenda al di sotto del valore minimo previsto dalla casa costruttrice del veicolo.

I serbatoi sono alimentati dal circuito di produzione dell'aria compressa e forniscono aria compressa al circuito di alimentazione dell'impianto di distribuzione.

Talvolta vengono installati dispositivi più complessi che raggruppano le funzioni del depuratore, del regolatore e della valvola di protezione del serbatoio.



Serbatoi dell'aria

241.6 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE E UTILIZZO DELL'ARIA COMPRESSA PER LE MOTRICI

Gli **elementi** principali del **sistema di distribuzione e utilizzo dell'aria compressa** installati sugli autoveicoli pesanti sono:

- **distributore duplex** per la frenatura di servizio e di soccorso,
- **distributore a mano** per la frenatura di stazionamento,
- **elementi frenanti a membrana** (freno di servizio),
- **elementi frenanti a molla** (freno di stazionamento),
- **servodistributore a doppio comando**,
- **modulatore di pressione-carico**.

Azionando il **freno di servizio** il **distributore duplex** che preleva l'aria compressa dai **serbatoi** (almeno due):

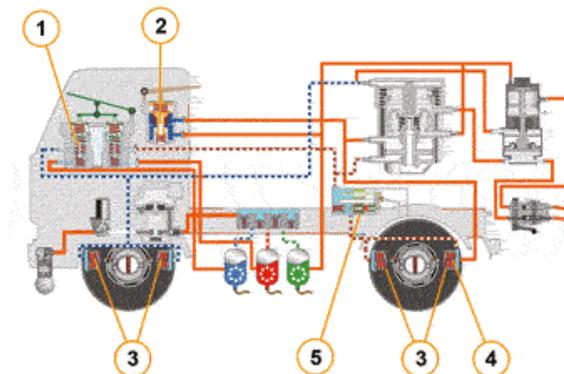
- la invia alla stessa pressione agli elementi frenanti anteriori e posteriori tramite le apposite sezioni di tubazioni indipendenti (funzione di doppio distributore);
- consente di regolare la pressione dell'aria inviata agli elementi frenanti e, quindi, di modulare l'intensità della frenata; l'aria fluisce verso gli **elementi frenanti a membrana** sulle ruote anteriori e posteriori [*];
- è collegato al **servodistributore a doppio comando** che in caso di azione contemporanea sul freno di servizio e sul freno di stazionamento annulla l'effetto del distributore a mano per evitare il pericoloso bloccaggio delle ruote.

[*] La pressione verso le ruote dell'asse posteriore può subire variazioni dovute al modulatore pressione carico che modula la pressione di frenatura in funzione della massa della merce trasportata che grava sull'asse.

L'azione frenante dell'asse posteriore viene regolata in funzione del carico effettivamente presente sul veicolo tramite il **modulatore di pressione carico** che interagisce con le sospensioni ed evita il bloccaggio delle ruote quando il veicolo è scarico.

Il **freno di stazionamento** tramite il **distributore a mano** (manettino) scarica l'aria dagli elementi o bielementi frenanti a molla: le molle all'interno degli elementi si estendono e bloccano le ruote dell'asse (freno di sicurezza); l'inserimento del freno di stazionamento è segnalato da apposita spia.

Il **freno di soccorso** è realizzato tramite lo sdoppiamento del freno di servizio ottenuto con il duplex; quindi, agendo sul pedale del freno si ottiene la frenatura di servizio e di soccorso.



Sistema di distribuzione e utilizzo aria per motrici

- 1 Distributore duplex,
- 2 distributore a mano,
- 3 elementi frenanti a membrana,
- 4 elementi frenanti a molla,
- 5 modulatore pressione carico.

241.6.1 Duplex

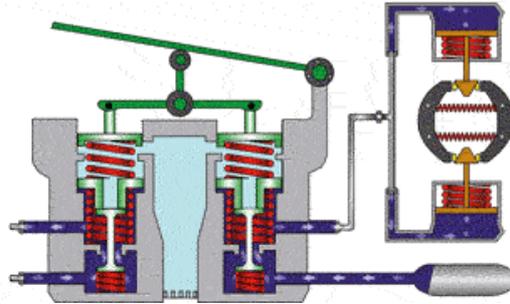
Il **distributore duplex** (5) è un doppio distributore (due distributori pneumatici indipendenti) comandato dal **pedale del freno** che:

- **alimenta e scarica** l'aria compressa degli elementi frenanti a comando e in modo graduale, facendola fluire dai serbatoi alle due sezioni dell'impianto degli elementi frenanti della motrice (**frenatura di servizio**) o scaricandola nell'atmosfera tramite la valvola di scarico che si apre quando il conducente rilascia il pedale del freno (sfrenatura di servizio); le due sezioni non sono comunicanti tra loro;
- comanda i dispositivi di **frenatura dell'eventuale rimorchio**;
- garantisce la **frenatura di soccorso** del veicolo in caso di avaria di una delle due sezioni (ad es. rottura di una tubazione con perdita d'aria di una sezione dell'impianto) grazie allo sdoppiamento del circuito (doppio distributore).
Il pedale del freno tramite un puntale e un bilanciere comanda gli stantuffi delle due sezioni del distributore che:
- in fase di **frenatura** (pedale premuto):
 - chiudono le valvole di scarico;
 - aprono le valvole di preimmissione e di immissione consentendo all'aria compressa di fluire verso le tubazioni dell'impianto di frenatura;
- in fase di **sfrenatura** (rilascio del pedale):
 - aprono le valvole di scarico.

La pressione nelle tubazioni dell'impianto è proporzionale allo sforzo applicato dal conducente sul pedale grazie a un sistema di molle di regolazione presenti all'interno del distributore; quindi, la pressione dell'aria negli elementi frenanti è tanto più elevata, quanto maggiore è la pressione esercitata sul pedale del freno.

Il distributore duplex è **collegato**:

- ai serbatoi dell'asse anteriore e posteriore tramite due condotte,
- agli elementi frenanti rispettivamente dell'asse anteriore e posteriore tramite due condotte.



Distributore dell'aria compressa comandato dal pedale del freno

241.6.2 Distributore a mano

Il **distributore a mano** (manettino) (6) è un distributore manuale che comanda la frenatura (a veicolo fermo e non in marcia):

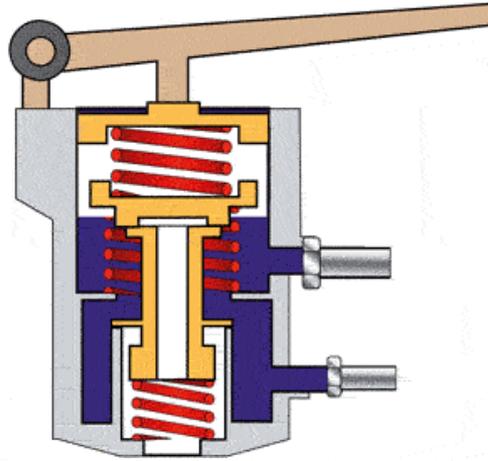
- di **stazionamento** della motrice che agisce, di norma, sugli assi posteriori [*]; il freno (a molla) si inserisce quando scarica aria dagli elementi frenanti (v. inPratica 241.6.5),
- di **stazionamento del rimorchio**, negli autoveicoli atti al traino.

[*] Tuttavia, esistono veicoli che sono muniti di freno di stazionamento che agisce simultaneamente su più assi (anteriori e posteriori).

In alcuni casi, il distributore di tipo moderabile (l'intervento viene graduato dal conducente) può essere utilizzato anche per la frenatura di **soccorso** in caso di avaria delle due sezioni collegate al distributore duplex.

Il dispositivo è installato in cabina di guida ed è collegato a:

- serbatoio di alimentazione,
- servodistributore a triplo comando,
- elementi frenanti posteriori a molla tramite il **servodistributore a doppio comando**.



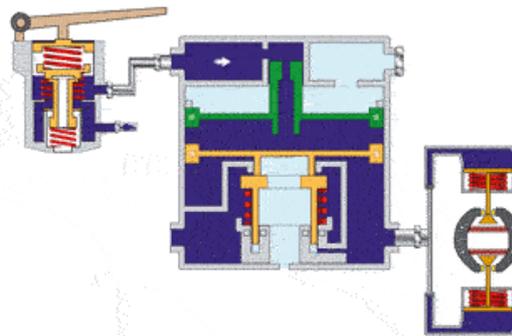
Distributore a mano (frenatura di stazionamento)

241.6.3 Servodistributore a doppio comando

Il **servodistributore a doppio comando** (7) (dispositivo di protezione sovrasforzo) ha il compito di evitare il pericoloso bloccaggio delle ruote in caso di azione contemporanea sul freno di servizio e di soccorso o stazionamento.

Il servodistributore a doppio comando è azionato:

- dalla sezione posteriore del distributore duplex,
- dal distributore a mano.

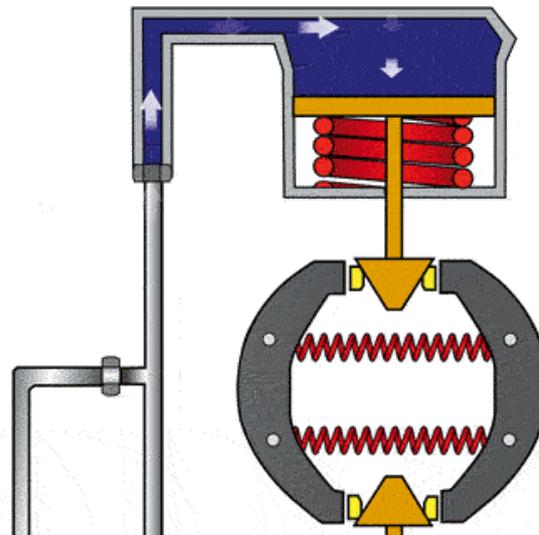


Servodistributore a doppio comando

241.6.4 Elementi frenanti a membrana

Gli **elementi frenanti a membrana** (8) del freno di servizio azionano meccanicamente i gruppi frenanti (dischi o tamburi) con l'aria compressa proveniente dal distributore duplex.

L'aria compressa spinge una membrana (stantuffo) che scorre in un elemento cilindrico; la membrana tramite un puntale aziona le leve e un puntale a cuneo o un perno a oliva che allargano le ganasce dei freni (freni a tamburo).

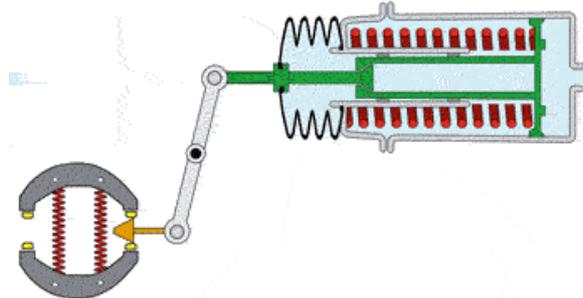


Elemento frenante a membrana

241.6.5 Elementi frenanti a molla

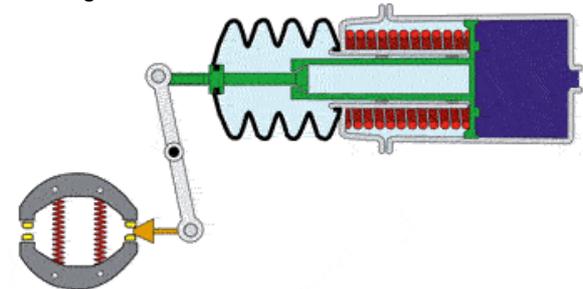
L'**elemento frenante a molla** del freno di stazionamento:

- **blocca** i gruppi frenanti quando fuoriesce l'aria compressa dall'elemento frenante. In questo modo la **molla di accumulo** che garantisce la frenatura si estende e tramite un piattello e un puntale allarga le ganasce dei freni bloccandole;



Freno di stazionamento: frenatura

- **sblocca i gruppi frenanti** quando viene inviata l'aria compressa nell'elemento frenante che contrasta l'azione della molla di accumulo (che viene compressa) e libera le ganasce dei freni.



Freno di stazionamento: sfrenatura

L'elemento frenante a molla garantisce sempre la forza per il bloccaggio automatico del freno di stazionamento anche in assenza di aria nell'impianto e nei serbatoi. A motore spento e serbatoi scarichi il veicolo rimane bloccato fino a quando l'apparato di produzione dell'aria non ha inviato una quantità sufficiente di aria compressa per disinserire il freno di stazionamento: per tale ragione prima della partenza è necessario accertarsi che nei serbatoi vi sia pressione sufficiente.

241.6.6 Bielementi frenanti a molla

I **bielementi frenanti a molla** sono costituiti da (10):

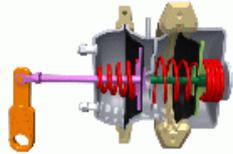
- un **elemento frenante a membrana** che aziona i dispositivi meccanici per la frenatura di servizio (la frenatura avviene quando viene inviata aria alla camera del bielemento frenante),
- un **elemento frenante a molla** che aziona i dispositivi meccanici per la frenatura di stazionamento e/o soccorso; la frenatura avviene per svuotamento (espulsione dell'aria) di una camera del bielemento frenante (contenente aria compressa a veicolo)

sfrenato).

L'elemento frenante a membrana allarga le ganasce dei freni quando si agisce sul **pedale del freno** (frenatura di servizio).

L'elemento frenante a molla blocca le ganasce dei freni quando si agisce sul **distributore a mano** (freno di stazionamento) (v. inPratica 241.6.5).

Per trainare un veicolo in avaria munito del bielemento frenante occorre sbloccare il freno di stazionamento agendo su un dispositivo meccanico.



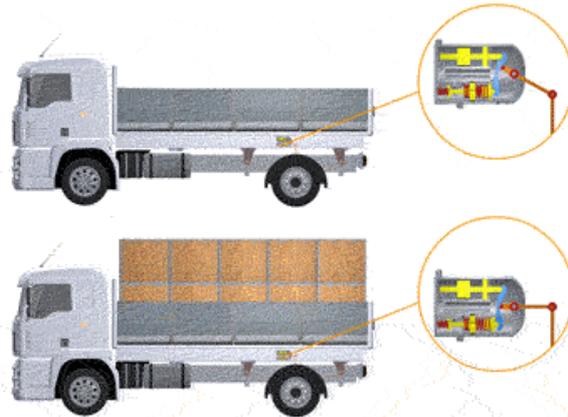
Bielemento frenante

241.6.7 Modulatore pressione-carico

Il **modulatore di pressione-carico** (11) regola automaticamente la pressione dell'aria negli elementi frenanti dell'asse in funzione del carico che grava su di esso. Ciò in quanto la distribuzione dei pesi sul veicolo influisce sulla frenatura. Il dispositivo:

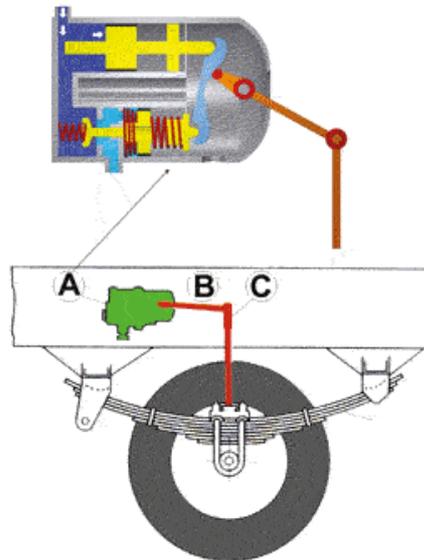
- controlla, generalmente, l'intensità della forza frenante applicata agli assi posteriori della motrice;
- può equipaggiare anche i rimorchi e, in tal caso, controlla la frenatura di tutti gli assi.

Il dispositivo è ancorato al telaio (parte sospesa o fissa del veicolo) ed è collegato all'assale (parte non sospesa o mobile) mediante una leva che, in base alla distanza tra assale e telaio che si determina a causa del carico (e della sua distribuzione sul veicolo), modula (dosa) la forza frenante da applicare agli elementi frenanti dell'assale; il dispositivo evita il bloccaggio delle ruote a veicolo scarico e garantisce un'adeguata forza di frenatura a veicolo carico e quindi la progressività della frenata col variare del carico.



Azione del modulatore a veicolo scarico e carico

Nei veicoli muniti di sospensioni pneumatiche il dispositivo può interagire funzionalmente con le sospensioni.



Modulatore pressione-carico (A) e braccia a leva (B e C) collegati all'assale

Il modulatore che, di norma, è a comando pneumatico è collocato tra:

- distributore duplex ed elementi frenanti dell'assale posteriore (motrici),
- servodistributore ed elementi frenanti (rimorchi).

241.7 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE E UTILIZZO DELL'ARIA COMPRESSA PER LE MOTRICI ATTE AL TRAINO

Sulle **motrici atte al traino di rimorchi**, oltre ai dispositivi installati sulle motrici non atte al traino, sono presenti i seguenti elementi:

- **servodistributore a triplo comando,**
- **servodeviatore modulato,**
- **semigiunti di accoppiamento.**

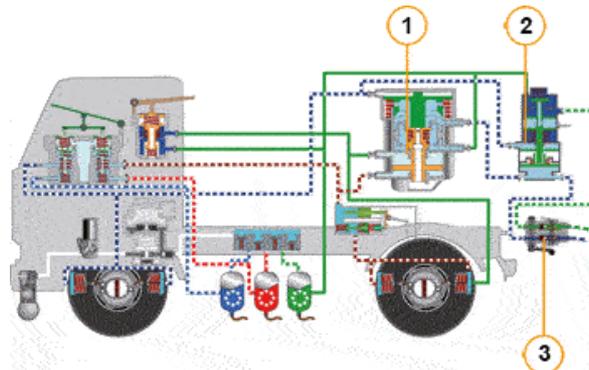
La **normale frenatura del complesso** (motrice e rimorchio) si ottiene azionando il freno di servizio della motrice. L'aria fluisce dal distributore duplex verso:

- **servodistributore a triplo comando:** ha il compito di frenare anticipatamente il rimorchio, e di frenare il rimorchio anche in caso di avaria e in caso di stazionamento;
- **servodeviatore modulato:** assicura la frenatura di motrice e rimorchio anche in caso di avaria;
- **servoautodistributore del rimorchio:** tramite due condotte mobili (moderabile e automatica); il dispositivo è montato sul rimorchio.

La **frenatura di stazionamento e di soccorso** si ottiene azionando il manettino sulla motrice.

Il manettino agisce su freni a molla della motrice (freni di stazionamento) e distributore a triplo comando che, tramite servodeviatore modulato e servoautodistributore del rimorchio, aziona i dispositivi di frenatura del rimorchio (frenatura del freno a molla della motrice e del rimorchio).

In caso di avaria di una delle sezioni del freno di servizio della motrice, il servodistributore a triplo comando consente, in ogni caso, la frenatura del rimorchio.



Elementi dell'impianto di frenatura pneumatico delle motrici atte al traino di rimorchi

- 1 Servodistributore a triplo comando,
- 2 servodeviatore modulato,
- 3 semigiunti di accoppiamento.

241.7.1 Servodistributore a triplo comando

Il **servodistributore a triplo comando** ⁽¹²⁾ **modula e controlla la frenatura di servizio, di stazionamento e di soccorso** del complesso motrice-rimorchio. È montato sulle motrici atte al traino ed è posto tra il duplex e il servodeviatore modulato.

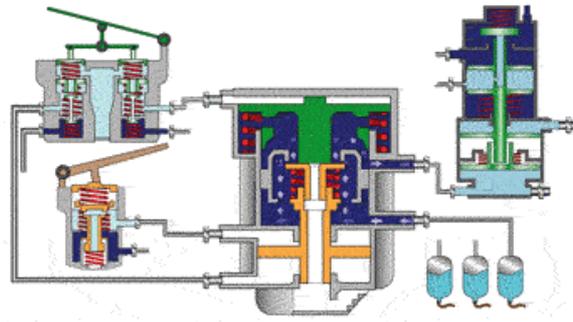
Il dispositivo consente:

- **frenatura anticipata del rimorchio rispetto alla motrice** (agevola la messa in tiro del rimorchio rispetto alla motrice),
- **frenatura del rimorchio anche in caso di avaria** di una delle sezioni dell'impianto di frenatura della motrice (frenatura di soccorso);
- **frenatura di stazionamento del complesso** (motrice e rimorchio o semirimorchio).

Il dispositivo è installato sulla motrice ed è collegato alle due sezioni del distributore duplex, alla condotta del distributore a mano del freno a molla, al serbatoio (a 7,5 bar), e al servodeviatore modulato; quindi, è collegato a cinque tubi e l'aria esce solo da un tubo (quello collegato al servodeviatore modulato).

Il servodistributore a triplo comando è azionato da:

- due sezioni (anteriore e posteriore) del distributore duplex,
- distributore a mano.



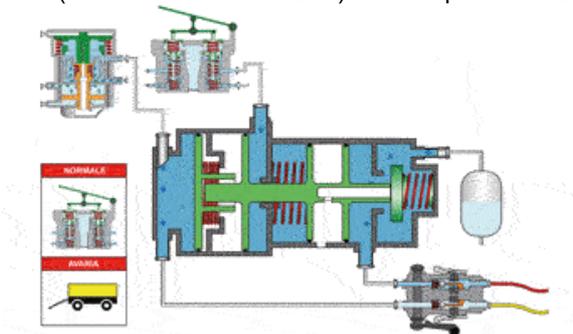
Servodistributore a triplo comando

241.7.2 Servodeviatore modulato

Il **servodeviatore modulato** ⁽¹³⁾ **assicura la frenatura della motrice e del rimorchio anche in caso di avaria o rottura della condotta di comando moderabile** (tecnicamente, simula l'avaria del tubo automatico e innesca la frenatura automatica) garantendo la frenatura del rimorchio in concomitanza con quella della motrice.

È installato sulla motrice (atta la traino) a valle del servodistributore a triplo comando ed è collegato a:

- serbatoio,
- servodistributore a triplo comando (il servodeviatore è posto a valle del servodistributore),
- condotta di comando della sezione posteriore del duplex,
- semigiunti di accoppiamento del rimorchio (automatico e moderabile) che si dipartono dal servodeviatore.



Servodeviatore modulato

241.7.3 Semigiunti di accoppiamento

I **semigiunti di accoppiamento** ⁽¹⁴⁾ (omologati) che collegano motrice e rimorchio sono realizzati tramite due condotte:

- **automatica** di alimentazione, contraddistinta dal **colore rosso**,
- **moderabile** di comando, contraddistinta dal **colore giallo**.

Negli **autotreni** (motrice e rimorchio) i semigiunti:

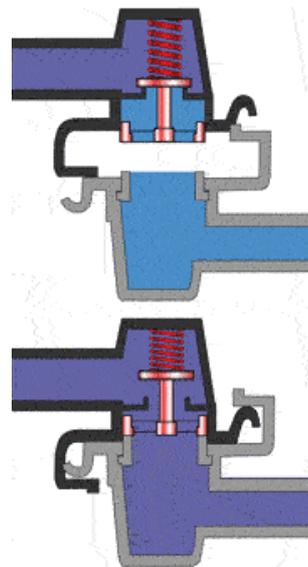
- della motrice sono installati sulla traversa di traino,
- del rimorchio sono montati sulle estremità libere delle tubazioni flessibili che provengono dal servodistributore del rimorchio.

Negli **autoarticolati** (trattore stradale e semirimorchio) i semigiunti:

- del trattore sono montati sulle estremità libere delle tubazioni flessibili collegate alla parte posteriore della cabina di guida,
- del semirimorchio sono montati sulla traversa anteriore.

Il semigiunto unico che incorpora in un solo comando il collegamento di entrambe le condotte (automatica e moderabile) non viene più utilizzato.

I giunti **meccanici** (ganci), **elettrici** (dei dispositivi di illuminazione e segnalazione visiva) e dell'**ABS** completano il **collegamento pneumatico** tra motrice e rimorchio che deve essere effettuato indossando appositi guanti protettivi.



Semigiunti di accoppiamento di nuovo tipo

241.8 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE E UTILIZZO DELL'ARIA COMPRESA PER RIMORCHI

Gli **elementi principali** del sistema di distribuzione e utilizzo dell'aria compressa installati sui rimorchi o semirimorchi sono:

- **servoautodistributore**,
- **serbatoio** installato sul rimorchio,
- **semigiunti di accoppiamento**.

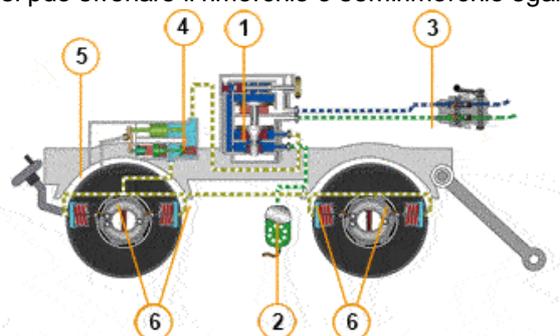
Il **servoautodistributore** è collegato all'impianto di frenatura della motrice tramite i semigiunti di accoppiamento (giunti mobili). Tale dispositivo consente la frenatura di servizio, di soccorso e di stazionamento del rimorchio sia quando è abbinato alla motrice sia quando è staccato da essa.

I **semigiunti di accoppiamento** consentono:

- la carica del serbatoio del rimorchio tramite la **condotta automatica** (c'è sempre aria in pressione),
- la frenatura di servizio del rimorchio tramite la **condotta moderabile** (c'è aria in pressione durante la frenatura quando il conducente schiaccia il pedale del freno).

In caso di distacco accidentale del rimorchio (quando si rompono o si sganciano i tubi di collegamento tra motrice e rimorchio) il **servoautodistributore** consente la **frenatura automatica del rimorchio** (l'aria del serbatoio del rimorchio fluisce verso gli elementi frenanti bloccandolo).

Agendo sul servoautodistributore si può sfrenare il rimorchio o semirimorchio sganciato dalla motrice.



Elementi dell'impianto di frenatura pneumatico dei rimorchi

- 1 Servoautodistributore,
- 2 serbatoio,
- 3 semigiunti di accoppiamento,
- 4 modulatore pressione-carico,
- 5 freno meccanico,
- 6 elementi a membrana.

241.8.1 Servoautodistributore

Il **servoautodistributore** ⁽¹⁵⁾ garantisce:

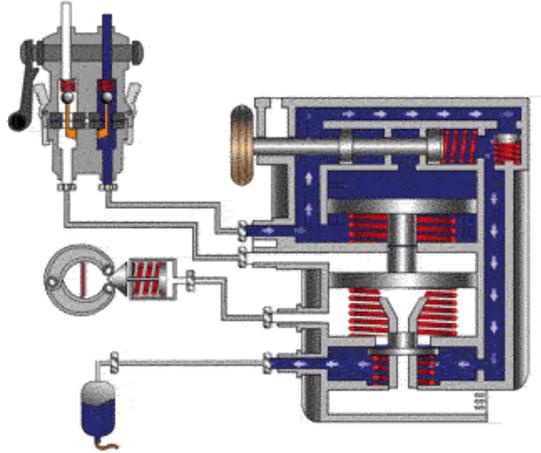
- **alimentazione del serbatoio del rimorchio** con l'aria proveniente dalla condotta automatica collegata alla motrice,

- **frenatura continua** del rimorchio (attivazione del freno di servizio del rimorchio),
- **frenatura automatica** del rimorchio in caso di distacco accidentale dalla motrice,
- **frenatura di stazionamento e sfrenatura a mano** (tramite apposito comando) del rimorchio sganciato dalla motrice.

Il dispositivo è munito di valvola di ritenuta (evita la fuoriuscita dell'aria dai serbatoi), di valvola di scarico (consente la fuoriuscita dell'aria dagli elementi frenanti) e di valvola di immissione (consente il passaggio dell'aria dal serbatoio del rimorchio agli elementi frenanti).

Il servoadistributore è fissato al telaio del rimorchio o semirimorchio ed è collegato alla **condotta di comando moderabile** e a **quella di alimentazione automatica** tramite i semigiunti di accoppiamento, al serbatoio e agli elementi frenanti del rimorchio. Quindi, al servoadistributore sono collegati:

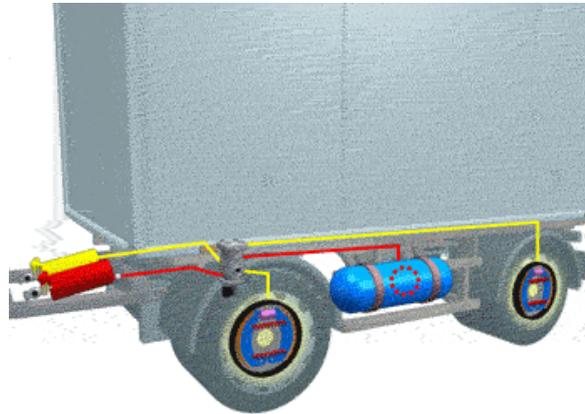
- in ingresso due tubi (quello del moderabile e quello dell'automatico),
- in uscita due tubi (uno che va al serbatoio del rimorchio e uno agli elementi frenanti).



Servoadistributore

241.8.2 Serbatoio del rimorchio

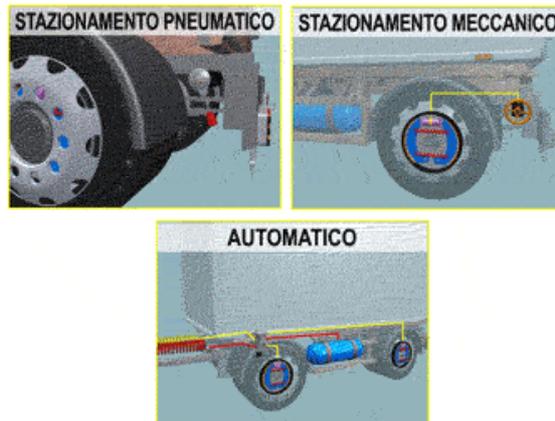
Nel **serbatoio** del rimorchio viene accumulata l'aria compressa per l'impianto di frenatura del rimorchio tramite la condotta automatica collegata alla motrice.



Serbatoio del rimorchio

241.8.3 Dispositivo di frenatura meccanico

I rimorchi sono muniti del dispositivo di **frenatura automatico** (pneumatico) che entra in funzione quando vengono sganciate le condotte dell'aria e di un **dispositivo di frenatura meccanico** collegato alle ruote di un asse e azionato manualmente tramite un volantino o una leva oppure tramite manettino (sul rimorchio) che agisce su dispositivi di stazionamento a molla analoghi a quelli della motrice.



Dispositivo di frenatura meccanica a volantino

241.9 MANUTENZIONE E INCONVENIENTI DEL FRENO PNEUMATICO O PNEUMOIDRAULICO

Periodicamente è necessario:

- controllare le **tubazioni dei freni** (rigide e flessibili) tra il distributore e gli elementi frenanti e dell'apparato di produzione e accumulo dell'aria compressa (compressore, regolatore, anticongelatore, serbatoio);
- verificare l'**assenza di perdite di aria** dal sistema frenante (tubazioni, serbatoi, ecc.);
- controllare lo **stato d'usura delle guarnizioni** delle ganasce o dei pattini. Nei veicoli di recente progettazione una spia di colore giallo segnala quando è necessario sostituire le guarnizioni d'attrito;
- verificare l'**efficienza di tutti i dispositivi** che costituiscono l'impianto di frenatura pneumatico. Il pedale non deve essere indurito, deve ritornare in posizione di riposo; la corsa deve essere quella prevista in sede di progettazione del veicolo;
- controllare lo **stato dei serbatoi dell'aria, dei raccordi nonché l'efficienza della strumentazione di bordo** (manometri); nei serbatoi può essere presente acqua che diminuisce il volume a disposizione per l'aria compressa e può determinare una rapida escursione dell'ago del manometro;
- registrare il **freno di stazionamento** (corsa della leva);
- controllare l'efficienza del **freno motore** e del dispositivo rallentatore se presenti;
- verificare l'efficienza del **sistema ABS** per i veicoli che ne sono dotati;
- controllare con regolarità l'**equilibratura e l'efficienza dell'impianto frenante**. La prova può essere eseguita tramite il banco prova freni di cui ormai sono dotate quasi tutte le officine di autoriparazione.

Durante la marcia del veicolo il conducente deve tenere sotto controllo la pressione dell'aria nei serbatoi di accumulo tramite gli appositi strumenti (manometri) installati nella cabina di guida.

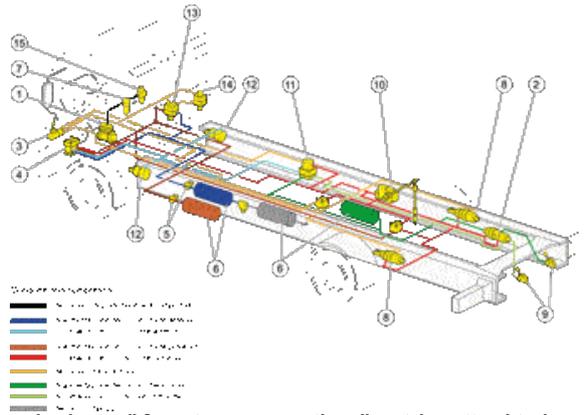
Nel caso di **impianti pneumoidraulici** occorre verificare anche il livello dell'olio nel serbatoio della sezione idraulica e la presenza di eventuali perdite di olio dalle tubazioni e/o dai raccordi.

Tutte le operazioni di manutenzione devono essere eseguite secondo le prescrizioni del costruttore del veicolo.



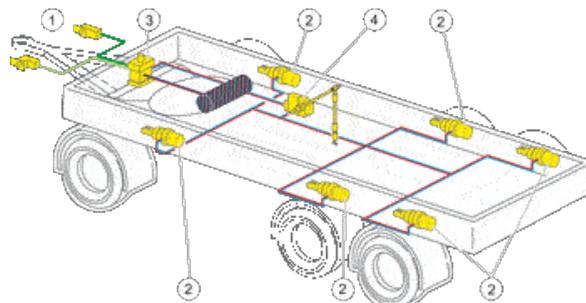
Manutenzione impianto di frenatura pneumatica

241.10 SCHEMI IMPIANTI FRENANTI PNEUMATICI



Impianto di frenatura pneumatico di motrice atta al traino

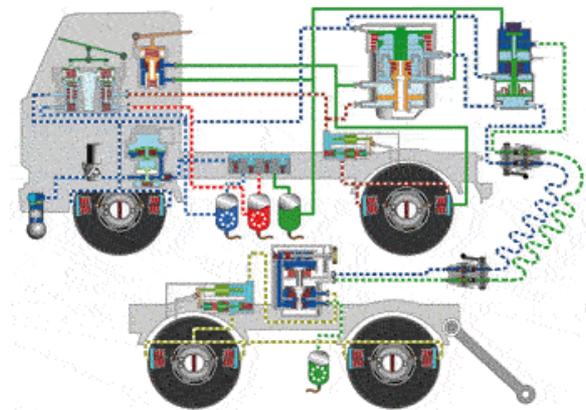
- 1 Compressore monocilindrico,
- 2 servodeviatore modulato,
- 3 distributore freno a mano,
- 4 distributore duplex,
- 5 indicatori di bassa pressione,
- 6 serbatoi freni anteriori e posteriori, servizi, rimorchio,
- 7 depuratore,
- 8 bielemento frenante,
- 9 semigiunti di accoppiamento,
- 10 modulatore di pressione-carico,
- 11 servodistributore a triplo comando,
- 12 elemento frenante a membrana (o stantuffo),
- 13 valvola di protezione serbatoi,
- 14 riduttore di pressione,
- 15 regolatore di pressione.



Impianto di frenatura pneumatico di rimorchio

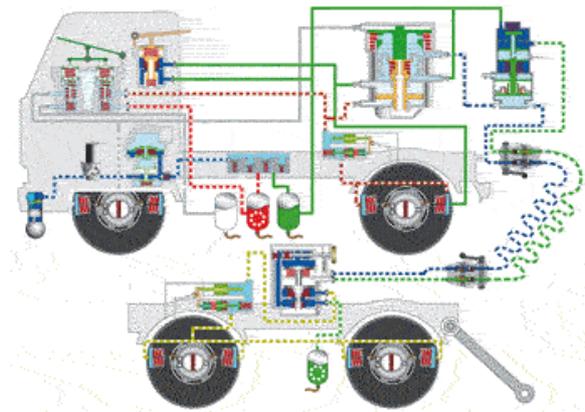
- 1 Semigiunti di accoppiamento,
- 2 elemento frenante a membrana oppure a pistone,
- 3 servodistributore,
- 4 modulatore pressione-carico.

241.10.1 Schema generale impianto di frenatura: motrice e rimorchio



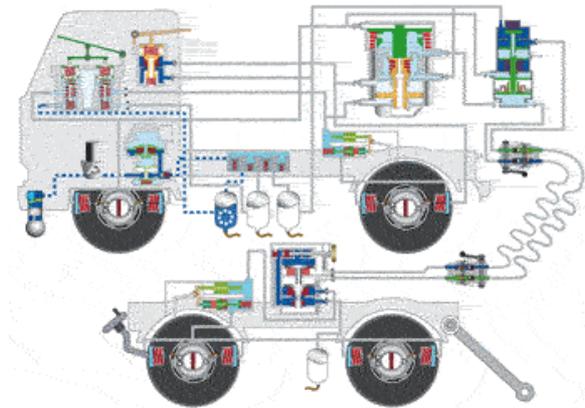
Impianto di frenatura: motrice e rimorchio

241.10.2 Schema generale impianto di frenatura: circuito posteriore



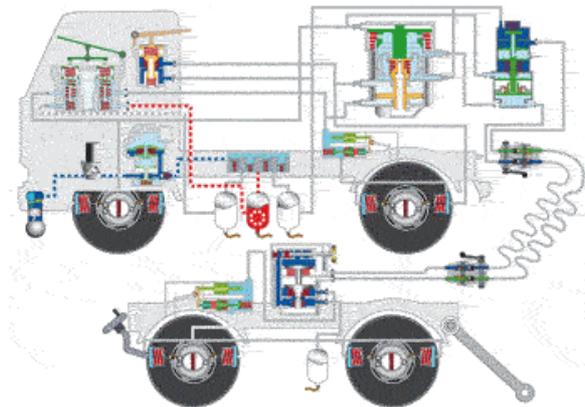
Impianto di frenatura: circuito posteriore

241.10.3 Schema generale impianto di frenatura: alimentazione del serbatoio 1



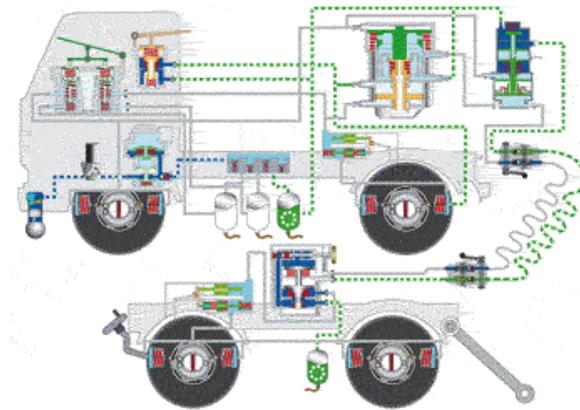
Impianto di frenatura: alimentazione del serbatoio 1

241.10.4 Schema generale impianto di frenatura: alimentazione del serbatoio 2



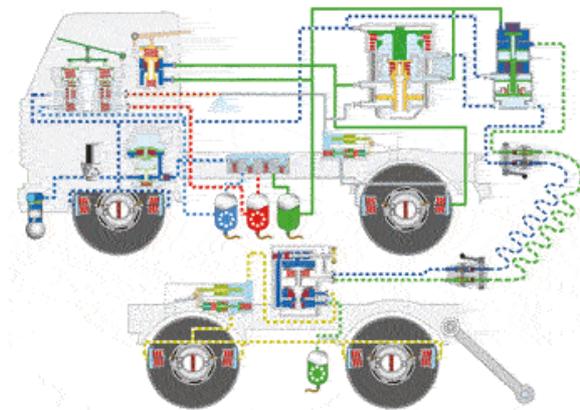
Impianto di frenatura: alimentazione del serbatoio 2

241.10.5 Schema generale impianto di frenatura: alimentazione del serbatoio 3



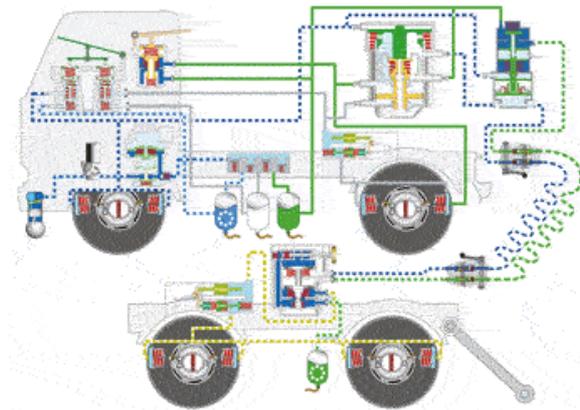
Impianto di frenatura: alimentazione del serbatoio 3

241.10.6 Schema generale impianto di frenatura: avaria circuito posteriore



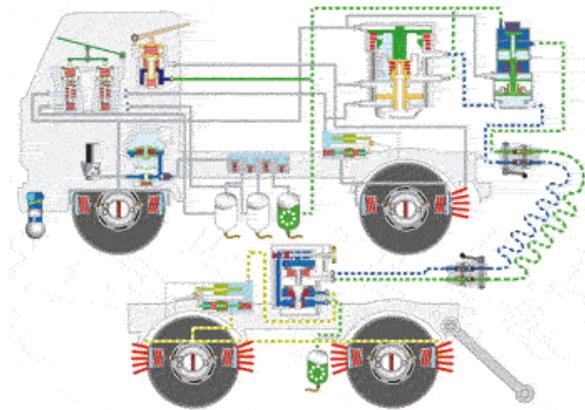
Impianto di frenatura: avaria circuito posteriore

241.10.7 Schema generale impianto di frenatura: circuito anteriore



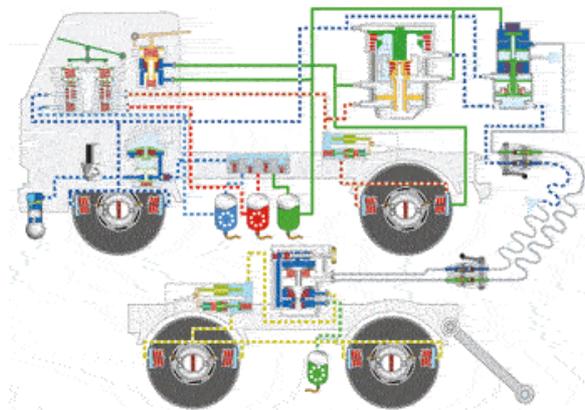
Impianto di frenatura: circuito anteriore

241.10.8 Schema generale impianto di frenatura: freno di stazionamento



Impianto di frenatura: freno di stazionamento

241.10.9 Schema generale impianto di frenatura: avaria tubo moderabile



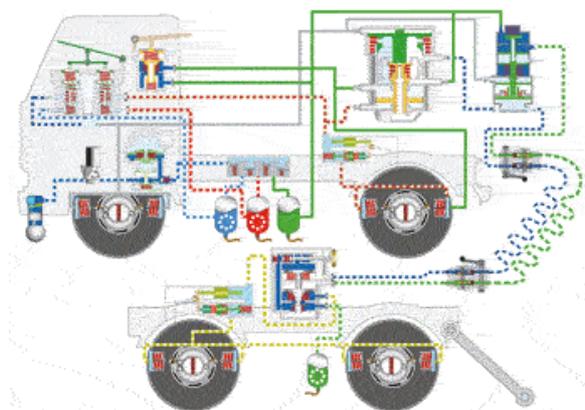
Impianto di frenatura: avaria tubo moderabile

241.10.10 Schema generale impianto di frenatura: avaria circuito anteriore

Nel caso di **avaría dell'impianto di frenatura pneumatico di un veicolo pesante** (di recente costruzione):

- la **rottura di un tubo dell'aria dei freni di una ruota** (ad es., la ruota anteriore destra) permette comunque di raggiungere un'officina anche se a velocità estremamente ridotta; tuttavia, si ritiene che tale possibilità debba essere attentamente valutata in relazione alle condizioni di carico del veicolo, alla distanza da percorrere per raggiungere l'officina, ecc.;
- in caso di **avaría di una sezione dell'impianto di frenatura**, anche se le altre sezioni funzionano, non si deve intraprendere un nuovo viaggio se non si è provveduto alla riparazione del guasto.

In ogni caso, le anomalie dell'impianto di frenatura richiedono sempre un adeguato intervento di un officina di autoriparazione autorizzata.



Impianto di frenatura: avaria circuito anteriore

241.11 IMPIANTO DI FRENATURA PNEUMOIDRAULICO (VEICOLI PESANTI)

L'impianto di frenatura di tipo pneumoidraulico (sistema misto ad aria e olio) è costituito da una **sezione**:

- ad aria compressa,
- idraulica.

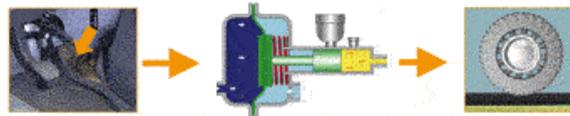
Quando il conducente agisce sul pedale del freno, l'aria compressa, invece di defluire direttamente verso gli elementi frenanti delle ruote, defluisce verso uno o più dispositivi **convertitori pneumoidraulici** (16) che trasmettono la forza dell'aria compressa a una pompa idraulica. La pompa invia olio (speciale liquido idraulico contenuto in apposito serbatoio del convertitore) in pressione verso i dispositivi idraulici frenanti delle ruote.

Di norma, l'impianto è diviso in più sezioni indipendenti: una per le ruote anteriori, una per quelle posteriori ed eventualmente una per il rimorchio.

La **pressione pneumatica** (l'aria compressa viene inviata dal distributore ai convertitori pneumoidraulici) viene convertita in **pressione idraulica** che attiva i dispositivi frenanti sulle ruote in modo identico a quello degli impianti di frenatura idraulici (le ganasce vengono allargate da due pistoncini spinti dalla pressione idraulica).

L'impianto misto consente tempi di intervento più ridotti rispetto a quelli di un impianto totalmente pneumatico grazie alla incomprimibilità dell'olio (che deve essere periodicamente rabboccato e sostituito) e all'amplificazione della forza esercitata dal conducente sul pedale del freno.

La sezione ad aria compressa di un impianto pneumoidraulico od oleopneumatico è munita di tutti i dispositivi che equipaggiano un normale impianto pneumatico (distributore duplex, distributore a mano, serbatoi, modulatore di pressione in funzione del carico, valvola di protezione dei serbatoi, compressore, deumidificatore, ecc.) (v. inPratica 241.5 e inPratica 241.6).



Impianto di frenatura pneumoidraulico: convertitore pneumoidraulico

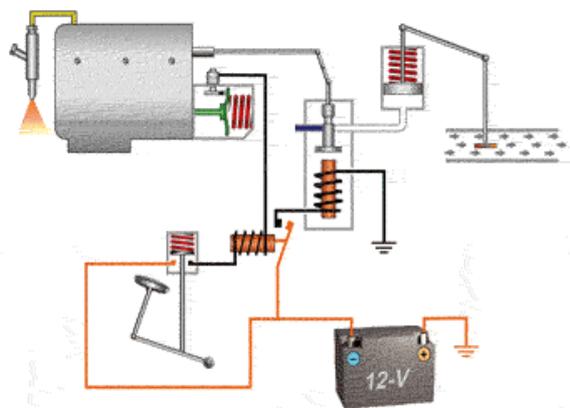
241.12 DISPOSITIVI AUSILIARI DI FRENATURA

I veicoli a motore e i loro rimorchi vengono equipaggiati con ulteriori dispositivi ausiliari dell'impianto di frenatura la cui installazione è obbligatoria per alcune categorie di veicoli.

Tali dispositivi non interagiscono solitamente con i dispositivi di frenatura ma contribuiscono in vari modi a migliorarne l'efficienza e limitarne l'usura; quindi, **integrano la frenatura di servizio** e non la sostituiscono, ad es., in caso di pericolo immediato.

Tra i **dispositivi ausiliari dell'impianto di frenatura**, i più importanti sono:

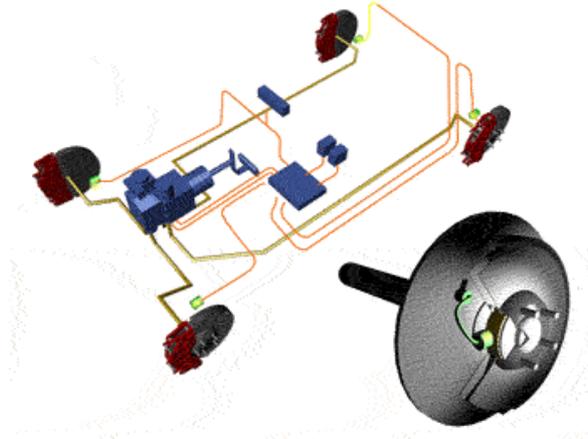
- **freno motore**: provoca il rallentamento del veicolo grazie all'interruzione della mandata di gasolio o di benzina e la riduzione della sezione dei condotti di scarico tramite una valvola a farfalla; il freno motore può essere utilizzato assieme al rallentatore oppure può essere integrato con il rallentatore e con l'impianto di frenatura di servizio in unico sistema a controllo elettronico;



Freno motore

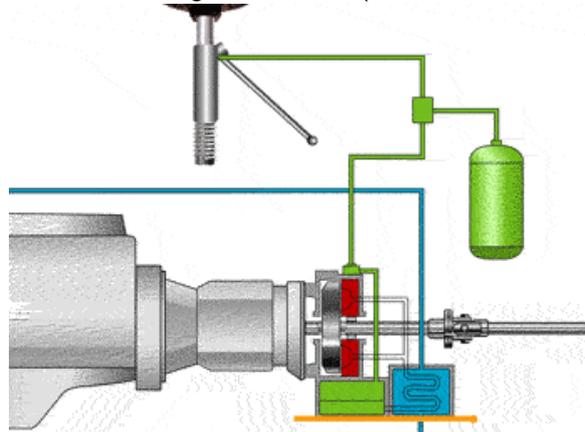
- **ABS**: evita il bloccaggio delle ruote in frenatura agendo sugli elementi frenanti; i sensori installati su ogni ruota inviano un impulso elettrico ad una centralina elettronica quando rilevano il bloccaggio della ruota (perdita di aderenza); la centralina elettronica agisce su una centralina idraulica o pneumatica che riduce la pressione di frenatura delle singole ruote

evitandone il bloccaggio;

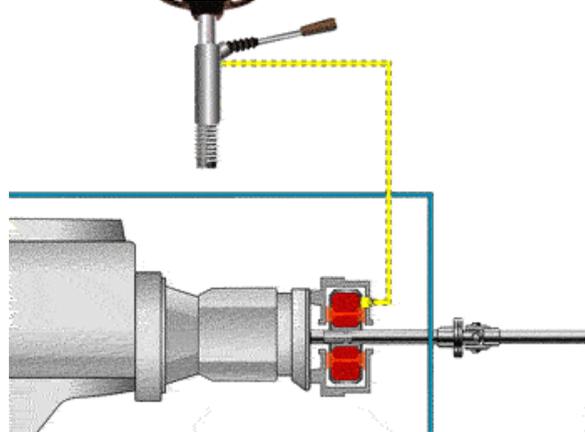


ABS

- **rallentatore idraulico o elettromagnetico** (talvolta ubicato all'uscita del cambio di velocità o integrato nel cambio): rallenta il veicolo frenando l'albero di trasmissione grazie alla resistenza opposta da:
 - olio presente nel circuito del rallentatore sulle palette mobili collegate all'albero (rallentatore idraulico), oppure
 - campo elettromagnetico tra statore e rotore collegato all'albero (rallentatore elettromagnetico);



Rallentatore idraulico



Rallentatore elettromagnetico

- **dispositivo avanzato di frenata di emergenza**: che attiva automaticamente il sistema di frenata in caso di emergenza. L'aumento dell'effetto di frenatura si ottiene, oltre che con l'azione del freno motore e del rallentatore, anche con:
 - un **basso rapporto del cambio** (marcia bassa),
 - il **rilascio dell'acceleratore con marcia inserita** (ad es., in discesa, al minimo e con basso rapporto del cambio) (22),
 - **sistemi integrati a controllo elettronico** che comprendono il freno motore e il rallentatore.

241.12.1 Freno motore

Il freno motore è un dispositivo che, sfruttando l'effetto frenante del motore (motori alimentati ad iniezione di

benzina o a gasolio), **consente di ridurre l'utilizzo del freno di servizio del veicolo nelle lunghe discese** (l'effetto è notevole soprattutto a bassa velocità) **evitando il surriscaldamento degli elementi frenanti con conseguente diminuzione dell'efficienza di frenatura.**

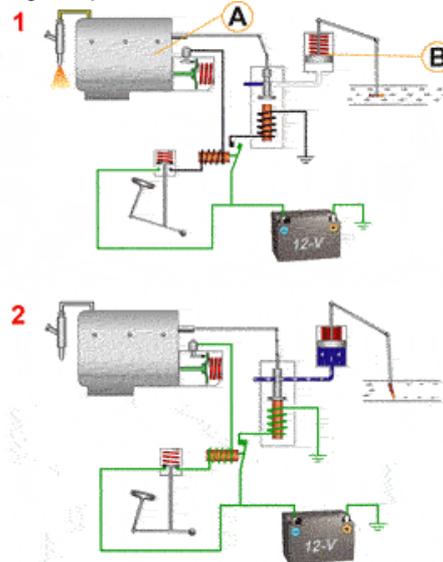
L'inserimento del dispositivo provoca:

- **l'interruzione della mandata di gasolio o di benzina** (mandata nulla): viene eliminata la fase attiva,
- **la riduzione della sezione dei condotti di scarico** mediante una **valvola a farfalla** (in pratica, si crea una strozzatura del tubo di scarico tramite l'azionamento di un'apposita valvola a farfalla): i pistoni esercitano una forte spinta per espellere i gas durante la fase di scarico (assimilabile ad una vera e propria compressione) e provocano un'azione frenante che viene trasmessa alle ruote tramite gli organi di trasmissione. In pratica, la fase di scarico del motore diventa una fase di compressione che frena/rallenta il veicolo.

Il freno motore può essere inserito dal conducente mediante apposito pulsante sul cruscotto in modo che funzioni:

- **automaticamente**, quando aziona il pedale del freno o rilascia il pedale dell'acceleratore,
- **manualmente**, tramite apposito comando situato in cabina (pulsante sul pavimento della cabina).

Il freno motore non sostituisce il freno di servizio, non consente di fermare il veicolo in distanze ragionevoli in tutte le situazioni di marcia e in certi casi, l'uso prolungato, può causare il surriscaldamento del motore.



Freno motore disattivato [1] e attivato [2]

A Pompa di iniezione,
B condotto di scarico.

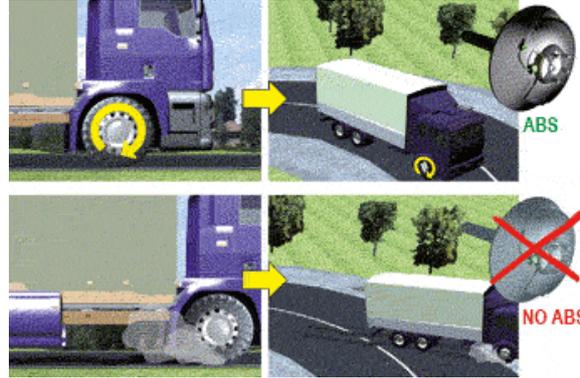
241.12.2 Dispositivo antibloccaggio (ABS)

Il **dispositivo antibloccaggio (ABS)** evita il **bloccaggio delle ruote durante la frenatura del veicolo mantenendo l'aderenza, in caso di frenatura al limite, tra il battistrada del pneumatico e la superficie stradale** (evita il pattinamento delle ruote).

Il dispositivo assicura, senza l'intervento del conducente, una migliore governabilità del veicolo **in fase di frenatura**, soprattutto in condizioni di scarsa aderenza (pioggia, fango, ecc.) e quindi consente di (17):

- **effettuare la frenatura repentina del veicolo** in spazi relativamente brevi, senza danneggiare il battistrada del pneumatico e riducendo lo spazio di arresto;
- **manovrare il veicolo durante la frenatura** in quanto le ruote direttrici non pattinano e rispondono ai comandi del volante (viene mantenuta la dirigibilità o la stabilità direzionale del veicolo).

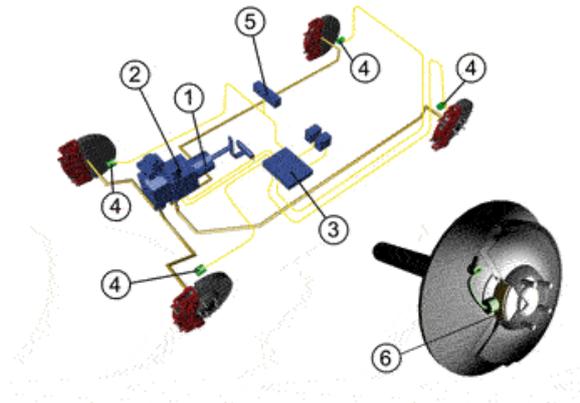
L'ABS consente di sfruttare la forza frenante disponibile del veicolo che, al massimo, può essere pari al suo peso aderente.



L'ABS evita il bloccaggio delle ruote durante la frenatura e consente di dirigere il veicolo

Il dispositivo è costituito da:

- **sensori** installati sulle ruote che ne rilevano la velocità di rotazione tramite apposite ruote foniche (ruote con dentature a denti diritti che girano solidali con la ruota) e inviano impulsi elettrici ad un elaboratore elettronico;
- un **elaboratore elettronico** che gestisce una centralina idraulica;
- una **centralina idraulica a valvole** che varia la pressione dell'olio o dell'aria sugli elementi frenanti delle singole ruote quando queste stanno per raggiungere il bloccaggio.



Dispositivo ABS (schema)

- 1 Pedale e pompa dei freni,
- 2 unità idraulica collegata alla centralina,
- 3 centralina,
- 4 sensori del numero di giri delle ruote,
- 5 spia ABS sul cruscotto,
- 6 ruote foniche.

241.12.3 Rallentatore

Il rallentatore è un dispositivo che agisce sull'albero di trasmissione e che, a comando, provoca un'azione frenante ausiliaria senza interagire con l'impianto di frenatura.

Il dispositivo è collegato con l'albero di trasmissione. Il comando del rallentatore è ubicato, di norma, nei pressi del volante.

L'utilizzo del rallentatore non garantisce un rapido arresto del veicolo in una distanza ragionevole ma consente di:

- **ridurre l'usura** e il surriscaldamento degli elementi frenanti del veicolo;
- **stabilizzare la velocità** del veicolo o del complesso nelle lunghe discese, soprattutto alle velocità più alte, evitando il surriscaldamento del motore se si utilizza il freno motore;
- **aumentare la sicurezza** di trasporto di particolari merci pericolose.

Il dispositivo, installato prevalentemente sui veicoli pesanti, può equipaggiare anche rimorchi o semirimorchi ed è **obbligatorio** per alcune categorie di veicoli (cisterne, veicoli adibiti al trasporto di esplosivi, ecc.).



Comando manuale del rallentatore (levetta sul cruscotto)

Il **rallentatore** può essere di tipo:

- **elettrico** (ad azione elettromagnetica), **oppure**
- **idraulico** (ad azione idrodinamica).

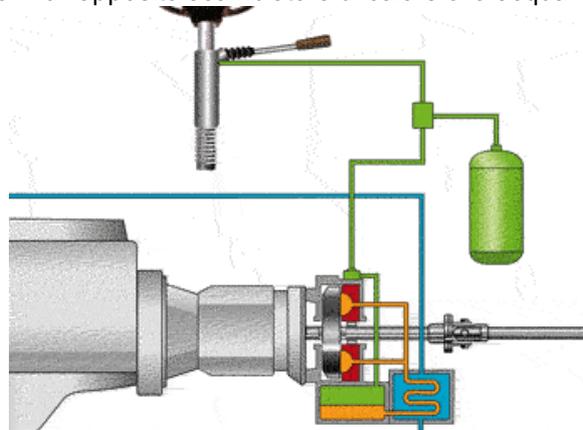
I rallentatori di tipo idraulico ed elettromagnetico sono costituiti da un **rotore**, collegato all'albero della trasmissione, e da uno **statore**, collegato alla struttura portante del veicolo.

Il **rallentatore di tipo idrodinamico** o idraulico è costituito da:

- una **ruota pompa (rotore)**, collegata all'albero di trasmissione del veicolo (all'uscita del cambio),
- una **ruota turbina (statore)**, collegata al carter del rallentatore fissato alla struttura portante del veicolo.

Le pale del rotore mosso dall'albero di trasmissione spingono l'olio verso lo statore provocando un effetto frenante sull'albero di trasmissione che è proporzionale alla quantità di olio che entra nel circuito frenante del rallentatore. La quantità di olio può essere regolata tramite **apposito comando installato nella cabina di guida** (a leva vicino al volante o a pedale) che consente vari livelli di frenatura.

L'olio che genera attrito e dissipa l'energia assorbita sotto forma di calore, può raggiungere elevate temperature: per tale ragione è necessario raffreddarlo in un apposito scambiatore di calore olio-acqua.



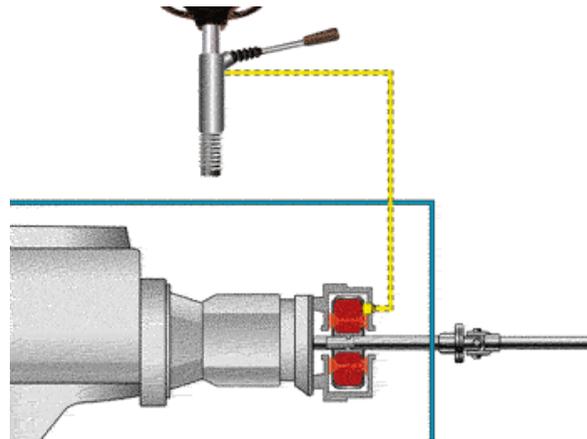
Rallentatore idrodinamico

Il **rallentatore di tipo elettromagnetico** è realizzato con:

- un **indotto mobile**, costituito da due masse metalliche massicce (**dischi del rotore**) collegate all'albero di trasmissione del veicolo,
- un **induttore a bobine induttrici (statore)** collegato alla batteria e fissato alla struttura portante del veicolo (telajo).

La **rotazione del rotore** spinto dall'albero di trasmissione nel potente campo magnetico a intensità variabile creato dallo statore, carica lo stesso rotore di correnti parassite che si oppongono al movimento rotatorio e provocano un effetto frenante sull'albero di trasmissione; l'effetto frenante è proporzionale all'intensità del campo magnetico (moderabile dalla cabina di guida tramite apposito comando).

Il rallentatore elettromagnetico è più pesante e si surriscalda maggiormente di quello idraulico: sopporta, di norma, carichi frenanti minori e richiede lo smaltimento della forte quantità di calore.



Rallentatore elettromagnetico

Il nuovo **aquatarder** è un dispositivo rallentatore che provoca l'effetto frenante utilizzando l'acqua in luogo dell'olio e ha un peso molto contenuto rispetto ai dispositivi tradizionali a olio.

I rallentatori sono soggetti a manutenzione e devono essere puliti periodicamente per eliminare polvere, terriccio, ecc.

241.12.4 Dispositivo avanzato di frenata di emergenza (AEBS)

Il **dispositivo avanzato di frenata d'emergenza (AEBS)** è un dispositivo in grado di individuare automaticamente una situazione d'emergenza e di attivare il sistema di frenata del veicolo per farlo rallentare al fine di evitare o di attenuare una collisione.

Il dispositivo:

- si serve di apposito radar per calcolare la distanza e la velocità di avvicinamento rispetto al veicolo che precede, e
- qualora dalla lettura di tali dati emerga una situazione di pericolo, attiva l'impianto di frenatura del veicolo (azione di pre-caricamento dei freni).

Il dispositivo è destinato ad aumentare la sicurezza dei veicoli ed è previsto per veicoli appartenenti alle categorie M2, M3, N2 ed N3 (a eccezione di alcune categorie) omologati o immatricolati a partire da determinate date (18).

Il dispositivo è previsto anche per veicoli delle categorie M1 e N1 e deve essere progettato in modo da funzionare in due fasi che:

- rilevano ostacoli e veicoli in movimento davanti al veicolo a motore nella prima fase;
- estendono le capacità di rilevamento degli ostacoli e dei veicoli in movimento in modo da includere anche i pedoni e i ciclisti situati davanti al veicolo a motore nella seconda fase (23).

241.12.5 Dispositivo di assistenza alla frenata

Il **dispositivo di assistenza alla frenata** è un dispositivo del sistema di frenatura del veicolo che ha la funzione di riconoscere una situazione di frenatura di emergenza da come viene sollecitato il comando del freno da parte del conducente (forza relativamente elevata esercitata sul pedale oppure pressione molto rapida esercitata sul pedale del freno); in tali condizioni il dispositivo (19):

- aiuta il conducente a raggiungere il livello massimo di frenatura; oppure
- attiva il ciclo completo del sistema di frenatura antibloccaggio (ABS).

Il sistema di assistenza alla frenata può essere di:

- categoria A: il sistema rileva una situazione di frenata di emergenza in base alla forza esercitata dal guidatore sul pedale del freno;
- categoria B: il sistema rileva una situazione di frenata di emergenza in base alla velocità con cui il guidatore aziona il pedale del freno;
- categoria C: il sistema rileva una situazione di frenata di emergenza in base a più criteri, uno dei quali è la velocità a cui il pedale del freno è azionato.

Il dispositivo è destinato ad aumentare la sicurezza dei veicoli ed è previsto per veicoli appartenenti alle categorie M1 ed N1 omologati o immatricolati a partire da determinate date (v. inPratica 265.3) (19).

241.13 UTILIZZO DEI DISPOSITIVI DI FRENATURA

L'uso corretto dei **dispositivi di frenatura** è indispensabile per:

- **evitare di danneggiare o di usurare precocemente** parti o elementi essenziali dei dispositivi stessi;
- sfruttare a fondo le **potenzialità del veicolo**;
- non compromettere la **sicurezza di circolazione**.

A tal fine è importante conoscere quali sono i controlli da effettuare sistematicamente e le precauzioni da prendere in caso di avaria di uno dei dispositivi di frenatura nonché le modalità di utilizzo combinato di tali dispositivi per ottenere

un'adeguata stabilità del veicolo nelle diverse condizioni di marcia (in curva, a veicolo carico, in frenata, ecc.).

Nelle frenate di emergenza è essenziale **evitare il bloccaggio delle ruote** per arrestare il veicolo nello spazio minimo possibile (a questo provvede il conducente mediante una azione graduale sul pedale del freno o il dispositivo ABS, ove installato).

Il corretto utilizzo dei dispositivi di frenatura ha notevoli riflessi sia sull'**abbattimento dei costi del trasporto** sia sull'**impatto ambientale** in quanto consente di ridurre:

- l'inquinamento dell'aria e del suolo grazie a un migliore sfruttamento del materiale d'usura (materiale di attrito della frizione, dei freni),
- l'inquinamento acustico mediante l'adeguato sfruttamento del motore, della trasmissione, dell'impianto di frenatura e di rallentamento con conseguente limitazione dei rumori inutili,
- il consumo di carburante e l'usura degli organi meccanici (frizione, freni, pneumatici, ecc.).

Sui veicoli pesanti vengono utilizzati **dispositivi di frenatura pneumatici e pneumoidraulici**; questi ultimi hanno la peculiarità, a fronte di una maggior complessità di realizzazione dell'impianto, di migliorare le prestazioni di frenatura.

L'utilizzo del **freno motore** e del **rallentatore** (azionati dal conducente e/o automaticamente) **in accoppiamento con il freno di servizio** nonché l'**inserimento di una marcia bassa** consentono di sfruttare le potenzialità del veicolo senza compromettere la sicurezza di circolazione; tali dispositivi:

- rallentano e stabilizzano la velocità nelle lunghe discese;
- evitano di sollecitare l'impianto di frenatura di servizio;
- consentono di contenere l'usura dei materiali d'attrito e il surriscaldamento dei freni che, tra l'altro, provoca una diminuzione di efficienza frenante.

A tal fine è utile, ove possibile, ricorrere anche allo sfruttamento dell'**inerzia del veicolo** (a pedale dell'acceleratore sollevato e marcia inserita si può sfruttare l'effetto frenante del motore).

È estremamente importante verificare periodicamente anche la presenza di eventuali perdite di aria o di olio dell'impianto, la tenuta delle valvole, l'usura dei freni, ecc.

241.13.1 Peculiarità del circuito di frenatura oleopneumatico

L'**impianto di frenatura pneumoidraulico** (come quello pneumatico) viene installato sui veicoli industriali e sui loro rimorchi (autobus, autocarri, autotreni, autoarticolati, autosnodati).

In questi impianti la forza necessaria ad azionare gli elementi frenanti è costituita da aria compressa da appositi compressori e accumulata in serbatoi. Al momento della frenata la pressione dell'aria, regolata da due distributori (uno per le ruote dell'asse anteriore, uno per quelle dell'asse posteriore), agisce sulla membrana delle pompe idropneumatiche determinando la pressione dell'olio, l'azione sugli elementi frenanti (a disco o a tamburo) e quindi la frenata.

Le pompe idropneumatiche o convertitori pneumoidraulici presentano la peculiarità di convertire la pressione pneumatica (aria compressa) in pressione idraulica (olio), maggiorandola in ragione inversa al rapporto delle superfici dei due stantuffi: in questo modo aumenta il valore della forza di frenatura (16).

Gli **impianti di frenatura pneumatici e pneumoidraulici** degli autoveicoli sono equipaggiati di un distributore per ogni asse che fa assumere a questo freno anche la funzione di soccorso (21).

Nel caso di autotreni, autoarticolati e autosnodati l'azione dell'aria compressa, al momento della frenata, agisce contemporaneamente sui freni della motrice e su quelli del rimorchio.

241.13.2 Uso dei freni, del rallentatore e del freno motore

In caso di frenate protratte per lungo tempo, i ferodi degli elementi frenanti possono riscaldarsi con conseguente riduzione dell'azione frenante. Ciò può accadere in particolare nelle lunghe discese. Il rischio aumenta nel caso in cui il compressore non sia perfettamente efficiente.

Per **sfruttare a fondo le potenzialità di trasporto del veicolo** e, contemporaneamente, **non compromettere la sicurezza di circolazione** vengono installati e utilizzati soprattutto sui veicoli pesanti:

- il **freno motore**: è un dispositivo che, sfruttando l'effetto frenante del motore, evita l'utilizzo dei freni e impedisce il verificarsi degli inconvenienti sopra evidenziati. Il freno motore sui veicoli moderni viene inserito automaticamente quando si aziona il pedale del freno. Detto dispositivo determina contemporaneamente:
 - l'interruzione della mandata del gasolio,
 - la chiusura della valvola di scarico dei gas.

Conseguentemente i pistoni incontrano una fortissima resistenza nella fase di scarico. Ciò determina un'azione frenante sulle ruote del veicolo. Un uso prolungato del dispositivo può determinare un eccessivo e pericoloso riscaldamento del motore. Occorre perciò evitare un uso prolungato del freno motore, disinserendolo frequentemente. L'uso del freno motore oltre che avere una funzione di sicurezza, consente di realizzare anche risparmio di combustibile in quanto, come si è detto, durante il suo funzionamento, è interrotta la mandata del gasolio.

L'attivazione del freno motore può essere segnalata dall'accensione di una spia sul cruscotto;

- il **rallentatore**: è un dispositivo che, rallentando il movimento di rotazione dell'albero di trasmissione, provoca un'azione frenante ausiliaria senza interessare l'impianto di frenatura. Il dispositivo viene installato sui veicoli pesanti. Particolari categorie di veicoli quali le cisterne, i veicoli adibiti al trasporto di esplosivi ecc. con massa superiore a 16 t o, se atti al traino, con massa superiore a 10 t, debbono disporre di dispositivo rallentatore.

Pertanto, si può affermare che:

- l'**uso del freno di servizio** è riservato prevalentemente:

- all'arresto del veicolo,
- all'emergenza.

Occorre comunque evitare che i ferodi si riscaldino o che la pressione nei serbatoi si abbassi;

- il **rallentatore** è usato:

- sempre durante la marcia per adeguare la velocità alle condizioni del traffico;
- nelle lunghe discese, alternandolo con il freno motore, in quanto stabilizza la velocità del veicolo evitando il surriscaldamento dei ferodi;
- perché è un elemento di sicurezza del traffico;

- il **freno motore** è usato:

- in accoppiamento con il freno di servizio perché ne aumenta l'efficacia;
- in alternativa con il rallentatore nelle lunghe discese in quanto consente un notevole risparmio di energia.

Rallentatore e freno motore sono comunque poco efficaci a bassa velocità.

241.13.3 Utilizzo dei dispositivi di rallentamento e frenatura

Il **rallentamento in ogni condizione di marcia del veicolo** deve essere effettuato premendo gradualmente il pedale e modulando l'azione frenante; se il pedale viene premuto:

- con **troppa forza** il veicolo tende a bloccarsi;
- con **poca forza** non si ottiene la dovuta azione frenante.

L'**arresto della marcia in condizioni normali** deve essere effettuato avendo cura di:

- scalare le marce (dalla marcia più alta fino alla seconda);
- premere il pedale della frizione poco prima dell'arresto rilasciando completamente il pedale dell'acceleratore;
- agire sul pedale del freno gradualmente;
- diminuire la pressione del piede sul pedale del freno poco prima dell'arresto (si evitano un arresto brusco e scuotimenti del veicolo).

L'**arresto d'emergenza della marcia del veicolo** (ad esempio, a seguito della comparsa di un ostacolo improvviso) deve essere effettuato avendo cura di:

- premere la frizione a fondo e agire energicamente sul pedale del freno controllando la direzione del veicolo tramite il volante (per **veicoli muniti di ABS**);
- premere la frizione a fondo e agire energicamente sul pedale del freno avendo cura di non raggiungere il bloccaggio delle ruote e controllando, ove possibile, la direzione del veicolo tramite il volante (per **veicoli non muniti di ABS**).

Per **rallentare la marcia del veicolo nelle lunghe discese** occorre:

- sfruttare l'effetto frenante delle marce basse; si deve inserire la marcia che tende a stabilizzare la velocità in modo che sia adeguata al tragitto che si percorre;
- sfruttare altri dispositivi eventualmente installati sul veicolo (come, ad esempio, il rallentatore o il freno motore);
- non percorrere la discesa con il cambio in folle.

Nel **traffico urbano o nel caso di incolonnamenti**, quando il veicolo varia continuamente la velocità, è preferibile cambiare più frequentemente marcia piuttosto che utilizzare continuamente il pedale del freno, sollecitando così gli elementi frenanti.

241.13.4 Ricorso all'inerzia del veicolo

L'inerzia è la forza che si oppone alla variazione del moto del veicolo.

Si deve ricorrere alla **inerzia del motore e della trasmissione del veicolo** alzando il piede dal pedale dell'acceleratore:

Si deve ricorrere alla **inerzia del motore e della trasmissione del veicolo** alzando il piede dal pedale dell'acceleratore:

- quando ci si **prepara ad arrestare il veicolo**;
- **nelle discese** purché ciò non determini un aumento o una eccessiva riduzione della velocità;
- per **risparmio carburante e usura freni**.

In questo modo si sfrutta l'azione di rallentamento:

- delle **forze resistenti** che tendono a opporsi al movimento del veicolo (attrito, rotolamento, aria, eventuale salita, ecc.);
- della **resistenza che oppone il motore** che, in assenza di gasolio (mandata minima), funziona come un "compressore".

Qualsiasi veicolo, se non è soggetto a forze, rimane fermo oppure tende a permanere in movimento (principio di inerzia) fino a quando le forze che si oppongono al movimento (attriti, rotolamento, aria, pendenza della strada, ecc.) agiscono su di esso e lo fermano. Pertanto, **l'inerzia del veicolo in movimento**:

- è maggiore se il veicolo è a pieno carico;
- comporta uno spazio più lungo per l'arresto del veicolo;
- può essere sfruttata per raggiungere il punto di arresto in quanto si sfrutta la tendenza del veicolo a mantenere il movimento senza utilizzare la forza viva del motore.

Lo sfruttamento dell'inerzia consente pertanto di risparmiare carburante e contenere l'usura dei freni.

241.13.5 Prevenzione delle anomalie e condotta in caso di avaria

Agli elementi frenanti dei veicoli industriali occorre verificare quanto segue:

- **efficienza dei compressori** per garantirsi, in qualsiasi istante, che i serbatoi sono carichi (prima della partenza caricarli agendo con moderazione sul pedale dell'acceleratore e partire solo dopo); lo stato di carica dei serbatoi si verifica tramite due manometri (uno dell'asse anteriore e uno dell'asse o degli assi posteriori) posti sul cruscotto; se la **ricarica è molto lenta** (scarsa pressione dell'aria nei serbatoi dell'impianto frenante) occorre far riparare in officina i compressori o il sistema di trasmissione del movimento dall'albero motore al compressore; un **eccesso di pressione dell'aria** nei serbatoi dell'impianto frenante si rileva tramite il manometro e potrebbe essere dovuto a un cattivo funzionamento del gruppo di regolazione e controllo e/o di una valvola;
- nel caso dopo poche frenate i **serbatoi non sono ben carichi**, controllare le valvole di scarico dei serbatoi, del depuratore e del regolatore di pressione;
- controllare la **tenuta delle tubazioni e delle valvole di scarico** del distributore se le ruote di un assale non frenano; quando le tubazioni perdono aria, si sente un sibilo proveniente dalla parte inferiore del veicolo o dai passaruota dove sono collocati i tubi flessibili che sono maggiormente soggetti a usura e rottura; eventuali riparazioni devono essere effettuata in officina;
- controllare l'**usura dei ferodi**; l'operazione deve essere effettuata in officina;
- controllare la **tenuta delle tubazioni e dei cilindri freni a molla** (nel caso di freni ad aria compressa); se vi sono delle perdite consistenti di aria il veicolo rimane frenato;
- il rimorchio deve frenare in anticipo rispetto alla motrice: se ciò non avviene il distributore a triplo comando potrebbe essere danneggiato, con grave pregiudizio per la sicurezza; eventuali riparazioni devono essere effettuate in officina;
- controllare, prima di partire, staccando i tubi del giunto dalla motrice, che il **rimorchio rimanga bloccato**; se ciò non avviene il servoautodistributore del rimorchio potrebbe essere danneggiato; eventuali riparazioni devono essere effettuata in officina.

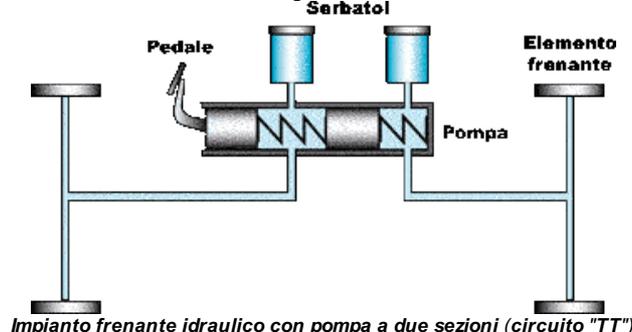
In caso di avaria di uno dei due circuiti dell'aria compressa dell'impianto frenante:

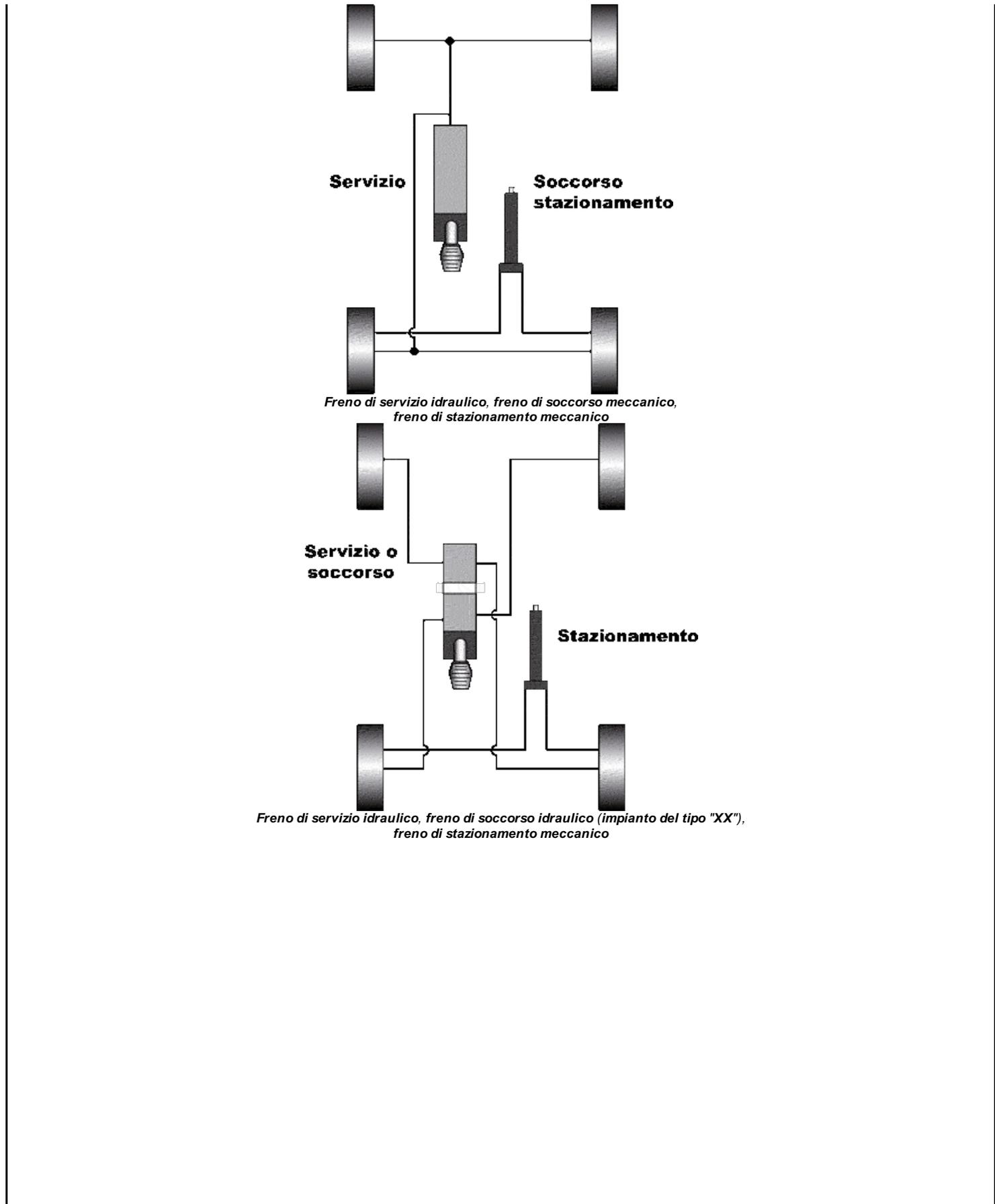
- si può verificare una caduta di pressione dell'aria di un serbatoio (causata, ad esempio, dalla rottura della tubazione tra il serbatoio e il distributore duplex);
- interviene il freno di soccorso e continua a funzionare l'altro circuito grazie al distributore duplex azionato direttamente dal pedale del freno;
- il conducente deve arrestarsi quanto prima in condizioni di sicurezza.

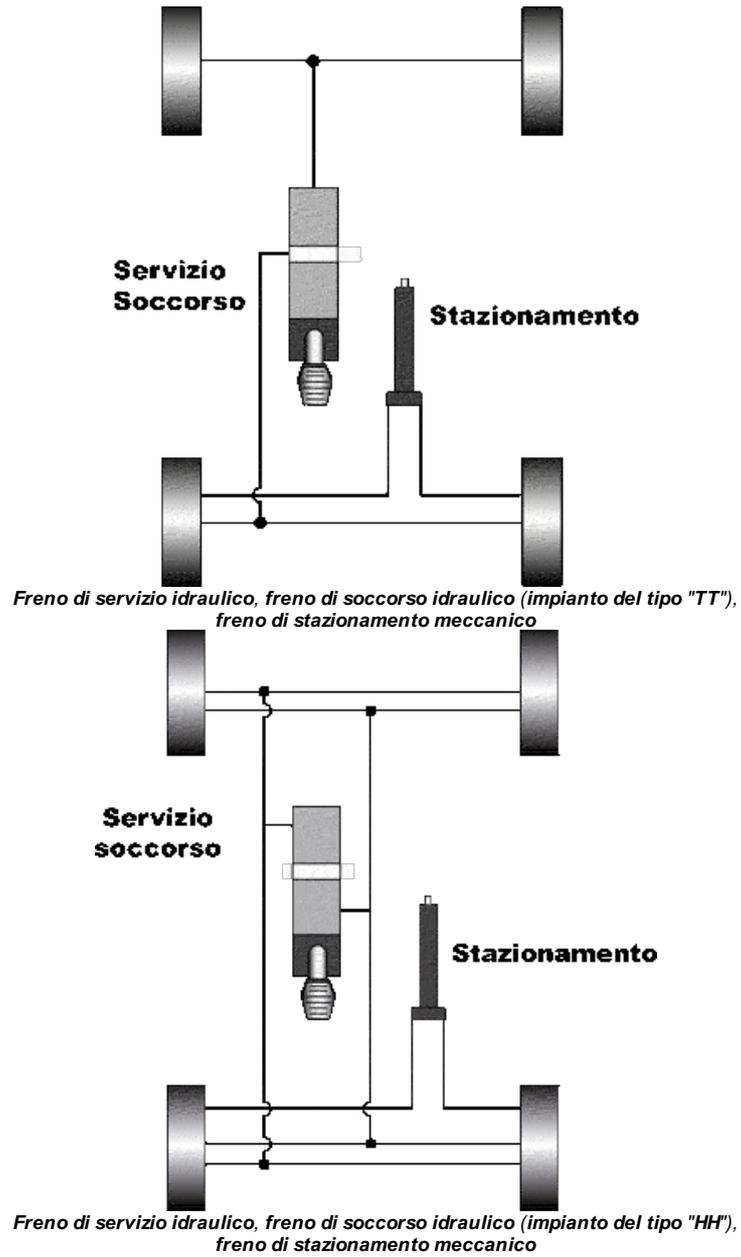
In **caso di avaria del veicolo** occorre mettere in atto quanto necessario per garantire la sicurezza della circolazione facendo ricorso al soccorso stradale ove necessario.

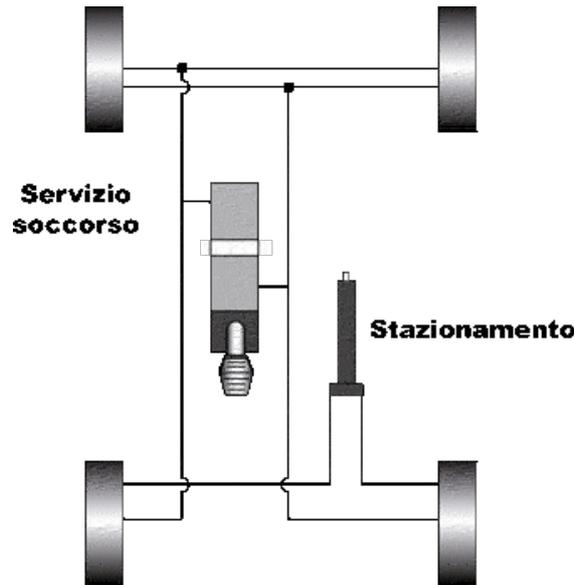
241.14 COMPENDIO OPERATIVO

241.14.1 Principali schemi degli impianti frenanti dei veicoli della categoria M1









Freno di servizio idraulico, freno di soccorso idraulico (impianto del tipo "LL"),
freno di stazionamento meccanico

241.15 OLIO DEI FRENI

L'olio dei freni costituisce componente essenziale sia del sistema di frenatura **idraulico** (v. inPratica 241.3) sia del sistema di frenatura **pneumoidraulico** (v. inPratica 241.11).

Per il funzionamento di particolari dispositivi di sicurezza, come l'ABS (v. inPratica 241.12.2) e l'ESP (programma elettronico di stabilità), sono richiesti fluidi frenanti specifici a elevate prestazioni.

Gli impianti frenanti, soprattutto se sollecitati, raggiungono elevate temperature di esercizio che rendono l'olio dei freni più comprimibile e pertanto è indispensabile che l'olio abbia un punto di ebollizione il più alto possibile.

L'olio dei freni deve essere sostituito periodicamente secondo le indicazioni del costruttore del veicolo.

241.15.1 Principali caratteristiche dell'olio dei freni

L'olio dei freni deve:

- essere non comprimibile;
- essere resistente alle alte temperature;
- avere elevato punto d'ebollizione;
- avere basso punto di congelamento;
- avere ottime proprietà antiruggine, anticorrosive;
- non alterare le guarnizioni in gomma del circuito idraulico.

Le caratteristiche più importanti dell'olio dei freni sono:

- il punto di ebollizione (*dry boiling point*): è il punto di ebollizione minimo che, di norma, varia tra 240 gradi centigradi e 280 gradi centigradi circa e rappresenta la temperatura di ebollizione dell'olio non inquinato da umidità;
- il punto di ebollizione in umido (*wet boiling point*): è il punto di ebollizione in presenza di umidità (olio inquinato) che è più basso del punto di ebollizione (*dry boiling point*) e può variare, di norma, tra 150 gradi centigradi e 250 gradi centigradi circa.

L'olio inquinato ha prestazioni peggiori dovute a un punto di ebollizione più basso in corrispondenza del quale diventa più comprimibile (possono essere presenti bolle di vapore che, sotto pressione, si comprimono).

241.15.2 Classificazione dell'olio dei freni

La classificazione DOT (*Department of Transportation*) è la più utilizzata e ad essa fanno sempre riferimento gli addetti del settore.

Maggiore è il numero DOT attribuito all'olio dei freni, migliori sono le caratteristiche dell'olio e le sue prestazioni (ad esempio: DOT 3, DOT 4, DOT 5).

La classificazione tiene conto essenzialmente di:

- composizione dell'olio,
- viscosità,
- punto di ebollizione e punto di ebollizione in umido.

241.15.3Olio nei sistemi frenanti con ABS, ESP e ASR

L'installazione di **sofisticati sistemi elettronici** sul veicolo, come l'**ABS** (dispositivo anti bloccaggio delle ruote in frenata), l'**ESP** (programma elettronico di stabilità), l'**ASR** (dispositivo antislittamento delle ruote) e altri, richiede l'utilizzo di un olio dei freni specifico che interagisca in modo adeguato con il sistema. L'olio deve:

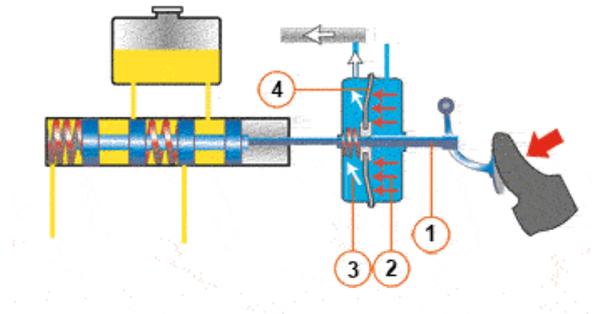
- garantire elevate prestazioni;
- avere bassa viscosità;
- assicurare tempi di intervento molto brevi.

(1) Funzionamento del servocomando a depressione

Uno **stantuffo operatore** scorre in un corpo cilindrico e spinge mediante un'asta il pistone della pompa idraulica sfruttando la differenza di pressione che si crea sulle due superfici dello stantuffo; lo stantuffo, infatti, separa due camere:

- una a pressione atmosferica,
- l'altra a pressione inferiore (camera a depressione) collegata tramite apposito raccordo ai condotti di aspirazione dei cilindri.

Quando durante l'azione frenante si genera la depressione, lo stantuffo esercita una spinta sull'asta collegata alla pompa coadiuvando l'azione del conducente sul pedale del freno.



Servocomando a depressione

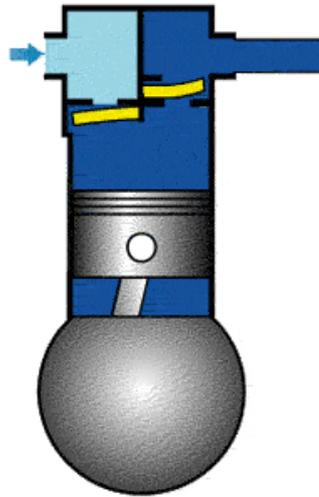
- 1 Asta di spinta,
- 2 camera a pressione atmosferica,
- 3 camera di depressione,
- 4 stantuffo.

(2) Compressore

Lo stantuffo del compressore si muove di moto alternato dall'alto verso il basso (fase di aspirazione dell'aria) e dal basso verso l'alto (fase di compressione dell'aria).

Durante la **fase di aspirazione** è aperta la valvola di aspirazione ed è chiusa la valvola di compressione. Durante la **fase di compressione** è aperta la valvola di compressione ed è chiusa la valvola di aspirazione.

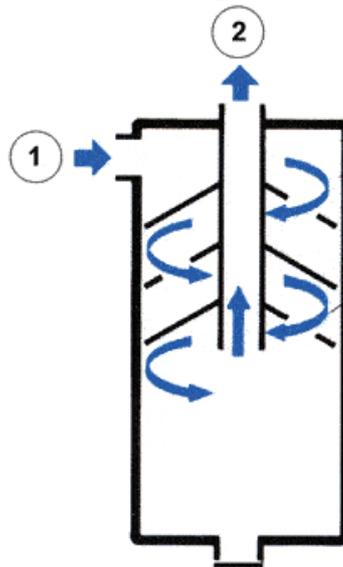
L'aria compressa fluisce nel sistema di produzione fino ai serbatoi di accumulo.



Compressore

(3) **Depuratore**

L'aria proveniente dal compressore viene depurata in una camera a diaframmi. Sulle pareti del separatore si depositano condensa di olio e di acqua nonché particelle in sospensione. L'aria depurata fluisce dal condotto centrale verso il regolatore di pressione.

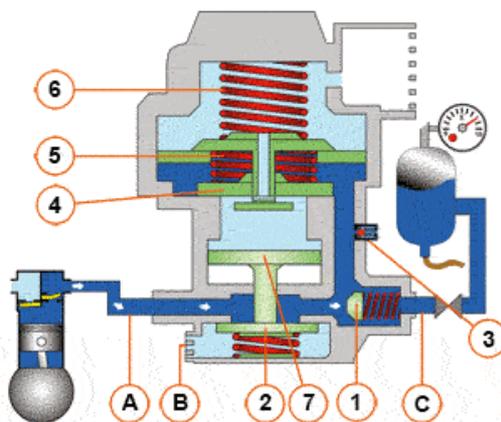


Depuratore

- 1 Aria del compressore,
- 2 aria al regolatore di pressione.

(4) **Regolatore di pressione**

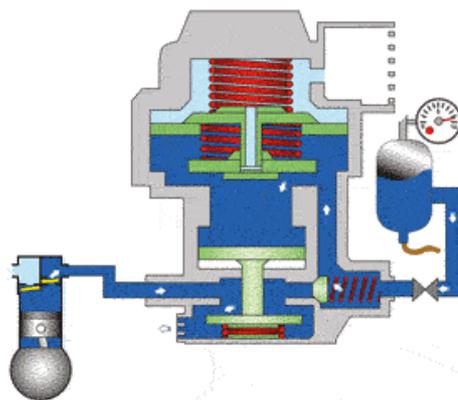
Marcia a carico (compressore inserito). L'aria compressa proveniente dal compressore e dal depuratore fluisce nel regolatore tramite il raccordo e prosegue uscendo tramite la valvola di ritenuta (aperta) fino ai serbatoi.



Regolatore di pressione (inserito): aria dal compressore (A) ai serbatoi (C), scarico aria all'esterno (B)

- 1 Valvola di ritenuta,
- 2 valvola di scarico per marcia a vuoto,
- 3 valvola di sicurezza,
- 4 valvola di immissione,
- 5 elemento mobile a membrana,
- 6 molle di regolazione,
- 7 stantuffo disgiuntore.

Marcia a vuoto (compressore disinserito). Quando la pressione dell'aria dei serbatoi raggiunge il valore di taratura solleva l'elemento mobile a membrana contrastando l'azione delle molle di regolazione. Lo spostamento verso l'alto dell'elemento a membrana causa l'apertura della valvola di immissione che consente all'aria di riempire la camera dello stantuffo disgiuntore. Lo stantuffo disgiuntore apre la valvola di scarico dalla quale fuoriesce l'aria proveniente dal compressore. L'aria proveniente dal compressore fluisce nel regolatore e viene scaricata all'esterno tramite lo stantuffo disgiuntore (aperto) e il foro di scarico. La valvola di ritenuta è chiusa sotto la spinta della pressione dell'aria contenuta nei serbatoi.



Regolatore di pressione (disinserito)

Ripristino del collegamento del compressore con l'impianto. Quando diminuisce la pressione dell'aria dei serbatoi le molle di regolazione spingono l'elemento mobile a membrana verso il basso causando:

- la chiusura della valvola di immissione e
- la chiusura della valvola di scarico tramite la quale l'aria della camera dello stantuffo disgiuntore si scarica nell'atmosfera.

Lo stantuffo disgiuntore si muove verso l'alto chiudendo la valvola di scarico per marcia a vuoto e l'aria fluisce di nuovo tramite la valvola di ritenuta (aperta) fino ai serbatoi.

La valvola di sicurezza entra in funzione nel caso in cui il regolatore non sia più efficiente e venga superata di 1,5 bar circa la pressione di taratura.

(5) Funzionamento del distributore duplex

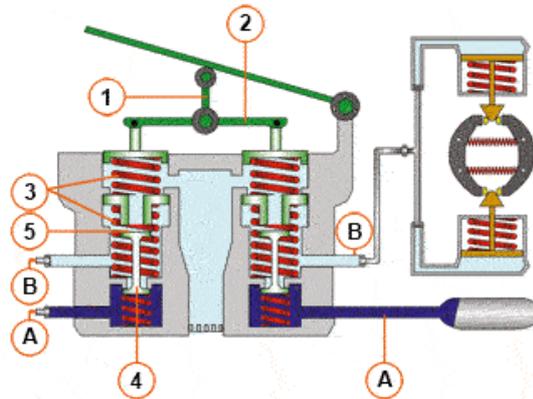
Frenatura. Il pedale del freno comanda il puntale che tramite un bilanciante spinge i due pistoni del distributore verso il basso. I pistoni chiudono le valvole di scarico, aprono le valvole di preimmissione in modo preponderante (consentono la graduazione della frenata) e successivamente quelle di immissione. L'aria compressa fluisce dai raccordi dei serbatoi ai raccordi degli elementi frenanti.

Quando la **pressione dell'aria vince la forza delle molle di regolazione**, i pistoni si spostano verso l'alto chiudendo le valvole di immissione, mantenendo chiusa la valvola di scarico.

Se aumenta lo sforzo sul pedale le valvole di immissione si aprono di nuovo causando l'aumento della pressione dell'aria ai raccordi degli elementi frenanti.

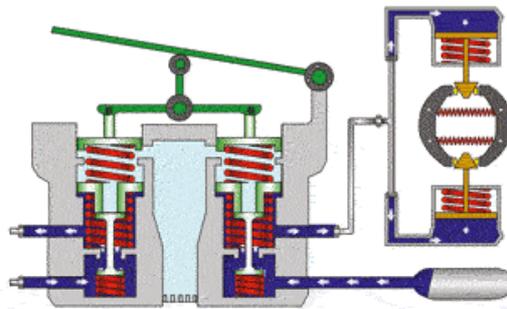
Nella **frenata a fondo** le valvole di preimmissione e di immissione sono aperte e viene rapidamente erogata aria compressa alla massima pressione prevista.

Diminuendo lo sforzo sul pedale si aprono le valvole di scarico che consentono la fuoriuscita dell'aria attraverso il foro di scarico.

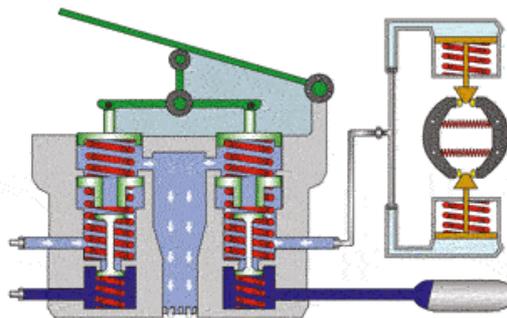


Distributore (marcia normale): aria compressa dai serbatoi (A) e raccordo degli elementi frenanti (B)

- 1 Puntale,
- 2 bilancere,
- 3 molle di regolazione,
- 4 valvola di immissione,
- 5 valvola di scarico.



Distributore (frenatura a fondo)



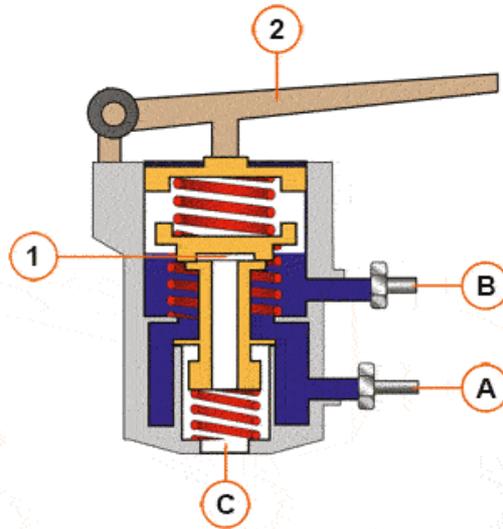
Distributore (sfrenatura)

(6) Funzionamento del distributore a mano

Il dispositivo funziona scaricando l'aria compressa.

Posizione di marcia (veicolo sfrenato). L'aria compressa alimenta il dispositivo tramite la condotta di alimentazione. L'aria fluisce:

- agli elementi frenanti a molla,
- al servodistributore a triplo comando (che controlla la frenatura del rimorchio).



Distributore a mano (sfrenatura): aria della condotta di alimentazione (A), verso il servodistributore a triplo comando e gli elementi frenanti a molla (B) e lo scarico (C)

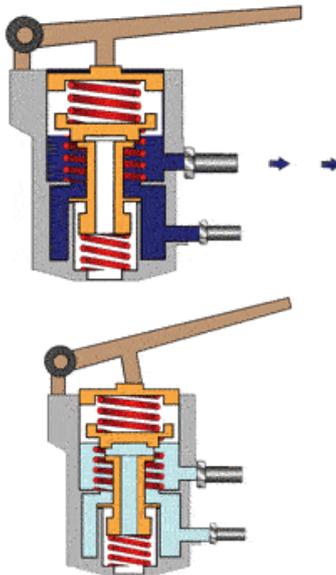
- 1 Valvola di immissione,
- 2 leva di comando.

Posizione di frenatura di stazionamento.

La valvola di immissione si chiude e si apre il foro di scarico attraverso il quale fluisce l'aria proveniente:

- dal servodistributore a triplo comando,
- dagli elementi frenanti a molla.

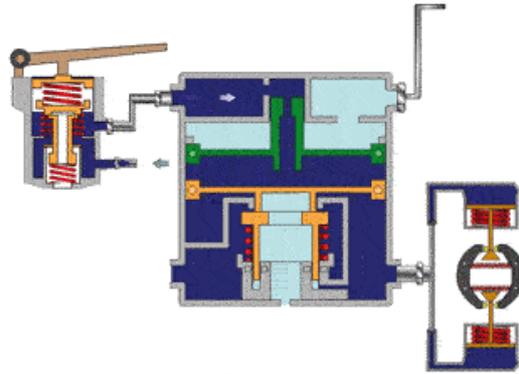
In questa posizione vengono attivati gradualmente i freni a molla della motrice e quelli pneumatici del rimorchio.



Distributore a mano: posizione di sfrenatura e di frenatura

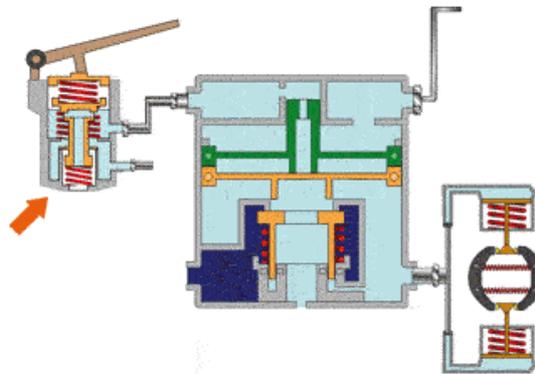
(7) Funzionamento del servodistributore a doppio comando

In **posizione di marcia** il dispositivo non è alimentato dal distributore Duplex (freno di servizio) e gli elementi frenanti a molla ricevono aria compressa (freno di stazionamento non attivo).



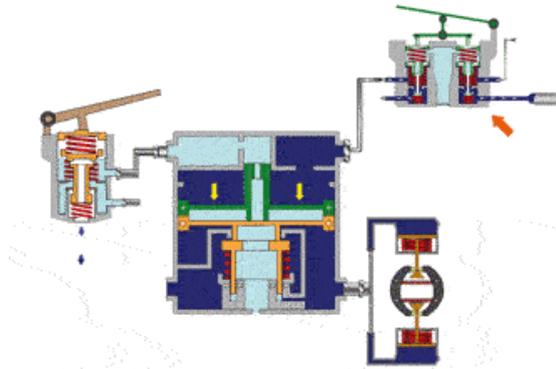
Distributore a doppio comando: freno di stazionamento disinserito

Quando si aziona il manettino (freno di stazionamento) si scarica l'aria compressa e gli elementi frenanti a molla risultano attivati (estensione delle molle).



Distributore a doppio comando: freno di stazionamento inserito

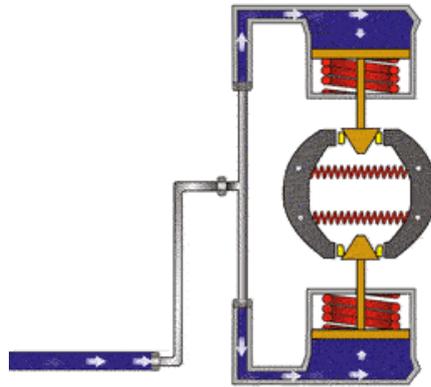
Quando si attiva la doppia frenatura (azionamento contemporaneo del freno di servizio e del freno di stazionamento) il dispositivo è alimentato dal distributore a mano e dal distributore Duplex: l'aria compressa proveniente dal Duplex causa la disattivazione degli elementi frenanti a molla.



Distributore a doppio comando: doppia frenatura (servizio e stazionamento)

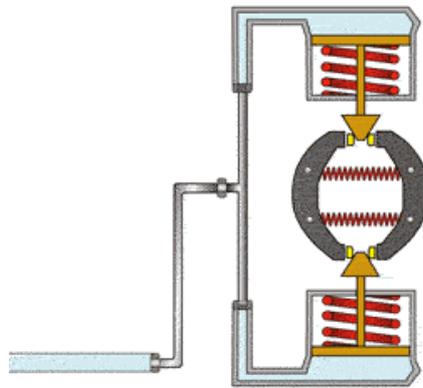
(8) Funzionamento dell'elemento frenante a membrana

Posizione di frenatura. L'aria compressa fluisce dal distributore duplex spingendo il piattello ed il puntale che aziona le ganasce dei freni.



Elementi frenanti a membrana: posizione di frenatura

Posizione di sfrenatura. L'aria fuoriesce dal distributore duplex. La molla di richiamo spinge il piattello ed il puntale riportando le ganasce dei freni in posizione di riposo.



Elementi frenanti a membrana: posizione di sfrenatura

(10) Funzionamento del bielemento frenante a molla

Il dispositivo è costituito da un elemento frenante a membrana e da un elemento frenante a molla.

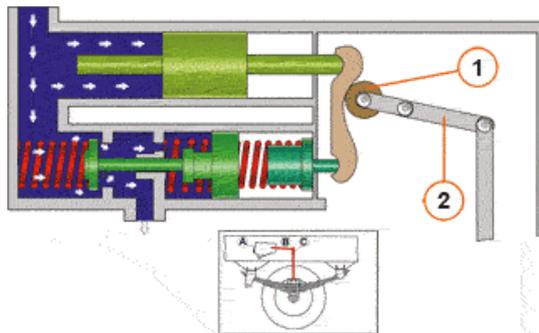
L'elemento frenante a membrana è comandato dal distributore duplex (frenatura di servizio) mentre l'elemento frenante a molla è comandato dal distributore a mano (frenatura di stazionamento).

(11) Funzionamento del modulatore di pressione-carico

Il dispositivo è progettato in modo da variare il rapporto tra la pressione di risposta e quella di comando in base alla posizione che assume il rullo azionato dal braccio a leva collegato alle sospensioni rispetto al bilanciante collegato al dispositivo di regolazione a molla.

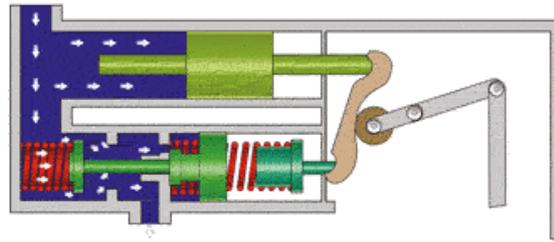
Posizione di frenatura a veicolo vuoto. Il rullo spinge il bilanciante verso sinistra riducendo la pressione di risposta di circa cinque volte rispetto a quella di comando. L'aria proveniente dal distributore duplex viene inviata verso gli elementi frenanti a pressione ridotta.

Posizione di frenatura a veicolo con carico massimo. Il rullo spinge il bilanciante verso destra in modo che la pressione di risposta sia uguale a quella di comando. L'aria proveniente dal distributore duplex viene inviata verso gli elementi frenanti.



Modulatore pressione carico (a vuoto): aria dal duplex (A) ed elementi frenanti (B)

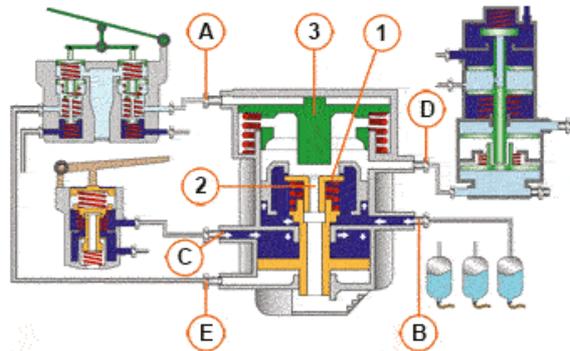
- 1 Rullo,
- 2 braccio a leva.



Modulatore pressione carico (carico massimo)

(12) Funzionamento del servodistributore a triplo comando

Posizione di marcia. L'aria compressa fluisce dal distributore a mano e dal serbatoio. Le valvole di preimmissione e di immissione sono chiuse, la valvola di scarico è aperta.



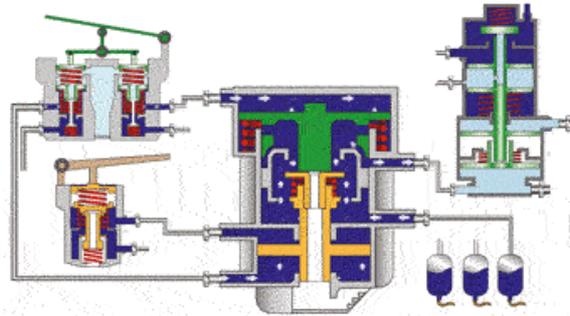
Servodistributore a triplo comando (posizione di marcia): aria dalla prima sezione del duplex (A), dal serbatoio (B), dal distributore a mano (C), alla condotta di comando del rimorchio (D), dalla seconda sezione del duplex (E)

- 1 Valvola di immissione,
- 2 valvola di scarico,
- 3 pistone di comando.

Posizione di frenatura (freno di servizio). L'aria compressa proviene:

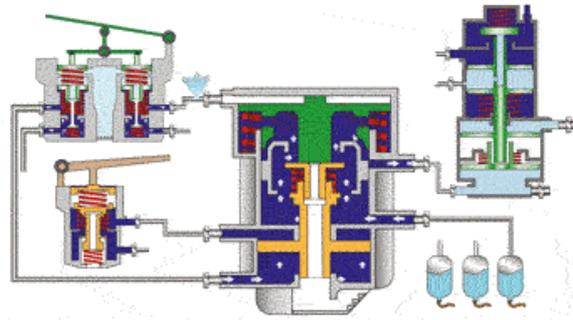
- **dalla prima sezione del distributore duplex.** Il pistone di comando si sposta verso il basso causando la chiusura della valvola di scarico, l'apertura della valvola di preimmissione e di immissione. L'aria compressa viene immessa nella camera mediana collegata alla condotta di comando del rimorchio;
- **dalla seconda sezione del distributore duplex.** Il pistone inferiore, quello medio ed il gruppo valvole si muovono verso l'alto. La valvola di scarico si chiude e si aprono le valvole di preimmissione e di immissione consentendo l'immissione di aria compressa nella camera mediana collegata alla condotta di comando del rimorchio.

Se l'**impianto è efficiente** (assenza di avarie) l'aria compressa fluisce dalla prima sezione del distributore duplex e dalla seconda sezione del distributore duplex mantenendo la predominanza di circa un bar del primo circuito rispetto al secondo. Il dispositivo è collegato al servodeviatore modulato.



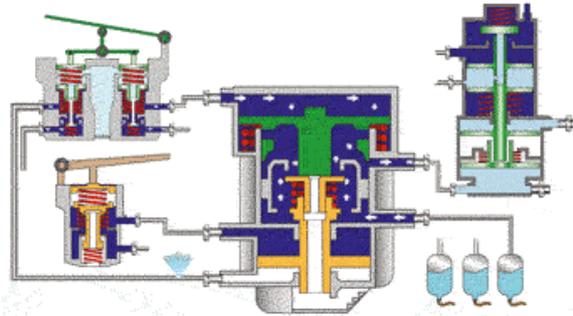
Servodistributore a triplo comando (posizione di frenatura): impianto efficiente

Se l'**impianto non è efficiente** (ad esempio, è in avaria il tubo della prima sezione del duplex) il gruppo valvole si sposta verso l'alto grazie alla pressione dell'aria della seconda sezione del duplex. Il dispositivo è ancora collegato al servodeviatore modulato.



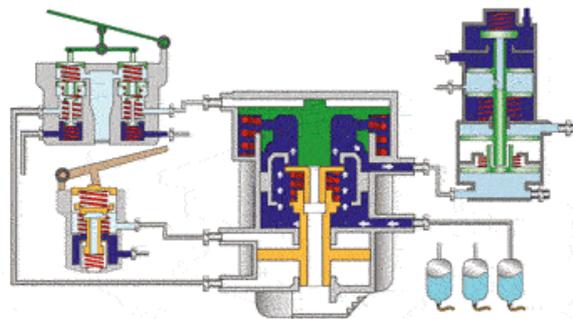
Servodistributore a triplo comando (posizione di frenatura): impianto non efficiente per avaria del tubo della prima sezione del duplex

Se l'impianto non è efficiente (ad esempio, è in avaria il tubo della seconda sezione del duplex) il gruppo valvole, grazie alla pressione dell'aria della prima sezione del duplex, è ancora collegato al servodeviatore modulato.



Servodistributore a triplo comando (posizione di frenatura): impianto non efficiente per avaria del tubo della seconda sezione del duplex

Posizione di frenatura (freno di stazionamento). Quando viene azionato il distributore a mano si scarica la camera e il pistone medio ed il pistone inferiore si muovono verso l'alto per effetto della pressione dell'aria proveniente dai serbatoi e trascinano il gruppo valvole. La valvola di scarico si chiude e le valvole di immissione si aprono facendo fluire l'aria compressa nella condotta di comando del rimorchio.



Servodistributore a triplo comando (posizione di frenatura di stazionamento)

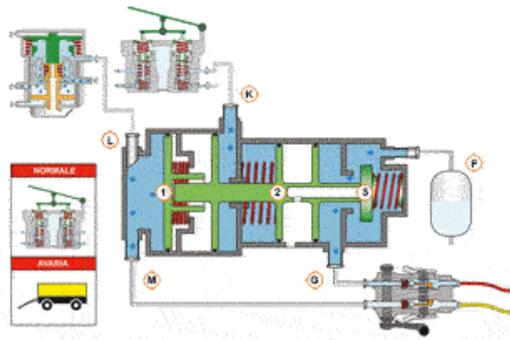
(13) Funzionamento del servodeviatore modulato

Frenatura di servizio. Quando si aziona il pedale del freno l'aria compressa arriva dal raccordo:

- collegato alla condotta di comando del circuito posteriore della motrice,
- collegato al servodistributore a triplo comando. L'aria compressa fluisce alla condotta di comando del rimorchio.

Il dispositivo rimane inerte in quanto la pressione di comando rimane uguale a quella dei pistoni.

L'aria fluisce costantemente dal serbatoio fino alla condotta di alimentazione del rimorchio (automatica).

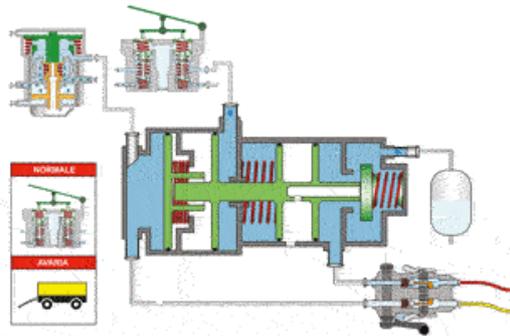


Servodeviatore modulato (frenatura in esercizio normale)

Aria dalla condotta di comando circuito posteriore motrice (K), dal servodistributore a triplo comando (L), dal serbatoio (F), alla condotta di comando del rimorchio (M), alla condotta di alimentazione del rimorchio (G)

1, 2 e 3 Pistone.

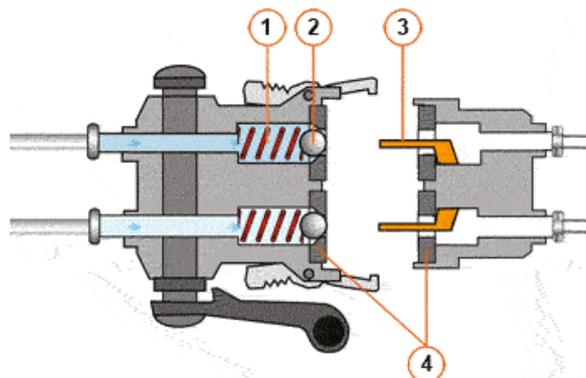
Frenatura di soccorso in caso di rottura della condotta tra motrice e rimorchio (rottura della condotta automatica). In questo caso la pressione dell'aria causa lo spostamento dei pistoni verso sinistra. La caduta di pressione nella condotta di alimentazione automatica nel rimorchio consente l'arresto del veicolo a causa dell'intervento del dispositivo servoautodistributore installato sul rimorchio. Nel caso in cui sia danneggiata la condotta di comando, lo scarico è parzializzato e la pressione nella condotta di alimentazione del rimorchio si riduce proporzionalmente causando l'intervento del servoautodistributore in modo limitato.



Servodeviatore modulato (frenatura in caso di rottura condotta motrice - rimorchio)

(14) Semigiunti di accoppiamento

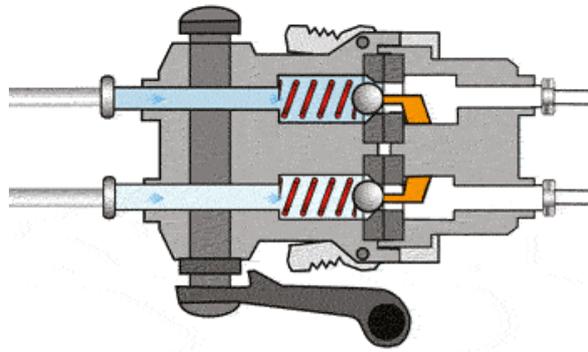
La condotta di alimentazione è contraddistinta con dispositivo di colore rosso mentre la condotta di comando è contraddistinta con dispositivo di colore giallo.



Semigiunto di accoppiamento sganciato

- 1 Molla,
- 2 valvola di ritenuta,
- 3 puntale,

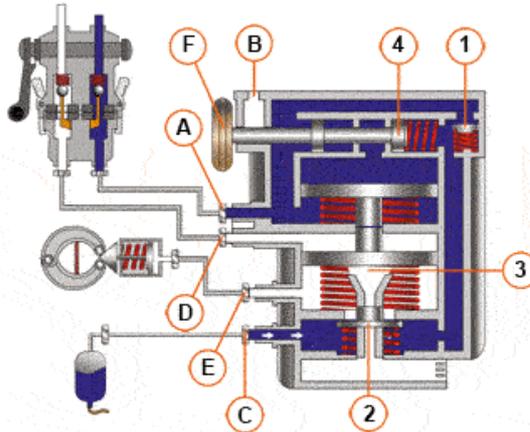
4 guarnizione.



Semigiunto di accoppiamento agganciato

(15) Funzionamento del servoautodistributore

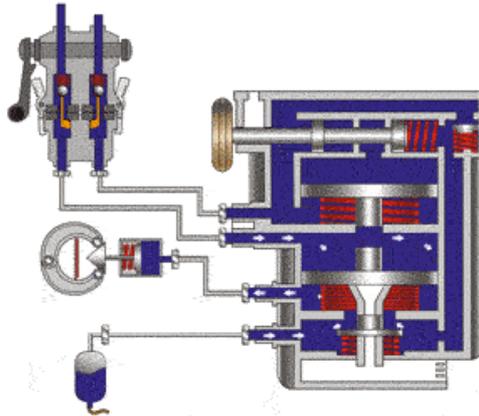
Posizione di marcia (carica del serbatoio). L'aria compressa proveniente dalla condotta automatica del giunto di accoppiamento fluisce nel serbatoio del rimorchio. La valvola di ritenuta è aperta, la valvola di immissione è chiusa. L'aria fluisce al serbatoio del rimorchio.



Servoautodistributore (posizione di marcia): condotta automatica giunto di accoppiamento (A), al serbatoio del rimorchio (C), dalla motrice moderabile (D), agli elementi frenanti del rimorchio (E), manopola di sfrenatura (F), foro dio scarico (B).

- 1 Valvola di ritenuta,
- 2 valvola di scarico,
- 3 valvola.

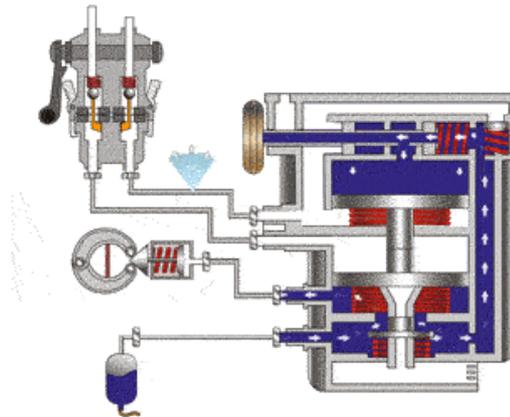
Frenatura di servizio. Durante l'azione frenante l'aria compressa fluisce dalla condotta di comando moderabile del giunto di accoppiamento spostando lo stantuffo servodistributore verso il basso. Lo stantuffo chiude la valvola di scarico ed apre la valvola di immissione. L'aria compressa proveniente dal serbatoio fluisce agli elementi frenanti del rimorchio.



Servodistributore (frenatura di servizio)

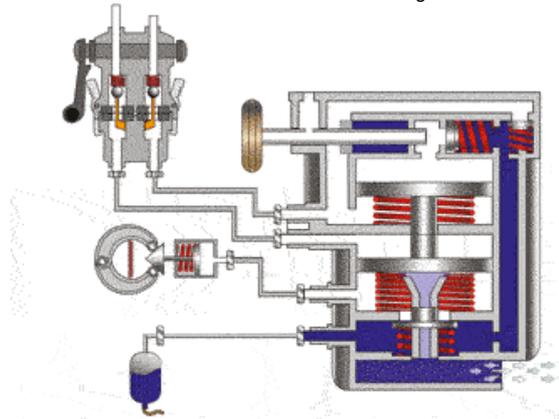
Frenatura automatica. Quando la tubazione di alimentazione tra motrice e rimorchio viene interrotta (sganciamento accidentale del rimorchio o rottura di una

tubazione) si scarica l'aria tramite la condotta e la valvola di ritenuta si chiude. Il pistone autodistributore viene spinto verso il basso: si chiude la valvola di scarico e si apre la valvola di immissione consentendo all'aria compressa proveniente dal serbatoio del rimorchio di fluire agli elementi frenanti del rimorchio (frenatura automatica non moderabile del rimorchio).



Servodistributore (frenatura automatica)

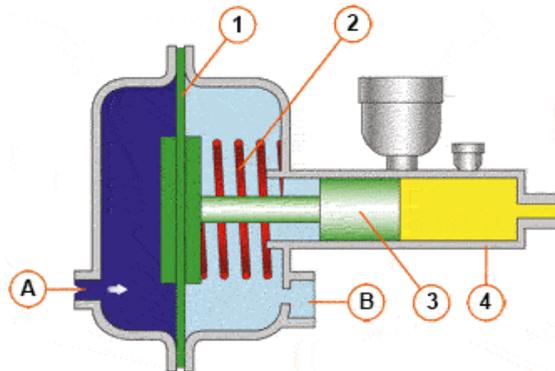
Sfrenatura del rimorchio isolato. Il rimorchio sganciato dalla motrice si frena automaticamente. Per sfrenarlo è necessario agire sulla manopola di sfrenatura (tirandola) in modo che, chiudendosi la valvola, l'aria si scarichi tramite il foro. Lo stantuffo servodistributore ed il gruppo valvole si spostano verso l'alto consentendo di scaricare l'aria degli elementi frenanti del rimorchio. I freni del rimorchio vengono sbloccati.



Servodistributore (sfrenatura manuale)

(16) Convertitore pneumoidraulico

Quando viene azionato il pedale del freno il distributore immette aria compressa tramite e lo stantuffo pneumatico comanda lo stantuffo della pompa idraulica attivando l'impianto idraulico ed i cilindri idraulici dei freni delle ruote.



Convertitore pneumoidraulico (inizio frenatura): aria del duplex (A), foro sfiato (B)

- 1 Stantuffo,
- 2 molla,
- 3 stantuffo pompa,
- 4 pompa.

(17) Devono essere equipaggiati del dispositivo ABS i seguenti veicoli omologati a partire dall'1.10.1991 o immatricolati a partire dall'1.10.1993:

- **autobus interurbani e autobus da turismo** a lungo percorso in servizio pubblico o **privato aventi massa complessiva superiore a 12 t**,
- **veicoli a motore aventi massa massima superiore a 16 t ed atti al traino dei rimorchi aventi massa complessiva superiore a 10 t**,
- **rimorchi aventi massa complessiva superiore a 10 t**.

(18) V. art. 10 regolamento 13.7.2009 n. 661/2009/CE (abrogato dal regolamento UE n. 2144/2019 a decorrere dal 6.7.2022) concernente i requisiti dell'omologazione per la sicurezza generale dei veicoli a motore, dei loro rimorchi e sistemi, componenti ed entità tecniche ad essi destinati. Relativamente al **dispositivo avanzato di frenata d'emergenza**, il regolamento (CE) n. 661/2009 (abrogato dal regolamento UE n. 2144/2019 a decorrere dal 6.7.2022) prevede i seguenti obblighi generali:

- a decorrere dall'1.11.2013, il rilascio dell'omologazione CE o nazionale, ai nuovi tipi di veicolo appartenenti alle categorie M₂, M₃, N₂ e N₃ è ammessa in conformità alle prescrizioni del suddetto regolamento;
- a decorrere dall'1.11.2015, è vietata l'immatricolazione, la vendita e l'entrata in servizio dei veicoli appartenenti alle categorie internazionali M₂, M₃, N₂, N₃ se non sono conformi alle prescrizioni del suddetto regolamento UE.

Il **regolamento (UE) 16.4.2012, n. 347/2012** attua il regolamento (CE) n. 661/2009 per quanto riguarda i requisiti per l'omologazione di talune categorie di veicoli a motore relativamente ai **dispositivi avanzati di frenata d'emergenza**. In particolare:

- esclude dall'ambito di applicazione veicoli trattori di semirimorchi della categoria N₂ con massa massima superiore a 3,5 tonnellate ma non superiore a 8 tonnellate, veicoli delle categorie M₂ e M₃, classi A, I e II, veicoli fuoristrada delle categorie M₂, M₃, N₂ e N₃, come definiti ai punti 4.2 e 4.3 della parte A dell'allegato II della direttiva 2007/46/CE, veicoli per uso speciale delle categorie M₂, M₃, N₂ e N₃, come definiti al punto 5 della parte A dell'allegato II della direttiva 2007/46/CE e veicoli delle categorie M₂, M₃, N₂ e N₃ con più di tre assi;
- stabilisce i requisiti le procedure, le prove e i requisiti specifici per l'omologazione dei veicoli a motore;
- prevede una prima fase di attuazione dell'omologazione dei veicoli di livello 1 (M₂, N₃, N₂ superiori a 8 t) a decorrere dal 1.1.2013 e una seconda fase di attuazione dei veicoli di livello 2 (N₂ inferiori a 8 t, M₂) a decorrere dal 1.11.2016.

Il regolamento (UE) **8.4.2015, n. 562/2015** che ha modificato il regolamento (UE) n. 347/2012:

- entra in vigore dal 29.4.2015;
- modifica l'allegato II del regolamento (UE) n. 347/2012 con riferimento alle modalità di entrata in funzione del modo di avvertimento tattile o acustico rispettivamente per i veicoli di livello 1 e di livello 2.

Il regolamento UNECE di riferimento è il regolamento UNECE 131 riguardante l'AEBS.

Tuttavia, a decorrere dal 6.7.2022, il regolamento UE n. 347/2012 è abrogato dal regolamento UE 27.11.2019 n. 2144/2019 e dalla medesima data occorre fare riferimento a detta norma ed. in particolare, all'art. 7 (per veicoli M₁, N₁) e all'allegato II che rinvia al regolamento UNECE 131 (al quale già si faceva riferimento per veicoli di categoria diversa dalla M₂, N₂, M₃, N₃).

(19) Vedasi il regolamento 14.1.2009 n. 78/2009/CE concernente l'omologazione dei veicoli a motore in relazione alla protezione dei pedoni e degli altri utenti della strada vulnerabili e il regolamento 22.7.2009 n. 631/2009/CE recante disposizioni di applicazione dell'allegato I del regolamento n. 78/2009/CE del Parlamento europeo e del Consiglio. Il dispositivo di assistenza alla frenata è stato introdotto dal regolamento n. 78/2009/CE sulla base di uno studio della Commissione che ha mostrato che la protezione dei pedoni può essere migliorata in maniera significativa grazie alla combinazione di misure di sicurezza attiva e passiva.

In particolare, lo studio ha mostrato che il **dispositivo di assistenza alla frenata**, come sistema di sicurezza attiva, in combinazione con le modifiche ai requisiti di sicurezza passiva (paraurti e sistema di protezione frontale), accresce notevolmente il livello di protezione dei pedoni.

Le disposizioni si applicano gradualmente, salvo qualche eccezione, a tutti i veicoli della categoria M₁, a tutti i veicoli della categoria N₁ ed ai sistemi di protezione frontale montati come elementi originali sui suddetti veicoli o forniti come entità tecniche separate da montare su tali veicoli (v. art. 9 regolamento UE 14.1.2009 n. 78/2009/CE).

(20) L'impianto di frenatura idraulico (rispetto a quello pneumatico) è più adatto a veicoli leggeri e di ridotte dimensioni in quanto:

- non richiede la presenza di voluminosi serbatoi di accumulo dell'aria e del sistema di produzione dell'aria compressa (compressore, valvola di regolazione, filtri, ecc.);
- ha tempi di risposta ridotti in quanto sfrutta un fluido incompressibile sempre presente nelle tubazioni (dalla pompa agli elementi frenanti).

Tuttavia, sono equipaggiati di impianto idraulico anche alcuni autocarri con massa a pieno carico fino a 4,5 t oppure alcuni piccoli autobus e scuolabus.

(21) I suddetti veicoli dispongono anche di un freno a comando manuale: un distributore a mano detto anche manettino. Questo assume la funzione di freno di stazionamento, ma può assumere anche quella di freno di soccorso. Spostando il manettino per tutta la sua corsa, si va ad annullare la pressione dell'aria in una camera contenente un puntale ed una robusta molla. Conseguentemente la pressione della molla, non più contrastata da quella d'aria, agisce sul puntale che va ad allargare le ganasce dei freni posteriori della motrice. Se il manettino viene spostato di soli 70°, le ruote posteriori della motrice rimangono frenate dall'azione delle molle, mentre il rimorchio rimane frenato dalla pressione dell'aria.

(22) Il rilascio dell'acceleratore con marcia inserita e pedale della frizione sollevato durante la circolazione in discesa comporta un **effetto frenante del motore** che tende a rallentare la marcia del veicolo; l'effetto frenante è dovuto sostanzialmente:

- alle ruote e agli organi di trasmissione che imprimono all'albero motore una velocità di rotazione maggiore di quella del regime minimo;
- al motore che oppone resistenza all'aumento del numero di giri/minuto in quanto, a pedale dell'acceleratore sollevato, è alimentato solamente dalla quantità di carburante indispensabile per mantenerlo in moto ad un numero di giri/minuto minimo (c.d. regime di minimo).

Si discute spesso quale motore (diesel o benzina), a parità di cilindrata, comporti un maggior effetto frenante (ad es., in una lunga discesa).

Premesso che l'effetto frenante del motore in fase di rilascio dell'acceleratore è dovuto a numerosi fattori (tra i quali, il rapporto totale di trasmissione), il motore a gasolio è caratterizzato da:

- un rapporto di compressione superiore a quello di un motore a benzina (indicativamente, tra 14:1 e 25:1 anziché tra 8:1 e 12:1 di un motore a benzina);
- una fase di compressione dell'aria aspirata (sempre la medesima) che richiede una consistente coppia motrice;
- un numero di giri/minuto massimo che, generalmente, è inferiore a quello del motore a benzina.

Il motore a benzina è caratterizzato invece da:

- un rapporto di compressione inferiore a quello di un motore a gasolio;
- dall'immissione di ridotta quantità di aria nei cilindri (dovuta alla valvola a farfalla chiusa);
- un numero di giri/minuto massimo che, generalmente, è superiore a quello del motore a gasolio.

Pertanto, occorre sempre valutare esattamente quale degli effetti descritti prevalga sugli altri in relazione alle caratteristiche costruttive del veicolo.

Pur ritenendo che, in linea generale, l'effetto frenante del motore diesel sia superiore a quello del motore a benzina, si segnala che i quiz ministeriali considerano che l'effetto frenante del motore a scoppio (benzina) è, a parità di cilindrata, generalmente maggiore del motore diesel.

(23) I dispositivi soddisfano, in particolare, i seguenti requisiti minimi:

- deve essere soltanto possibile spegnere tali sistemi uno alla volta mediante una sequenza di azioni che devono essere effettuate dal conducente;
- i sistemi devono essere in modalità di funzionamento normale a ogni attivazione dell'interruttore generale del veicolo;
- deve essere possibile disattivare facilmente i segnali acustici di allerta, ma tale azione non deve disattivare al tempo stesso le altre funzioni dei sistemi diverse

- dai segnali acustici di allerta;
- deve essere possibile per il conducente ignorare tali sistemi.

NOVITÀ 14/09/2021