

Funzione dei sistemi frenanti

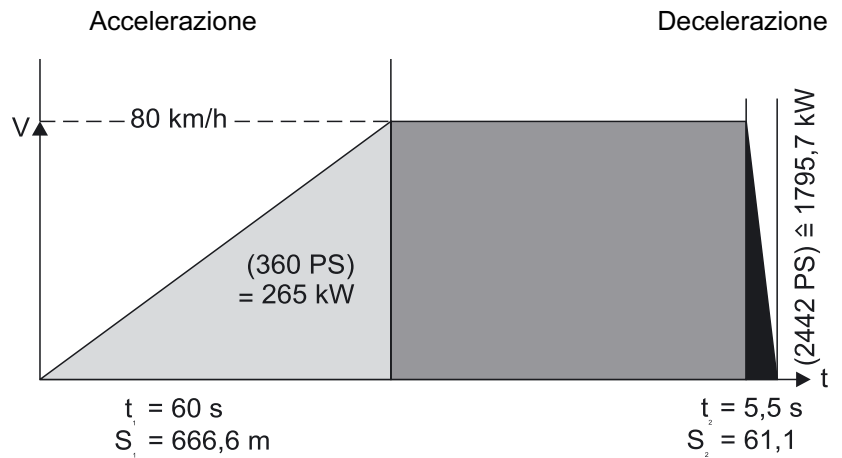
Oggigiorno ogni autoveicolo deve essere equipaggiato con un sistema frenante, per la cui efficacia e sicurezza sono vigenti rispettive rivendicazioni di legge.

La funzione di questi sistemi frenanti consiste nel:

1. ridurre la velocità
2. arrestare l'autoveicolo
3. mantenere fermo l'autoveicolo in stato di parcheggio
4. mantenere costante la velocità in discesa

Potenza frenante

Come mostrato nel seguente diagramma, la potenza frenante di un moderno automezzo commerciale corrisponde a circa dieci volte la potenza motrice.



Durante la fase di decelerazione, l'energia di movimento di un automezzo viene trasformata in energia termica nel freno sulla ruota tramite attrito.

Questo sviluppo di calore è inevitabile e da considerarsi come fattore critico, in particolare quando raggiunge un ordine di grandezza tale da pregiudicare fortemente l'azione frenante o perfino neutralizzarla (fading termico).

La quantità di calore risultante qui dipende sostanzialmente da due fattori:

1. massa dell'automezzo

Un automezzo pesante il doppio richiede ovviamente una doppia potenza di frenatura. Qui si libera la doppia quantità di calore.

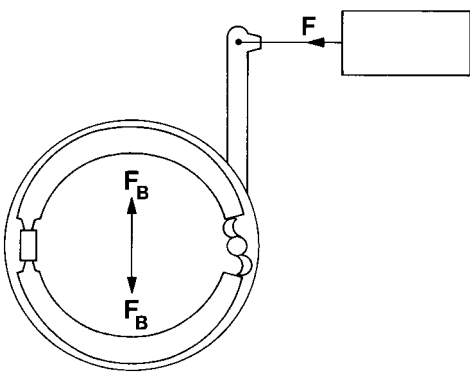
2. velocità dell'automezzo

Durante la frenatura, una doppia velocità significa quattro volte la potenza di frenatura e con ciò anche quattro volte la quantità di calore.

Il calore si forma in seguito all'attrito tra:

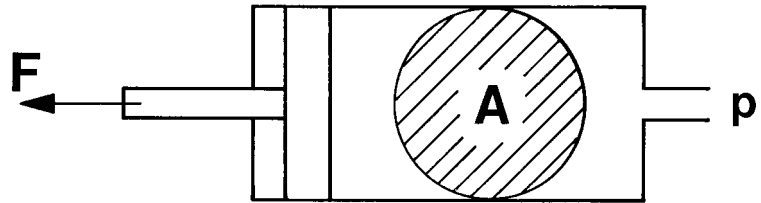
1. le pastiglie dei freni e i tamburi ovvero dischi
2. i pneumatici e la carreggiata

Per generare l'attrito richiesto, le ganasce dei freni devono essere compresse con le pastiglie dei freni contro le superfici interne dei tamburi. A tal fine è richiesta una rispettiva forza F.



Forza F del Brake Chamber

La forza F erogata dal Brake Chamber viene generata per mezzo dell'aria compressa alimentata con la pressione p sulla superficie del pistone A.



Forza = superficie × pressione

$$F = A \times p$$

Nella tecnica la pressione viene sempre indicata in bar.

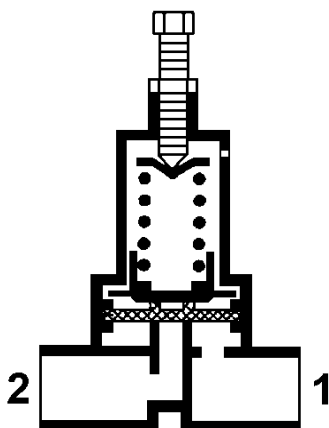
$$1 \text{ bar} = \frac{10 \text{ N}}{\text{cm}^2} \quad \text{d. h.} \quad 6 \text{ bar} = \frac{60 \text{ N}}{\text{cm}^2}$$

Per una superficie di 155 cm² (cilindro da 24"), con una pressione alimentata ad un valore di 6 bar, risulterebbe il seguente calcolo di forza:

$$F = \frac{60 \text{ N} \times 155 \text{ cm}^2}{\text{cm}^2} = 9300 \text{ N Kraft am Bremshebel}$$

All'interno del Brake Chamber ha dunque luogo una trasformazione d'energia. L'aria precompressa proveniente dai serbatoi di pressione viene trasformata in energia meccanica per la frenatura.

Controllo dell'apparecchio / funzione



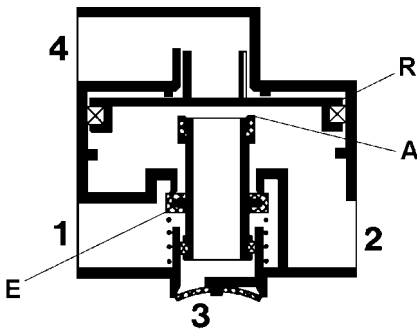
Il principio per creare forza meccanica con pressione viene inoltre applicato anche negli apparecchi di controllo e regolazione.

La funzione dei controllori degli apparecchi consiste nel fatto che in due superfici del pistone o della membrana contrapposte, in determinate condizioni, si regola un certo equilibrio di forza.

A tal fine un principio molto semplice applicato in molti apparecchi consiste nel resistere alla forza di una molla, alla forza di un pistone alimentato con aria compressa oppure una membrana. Questa funzione è ben riconoscibile, per esempio, in una valvola di derivazione.

L'aria compressa alimentata in 1, con una membrana sollecitata dalla molla, genera una pressione, denominata forza $F = A \times p$, e che lavora contro la forza della molla. Se la forza della molla si trova leggermente al di sotto o ha quasi raggiunto la membrana, quest'ultima si solleva dalla sede della valvola, e l'aria compressa può quindi derivare in 2. In molte valvole di questo tipo la forza della molla e con ciò la rispettiva pressione d'apertura possono essere regolate per mezzo di una vite.

Un ulteriore principio per il controllo e la regolazione degli apparecchi consiste nel raggiungere un equilibrio di forza tramite una generazione di pressione in ambedue i lati di un pistone. Questo principio è ben riconoscibile in una valvola relè:



- (1) pressione accumulata p_1
(serbatoio d'aria)
- (2) pressione d'uscita p_2
(Brake Chamber)
- (3) raccordo di sfiato
(atmosfera)
- (4) raccordo di comando p_4
(distributore di comando)

E = valvola di immissione
A = valvola di scarico
R = pistone relè

Se nel raccordo di comando 4 si alimenta, per esempio, una pressione di 3 bar, il pistone relè si muove con la forza F_4 verso il basso, chiude la valvola di scarico A e apre la valvola di immissione E. A questo punto l'aria compressa può fluire dal serbatoio 1 in direzione del cilindro 2. Allo stesso tempo questa pressione viene generata anche al di sotto del pistone e agisce in tal modo come forza F_2 contro la forza F_4 . Se la pressione sul raccordo 2 raggiunge una pressione di comando di 3 bar, poiché le superfici dei pistoni hanno la stessa dimensione ($A_o = A_u$), con la stessa pressione ($p_4 = p_2$) si regola un equilibrio di forza ($F_4 = F_2$). Il pistone viene sollevato e chiude in questo modo la valvola di immissione, la pressione sul raccordo 2 non può aumentare ulteriormente. Ciò corrisponde ad una "posizione terminale del freno".

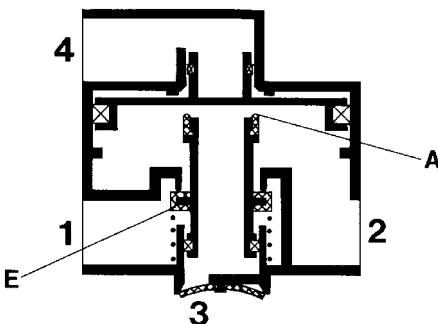
$$F_4 = F_2$$

$$A_o \times p_4 = A_u \times p_2$$

$$\frac{20\text{cm}^2 \times 30\text{N}}{\text{cm}^2} = \frac{20\text{cm}^2 \times 30\text{N}}{\text{cm}^2}$$

$$600\text{N} = 600\text{N}$$

L'equilibrio di forza nel pistone regolante, che non sempre deve rappresentare una uguaglianza della pressione di pilotaggio in entrata e in uscita, è evidente nel caso in cui modifichiamo lievemente la valvola relè, riducendo la superficie superiore del pistone.



- (1) pressione accumulata p_1
(serbatoio d'aria)
- (2) pressione d'uscita p_2
(Brake Chamber)
- (3) raccordo di sfiato
(atmosfera)
- (4) raccordo di comando p_4
(distributore di comando)

E = valvola di immissione
A = valvola di scarico

Se in questo caso si alimenta nuovamente una pressione di 3 bar sul raccordo 4, come nell'esempio precedente, si apre la valvola di immissione, che controlla quindi la pressione sul raccordo 2. Questa pressione controllata si genera a sua volta al di sotto del pistone relè. Se in seguito a ciò risulta $F_2 = F_4$, si chiude la valvola di immissione.

In questo caso ciò accade sin da una pressione controllata p_2 di 1,5 bar. Questo fenomeno si spiega nel fatto che la superficie inferiore del pistone ha la dimensione doppia di quella superiore ($A_u = 2 \times A_o$). A questo punto è richiesta la metà della pressione per cm^2 , per stabilire un equilibrio di forza $F_4 = F_2$.

$$\begin{aligned}
 F_4 &= F_2 \\
 A_o \times p_4 &= A_u \times p_2 \\
 p_2 &= \frac{A_o \times p_4}{A_u} = \frac{10 \text{ cm}^2 \times 3 \text{ bar}}{20 \text{ cm}^2} = 1,5 \text{ bar}
 \end{aligned}$$

Ciò significa, che in superfici differenti (A_o e A_u) sui pistoni, membrane o corpi di valvole si raggiunge una uguaglianza di forza ($F_4 = F_2$) in pressioni differenti ($p_4 \neq p_2$).

Qui il rapporto di forza/superficie è proporzionale all'inverso.

doppia superficie pistone ↔ mezza pressione

mezza superficie pistone ↔ doppia pressione

Ciò vale anche per tutte le altre superfici di pistoni nel rispettivo rapporto inverso.

Suddivisione

A causa delle loro caratteristiche, i sistemi frenanti possono essere suddivisi nel modo seguente:

- applicazione prevista
- tipo di energia utilizzata
- tipo di dispositivo di trasmissione
- numero di condotte di collegamento in combinazioni di veicoli

Sistemi frenanti secondo l'applicazione prevista**Impianto freni di servizio: (BBA)**

Con l'impianto dei freni di servizio (freno a pedale) si può sia ridurre la velocità del veicolo che arrestare il veicolo.

Questi può essere azionato di continuo (attraverso il pedale) e agisce su tutte le ruote.

Impianto freno di stazionamento: (FBA)

Il freno di stazionamento (freno a mano) ha la funzione di mantenere fermo il veicolo in stato di parcheggio, in particolare anche su carreggiata in discesa come pure in assenza dell'autista.

Questi deve poter agire anche in caso di una eventuale avaria o mancanza d'energia nel sistema pneumatico o idraulico. Per questo motivo, è prescritta una azione meccanica sul freno della ruota. Ciò può essere realizzato per mezzo di comandi a cavi flessibili, tiranteria o parte a molla.

Impianto freno di soccorso: (HBA)

L'impianto del freno di soccorso deve soddisfare l'azione dell'impianto dei freni di servizio in caso di una loro avaria.

Questi non deve essere assolutamente un terzo impianto frenante indipendente con azionamento separato, bensì, come freno di soccorso, si può o utilizzare il circuito dei freni ancora intatto di un impianto di frenatura a due circuiti oppure il freno di stazionamento. Tuttavia, in questo caso, il freno di stazionamento deve essere graduabile.

Impianto di frenatura continuo:

L'impianto di frenatura continuo consente all'autista un adattamento di velocità, senza dover utilizzare gli impianti dei freni di servizio o stazionamento (BBA o FBA).

Sistema frenante secondo il tipo di energia utilizzato**Sistema frenante a forza muscolare:**

In questo sistema frenante prevalentemente utilizzato in autovetture per il trasporto di persone e motociclette, la forza esercitata sul pedale o sulla leva manuale viene trasmessa sul freno della ruota attraverso un sistema idraulico oppure meccanico.

Sistema frenante a forza ausiliare:

Questi sistemi frenanti vengono utilizzati in autovetture per il trasporto di persone e leggeri automezzi commerciali. La forza muscolare viene aumentata attraverso un servofreno per mezzo di una forza ausiliare, che viene generata con l'ausilio di aria compressa, sovrappressione o fluido idraulico.

Nel caso in cui dovesse venire a meno la forza ausiliare, il veicolo può essere ancora frenato solo con la forza muscolare. A tal fine è, tuttavia, richiesto uno sforzo notevolmente maggiore.

Sistema frenante a forza separata:

In questo sistema frenante, che viene prevalentemente utilizzato in automezzi commerciali di dimensione media e pesante, l'automezzo viene frenato esclusivamente per mezzo della forza separata.

Questa forza separata viene generata per mezzo di aria compressa, depressione o fluido idraulico, mentre la forza muscolare dell'autista viene esercitata soltanto per controllare il sistema frenante.

Pertanto, in caso di una avaria totale o mancanza d'energia, non si possono più creare alcune forze frenanti.

Sistema frenante secondo il tipo di dispositivo di trasmissione**Sistema frenante ad un circuito**

Questo sistema frenante è provvisto di un dispositivo di trasmissione ad un circuito.

Una avaria di una singola parte rende inefficace tutto il sistema frenante.

Sistema frenante a due circuiti

Al fine di garantire una maggiore sicurezza di servizio, oggigiorno i dispositivi di trasmissione di un freno di servizio vengono in linea di massima realizzati con due circuiti.

In caso di una avaria di un circuito frenante è comunque possibile arrestare ancora il veicolo. Tuttavia, l'azione frenante è fortemente ridotta, con la conseguenza di doversi recare immediatamente alla prossima officina più vicina.

Sistemi frenanti in combinazioni di veicoli

L'alimentazione di energia e il pilotaggio del sistema frenante di un rimorchio avviene attraverso la motrice.

La trasmissione tra i due veicoli nei sistemi frenanti ad un circuito avviene attraverso **una** condotta di collegamento, mentre nei sistemi frenanti a due circuiti attraverso **due** condotte di collegamento.

Sistema frenante a monocondotta

Il riempimento dei serbatoi d'aria e il controllo dei freni nel rimorchio avviene attraverso **una** condotta ("condotta di comando").

Poiché il freno viene azionato in seguito ad una caduta di pressione nella condotta di comando, durante la frenata nel rimorchio non può essere alimentata aria compressa. Pertanto, nei percorsi lunghi fortemente in discesa persiste un imminente pericolo di esaurire l'aria di scorta nel rimorchio, azionando ripetutamente il pedale del freno di servizio.

Per questo motivo, oggigiorno la legge prescrive l'applicazione di sistemi frenanti a due condotte.

Sistema frenante a due condotte

In questo sistema frenante la motrice e il rimorchio sono collegati tra di loro attraverso **due** condotte: la condotta d'alimentazione e la condotta di servizio, che qui viene controllata tramite un aumento di pressione.

Poiché attraverso la condotta d'alimentazione l'aria compressa può essere alimentata nel rimorchio, il freno di servizio è praticamente inesauribile.

Le teste d'accoppiamento di ambedue le condotte oggi sono normalmente protette contro inversioni di collegamento.

Introduzione

Le rivendicazioni di legge sui sistemi frenanti risultano dalle prescrizioni nazionali (codice di immatricolazione stradale) e dalle prescrizioni e direttive internazionali (CE e ECE).

Le prescrizioni nazionali (tedesche) per sistemi frenanti sono riassunte nel **§ 41 del codice di immatricolazione stradale ("freni e tappi")**.

Come regolamenti internazionali sono vigenti la **direttiva freni 71/320/CEE**, ultimo emendamento con la **98/12/CE**, prescritta dalla commissione e dal consiglio della comunità europea di Bruxelles, nonché la **regolamentazione per freni ECE-R 13**, attualmente adattata con la **Serie 09**, a sua volta varata dalla commissione di commercio europea di Ginevra. Le direttive 71/320/CEE e ECE-R 13 sono opportunamente quasi equivalenti.

§ 41 del codice di immatricolazione stradale

Il § 41 del codice di immatricolazione stradale contiene le prescrizioni costruttive e d'azione per sistemi frenanti di automezzi e rimorchi. Tuttavia, queste perdono sempre più il loro significato, appunto per il fatto che nel paragrafo 18 di questa prescrizione si richiede che il sistema frenante deve soddisfare la direttiva CE 71/320 nei veicoli e rimorchi (ad eccezione di pochi automezzi speciali), che sono stati immatricolati per la prima volta **a partire dal 1 gennaio 1991**.

Direttiva sui freni 71/320/CEE

La direttiva CE "Sistemi frenanti" (71/320/CEE) è stata prescritta dal consiglio della comunità europea nell'anno 1971. Essa è prevista per adattare e armonizzare le prescrizioni di leggi vigenti nei singoli stati membri sui sistemi frenanti di determinati automezzi e rimorchi e contiene sia le prescrizioni costruttive che integrative di sistemi frenanti come pure le prescrizioni d'azione e controllo.

I veicoli interessati sono, per esempio, automezzi e rimorchi aventi almeno 4 ruote e omologati per una velocità massima di oltre 25 km/h.

Nel frattempo la direttiva base 71/320 CEE è stata sottoposta parecchie volte ad emendamenti nonché adattata con supplementi al progresso tecnico, ultimamente (7° adattamento) il 27 gennaio 1998 con la direttiva **98/12 CE** della commissione della comunità europea.

Regolamentazione sui freni ECE-R 13

Mentre le direttive CE sono vincolanti soltanto per 15 stati membri della comunità europea, attualmente sono 30 i paesi che applicano le regolamentazioni ECE nelle Nazioni Unite (UN), tra cui 22 nazioni europee. Per i sistemi frenanti vale la regolamentazione ECE no. 13, ultimamente sottoposta ad emendamento tramite adattamenti della Serie 09.

Attualmente è già stata varata la regolamentazione sui freni di Ginevra ECE-R13 con i suoi adattamenti già varati e pianificati, perfino con un aggiornamento più attuale rispetto alla quasi equivalente direttiva CE di Bruxelles per sistemi frenanti.