



GUIDA TECNICA

Meccanismo Pinza Freno a Disco per Camion: Albero, Cuscinetti e Molla

Albero eccentrico, cuscinetti e molla di richiamo nella pinza freno a disco di camion e autobus: sintomi di guasto, sostituzione e manutenzione corretta.

In officina l'assale posteriore di un trattore stradale è sollevato e la ruota viene fatta girare a mano. Un leggero attrito sul disco è normale, ma questa volta c'è qualcosa di diverso: a ogni giro la ruota emette un lieve "tic" sempre nello stesso punto. Su un altro veicolo si presenta il sintomo opposto: anche dopo aver rilasciato il pedale del freno, la pastiglia non si stacca dal disco e dopo pochi chilometri il cerchio diventa troppo caldo per essere toccato a mani nude. L'origine di entrambi i sintomi non è nel corpo della pinza, ma in un meccanismo nascosto al suo interno, invisibile dall'esterno: l'albero eccentrico, i cuscinetti, la molla di richiamo e il gruppo di regolazione a ingranaggi. Questi quattro componenti costituiscono il meccanismo che trasforma la spinta lineare proveniente dal cilindro del freno nella forza che preme la pastiglia contro il disco. Questa guida analizza dall'inizio alla fine questo meccanismo interno della pinza del freno a disco pneumatico: come funziona, come si guasta e come si sostituisce.

Questo documento è stato preparato dal team tecnico VADEN per i sistemi frenanti a disco pneumatici dei veicoli pesanti. I valori riportati hanno carattere di riferimento generale; per i dati esatti fa fede il manuale di assistenza OE aggiornato corrispondente al codice motore e telaio del veicolo. Ultimo aggiornamento: settembre 2026. La funzione e la terminologia della pinza freno a disco pneumatica sono definite nell'ambito del regolamento ECE R13 (frenatura ONU) e della norma ISO 611 (terminologia della frenatura dei veicoli stradali).

Che cos'è il meccanismo della pinza? Funzione e principio di funzionamento

Il meccanismo della pinza è il dispositivo interno del freno a disco pneumatico che trasforma la spinta del cilindro nella forza che preme la pastiglia contro il disco. È formato dall'albero eccentrico, dai cuscinetti di supporto, dalla molla di richiamo che riporta il sistema in posizione iniziale e dal gruppo di regolazione a ingranaggi che mantiene costante il gioco con l'usura, garantendo una forza frenante costante e prevedibile.

La catena di forza funziona così: quando si preme il pedale del freno, il cilindro riceve pressione dell'aria e la sua asta di spinta (pushrod) è collegata alla leva che sporge dal corpo della pinza. Questa leva trasmette un movimento rotatorio all'albero eccentrico all'interno del corpo della pinza. Mentre il profilo eccentrico dell'albero ruota, sposta linearmente verso il disco la piastra ponte (bridge) che vi appoggia sopra. Il ponte spinge i pistoncini di pressione collegati al gruppo di regolazione; la pastiglia interna tocca per prima il disco e, con la forza di reazione generata, il corpo della pinza scorre sui perni di guida facendo premere contro il disco anche la pastiglia esterna. Il risultato è che un unico movimento del cilindro comprime entrambe le pastiglie sul disco con forza uguale.

La seconda funzione di questo meccanismo è l'effetto leva: la geometria della leva dell'albero eccentrico amplifica la forza relativamente modesta proveniente dal cilindro e la trasmette alla pastiglia. La terza funzione è la ripetibilità: il meccanismo della pinza deve mantenere lo stesso gioco e la stessa relazione forza-corsa per migliaia di frenate; in caso contrario cambia la sensazione al pedale, si allunga il tempo di risposta del freno o la pastiglia si usura precocemente.

Come funziona l'albero eccentrico (a camma)?

L'albero eccentrico è un albero in acciaio posizionato in senso orizzontale all'interno del corpo della pinza, con un'estremità che riceve il movimento rotatorio proveniente dalla leva del cilindro. Sull'albero è presente un profilo eccentrico o a camma, decentrato rispetto all'asse; mentre l'albero ruota, questo profilo spinge la piastra ponte trasformando il movimento rotatorio in movimento lineare. L'angolo di rotazione dell'albero eccentrico è limitato: non è un giro completo, ma bastano pochi gradi per portare la pastiglia a contatto con il disco. Questo piccolo angolo garantisce sia una risposta rapida sia un controllo preciso della forza.

Perché sono necessari i cuscinetti (cuscinetti di spinta)?

Alle due estremità dell'albero eccentrico e sulle superfici in cui la piastra ponte scorre all'interno del corpo sono presenti cuscinetti o boccole di scorrimento; nelle pinze per veicoli pesanti la soluzione più diffusa è il cuscinetto a rullini. Il compito dei cuscinetti è ridurre al minimo l'attrito: minore è l'attrito, maggiore è la quota della forza proveniente dal cilindro che viene trasferita alla pastiglia e minore è la quota che si trasforma in calore. I cuscinetti mantengono inoltre l'albero eccentrico centrato sul proprio asse; quando si usurano si forma un gioco radiale nell'albero, che fa muovere il ponte in modo obliquo e provoca un'usura irregolare della pastiglia.

A cosa serve la molla di richiamo?

Quando il pedale del freno viene rilasciato, la pressione dell'aria nel cilindro diminuisce, ma per riportare l'albero eccentrico e la piastra ponte nella posizione iniziale serve una forza separata: questo compito è svolto dalla molla di richiamo. La molla garantisce che tra la pastiglia e il disco si formi un gioco di funzionamento (running clearance) ridotto ma misurabile. Senza questo gioco la pastiglia resterebbe costantemente a contatto con il disco; una pastiglia che striscia si surriscalda, aumenta il consumo di carburante e si usura precocemente.

Come funziona il gruppo di regolazione a ingranaggi (regolazione automatica)?

A ogni frenata la pastiglia si usura di una quantità molto piccola; se questa usura non viene compensata, il gioco di funzionamento aumenta progressivamente, la corsa del pedale si allunga e la risposta del freno ritarda. Il gruppo di regolazione a ingranaggi è un dispositivo a frizione-ingranaggio o a vite senza fine (worm gear) integrato nell'albero eccentrico; ogni volta che, durante una frenata, il gioco di funzionamento supera il limite definito, il meccanismo avanza di uno scatto facendo ruotare la vite di regolazione e mantenendo costante il gioco pastiglia-disco. Grazie a questa regolazione automatica, il conducente avverte la stessa corsa del pedale e la stessa risposta del freno per tutta la vita utile della pastiglia; non è necessaria alcuna regolazione manuale.

Componenti del meccanismo della pinza e loro funzione

Componente	Funzione	Sintomo in caso di usura
Albero eccentrico (a camma)	Trasmette il movimento rotatorio del cilindro al ponte come spinta lineare	Usura del profilo eccentrico, pressione irregolare della pastiglia
Cuscinetti di spinta	Sostengono l'albero eccentrico e il ponte con basso attrito	Gioco radiale, rumore di tic/battito, aumento di calore

Componente	Funzione	Sintomo in caso di usura
Piastra ponte (bridge)	Trasmette il movimento ricevuto dall'albero eccentrico al gruppo di regolazione	Assestamento obliquo, usura monolaterale della pastiglia
Molla di richiamo	Riporta il meccanismo nella posizione iniziale al rilascio del freno	Trascinamento della pastiglia, contatto leggero costante
Gruppo di regolazione a ingranaggi	Mantiene automaticamente costante il gioco di funzionamento con l'usura della pastiglia	Allungamento della corsa del pedale, risposta del freno ritardata
Soffietto parapolvere / guarnizioni	Protegge l'albero eccentrico e il ponte da sporco, umidità e sale	Corrosione interna, indurimento del meccanismo

Qual è la differenza tra il meccanismo della pinza e la leva di registro del freno a tamburo (slack adjuster)?

Nel freno a tamburo la regolazione automatica avviene tramite una leva e un tamburo separati esterni alla pinza (slack adjuster); l'asta di spinta del cilindro muove questa leva dall'esterno ed essa è visibile a occhio nudo. Nel freno a disco, invece, il meccanismo di regolazione si trova all'interno del corpo della pinza, in un sistema chiuso a ingranaggi e frizione integrato nell'albero eccentrico: non è visibile dall'esterno e non può essere osservato direttamente senza smontare la pinza. Questa differenza cambia anche il metodo diagnostico: nel tamburo l'angolo di movimento della leva si controlla a vista o con una misura, mentre nel disco la diagnosi avviene in modo indiretto, tramite la corsa del pedale del freno, il gioco percepito ruotando la ruota a mano e la misura dello spessore della pastiglia.

Il meccanismo della pinza è parte diretta della catena della forza frenante. Un guasto all'albero eccentrico, ai cuscinetti o al gruppo di regolazione a ingranaggi fa sì che una ruota freni meno o più tardi delle altre, aumentando il rischio di tirare da un lato o di sbandare. In presenza di vibrazioni, rumore di tic o pastiglia che striscia, il veicolo deve essere controllato in tempi brevi.

Normative e approfondimenti

Questo argomento è regolato dalle norme di equipaggiamento dei veicoli pesanti con freni ad aria. Negli Stati Uniti lo standard federale dei freni ad aria **FMVSS 121 (49 CFR 571.121)** definisce i serbatoi, la protezione e i tempi che un impianto conforme deve offrire, e l'Europa applica i limiti equivalenti del Regolamento UNECE n. 13. Per maggiori dettagli, vedere la guida di riferimento illustrata su airbrakecompressor.com. Verificare sempre i valori specifici con la normativa vigente e i dati di assistenza del costruttore del veicolo.

In Italia la materia è regolata dalla normativa nazionale: l'**art. 79 del Codice della Strada** impone che i veicoli in circolazione mantengano l'efficienza dei dispositivi di frenatura, mentre le prescrizioni di dettaglio si trovano nel D.P.R. 495/1992, regolamento di esecuzione del codice; i provvedimenti attuativi sono raccolti nell'**archivio normativo del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**.

Come si riconosce un guasto al meccanismo della pinza?

Un guasto al meccanismo della pinza viene spesso confuso con una normale sostituzione delle pastiglie, perché il primo sintomo si manifesta di solito sulla pastiglia stessa: usura irregolare, trascinamento o stridio. Ma se lo stesso sintomo si ripresenta anche dopo aver sostituito la pastiglia, il problema è nel meccanismo stesso. I principali sintomi riscontrati sul campo e i relativi metodi di controllo sono i seguenti:

Sintomi di guasto del meccanismo della pinza e modalità di controllo

Sintomo	Possibile causa	Controllo / verifica
Dopo la frenata disco/cerchio si surriscaldano eccessivamente, la pastiglia striscia	Molla di richiamo rotta o indebolita, oppure gruppo di regolazione avanzato eccessivamente	Ruotare la ruota a mano e verificare la presenza di attrito costante, controllare visivamente la molla
Rumore ritmico di tic/battito durante la frenata o la rotazione della ruota	Usura e gioco radiale nei cuscinetti dell'albero eccentrico	Senza smontare la pinza, afferrare il ponte a mano e verificare il gioco radiale
Il pedale del freno con il tempo diventa duro o la sua corsa si allunga	Il gruppo di regolazione non segue l'usura della pastiglia, meccanismo bloccato	Misurare il gioco di funzionamento pastiglia-disco, verificare la libertà di movimento del meccanismo di regolazione
Il veicolo tira da un lato durante la frenata	Una delle due pinze dello stesso assale genera meno forza dell'altra	Confrontare l'impronta di pressione della pastiglia e l'omogeneità del colore tra le due pinze dello stesso assale
Gioco visibile nella piastra ponte, bulloni di guida allentati	Gioco cresciuto sull'asse del ponte per usura dei cuscinetti	Spingere il ponte a mano e verificare l'entità del gioco libero
La pastiglia si usura in modo irregolare, un lato notevolmente più sottile dell'altro	Albero eccentrico o ponte si muovono in modo obliquo, usura asimmetrica dei cuscinetti	Confrontare lo spessore della pastiglia alle due estremità con micrometro o calibro
Non si avverte alcun suono/sensazione di avanzamento nel meccanismo di regolazione	Gruppo di regolazione arrugginito o sporco, bloccato	Con l'attrezzo idoneo ruotare a mano il meccanismo di regolazione e verificare resistenza e scatto

Come si controlla il gioco (movimento libero) nel meccanismo della pinza?

Il controllo inizia a ruota a terra: si rilascia il freno di stazionamento, si fa girare la ruota a mano cercando un attrito uniforme e leggero lungo tutto il giro. Una resistenza che aumenta bruscamente in un punto o una sensazione periodica di "tic" indicano un'anomalia nei cuscinetti dell'albero eccentrico o sulla superficie di appoggio del ponte. Il secondo passo è il controllo manuale della piastra ponte: attraverso il soffiETTO parapolvere, o a pinza aperta, si applica una leggera forza laterale al ponte; un gioco percepibile indica che il gioco dei cuscinetti è aumentato.

Il terzo passo è la misura del gioco di funzionamento pastiglia-disco; questa misura indica se il gruppo di regolazione svolge o meno il suo compito. Se il gioco supera l'intervallo definito per il veicolo, significa che il meccanismo di regolazione non avanza, generalmente per corrosione, sporco o usura dell'ingranaggio. Se non c'è gioco, o la pastiglia resta costantemente a leggero contatto, occorre verificare la molla di richiamo o un avanzamento eccessivo del meccanismo di regolazione. In entrambi i casi la diagnosi definitiva si ottiene solo smontando la pinza e ispezionando visivamente il meccanismo.

L'attrito percepito alla ruota non proviene sempre dal meccanismo; per verificare a parte se la pinza scorre ancora liberamente sulla staffa, consultate la guida su **perni, boccole e viti della pinza**.

Prima di sostituire una pinza ritenendola "guasta", verificate sempre la molla di richiamo e la libertà di movimento del meccanismo di regolazione. In una parte significativa delle pinze sostituite sul campo, il problema reale è una singola molla o un ingranaggio di regolazione arrugginito; anche sostituendo l'intera pinza, se la causa radice non viene individuata, lo stesso sintomo può ripresentarsi su un altro assale.

Come si sostituisce il meccanismo della pinza? Passo dopo passo

- 1 Parcheggiare il veicolo su una superficie piana e solida, inserire il freno di stazionamento, posizionare i cunei sotto le ruote e spegnere il motore.
- 2 Scaricare la pressione dell'aria dell'assale interessato secondo le istruzioni dell'impianto; il collegamento del cilindro o della linea dell'aria non deve mai essere allentato prima di aver scaricato la pressione.
- 3 Smontare la ruota, rimuovere le pastiglie e separare la pinza dal supporto (carrier); sospendere la pinza in modo da evitare tensioni su tubi flessibili e cavi.
- 4 Scollegare il cilindro del freno dalla pinza e portare il corpo della pinza al banco di lavoro.
- 5 Smontare i soffietti parapolvere e le guarnizioni; estrarre con attenzione dal corpo la piastra ponte e il gruppo di regolazione a ingranaggi.
- 6 Estrarre dal corpo l'albero eccentrico insieme ai cuscinetti; durante lo smontaggio prestare attenzione a non perdere i rullini o le sfere dei cuscinetti.
- 7 Pulire le superfici interne del corpo, la sede dell'albero eccentrico e le superfici di scorrimento del ponte; rimuovere il grasso esausto e la polvere di usura, controllare visivamente eventuali segni di usura sul profilo eccentrico e sulle superfici della sede.
- 8 Lubrificare l'albero eccentrico, i cuscinetti, la molla di richiamo e il gruppo di regolazione a ingranaggi nuovi, forniti nel kit di riparazione, con un grasso di montaggio del tipo indicato dal produttore e resistente alle alte temperature.
- 9 Montare i componenti nell'ordine inverso dello smontaggio: albero eccentrico, cuscinetti, piastra ponte, gruppo di regolazione a ingranaggi, molla di richiamo, quindi soffietti parapolvere e guarnizioni.

- 10** Posizionare la pinza sul supporto, ingrassare i perni di guida, serrare i bulloni in sequenza incrociata e in modo graduale; **i valori di coppia devono essere presi dal manuale di assistenza OE aggiornato del veicolo.**
- 11** Collegare il cilindro, montare le pastiglie, rimontare la ruota, ripristinare la pressione dell'aria e premere più volte il pedale del freno per verificare che il gruppo di regolazione regoli automaticamente il gioco di funzionamento e che la ruota giri libera.

Attenzione: errori frequenti

- **Cercare di sostituire i cuscinetti singolarmente:** il meccanismo della pinza è progettato come un set completo; la sostituzione di un singolo componente provoca disallineamenti di misura e tolleranza.
- **Montare pastiglie nuove senza azzerare il meccanismo di regolazione:** il gioco di funzionamento resta fuori calcolo e nei primi utilizzi il pedale risulta troppo duro oppure troppo morbido.
- **Usare un tipo di grasso errato:** un grasso non resistente alle alte temperature fonde o cola rapidamente; il cuscinetto resta senza lubrificazione e si usura velocemente.
- **Riutilizzare il soffietto parapolvere o la guarnizione:** un soffietto strappato o indurito lascia entrare umidità e sporco, accelerando la corrosione all'interno del meccanismo.
- **Serrare i bulloni di guida al valore finale in un solo passaggio:** senza una sequenza incrociata e graduale il ponte si assesta in modo obliquo e la pastiglia si usura in modo irregolare.
- **Forzare l'inserimento dell'albero eccentrico a colpi di martello:** l'urto deforma in modo permanente il profilo eccentrico e la sede del cuscinetto; l'albero va sempre inserito a mano o con l'attrezzo idoneo.
- **Scegliere il ricambio in base al marchio:** il kit di riparazione corretto si sceglie in base al numero di riferimento OE riportato sulla pinza e al codice motore/telaio del veicolo, non al nome del marchio.
- **Iniziare lo smontaggio senza aver scaricato la pressione:** l'apertura non controllata di un componente sotto pressione d'aria o carico di molla può causare lesioni gravi.

Valori tecnici e punti di controllo

La tabella seguente riassume i principali punti controllati sul campo nel meccanismo della pinza e i relativi intervalli di riferimento generale. I valori variano in base al produttore del veicolo, al modello di pinza e all'impianto; **il valore esatto deve sempre essere ricavato dal manuale di assistenza OE aggiornato del veicolo.**

Punti di controllo del meccanismo della pinza (riferimento generale)

Punto di controllo	Riferimento generale	Cosa indica uno scostamento
Gioco di funzionamento pastiglia-disco	Intervallo ridotto, senza attrito percepibile a freno rilasciato (fa fede il valore OE)	Se ampio la corsa del pedale si allunga; se assente o troppo ridotto si ha trascinamento

Punto di controllo	Riferimento generale	Cosa indica uno scostamento
Gioco radiale dell'albero eccentrico	Non percepibile a mano (fa fede la tolleranza OE)	Un gioco percepibile indica usura dei cuscinetti
Comportamento di avanzamento del gruppo di regolazione	Avanzamento piccolo e graduale quando necessario a ogni frenata	Se non avanza il meccanismo è bloccato o inceppato
Tensione della molla di richiamo	Forza sufficiente a riportare completamente il ponte e l'albero eccentrico nella posizione iniziale	Se debole la pastiglia resta a contatto con il disco
Coppia dei perni di guida / bulloni del ponte	Valore definito nel manuale di assistenza OE del veicolo, serraggio incrociato e graduale	Se basso: allentamento e vibrazioni; se alto: deformazione del corpo
Tipo di grasso di montaggio	Resistente ad alta temperatura e acqua, tipo approvato dal produttore	Un grasso errato causa essiccazione precoce o colatura
Integrità del soffietto parapolvere / guarnizione	Senza strappi, perfettamente in sede	Se strappato entrano sporco e umidità, inizia la corrosione interna
Simmetria di usura della pastiglia	Spessore simile tra le due pastiglie e tra le due estremità della stessa pastiglia	Una differenza marcata indica un funzionamento obliquo o squilibrato del meccanismo

I componenti del meccanismo della pinza fanno parte della catena di sicurezza del sistema frenante. Nella scelta di albero eccentrico, set di cuscinetti, molla di richiamo e gruppo di regolazione a ingranaggi occorre rispettare esattamente il riferimento OE del produttore del veicolo. Un albero eccentrico con geometria diversa o una molla con rigidità diversa alterano la pressione sulla pastiglia e la regolazione automatica, anche se la pinza sembra funzionare correttamente a vista.

Manutenzione e durata del meccanismo della pinza

Il fattore più determinante per la durata del meccanismo della pinza è l'integrità dei soffietti parapolvere e delle guarnizioni. Durante la manutenzione periodica occorre controllare visivamente eventuali strappi, indurimenti o difetti di assestamento dei soffietti e sostituire quelli danneggiati, perché l'umidità e il sale che penetrano all'interno del meccanismo corrodono rapidamente l'albero eccentrico e i cuscinetti. A ogni sostituzione delle pastiglie vanno controllate anche la libertà di movimento del gruppo di regolazione a ingranaggi e la tensione della molla di richiamo: questi due componenti non si sostituiscono con la stessa frequenza delle pastiglie, ma vanno controllati con la stessa frequenza.

Il lavaggio ad alta pressione rappresenta un rischio specifico per il meccanismo della pinza. Se il getto d'acqua viene puntato direttamente sul soffietto parapolvere o sulla zona del ponte, l'acqua può infiltrarsi dal bordo del soffietto; questa infiltrazione non è visibile subito, ma emerge dopo giorni sotto forma di corrosione e bloccaggio. Nelle flotte che operano in condizioni invernali con strade salate e umide, il controllo periodico del meccanismo della pinza, senza smontaggio, a vista e al tatto — gioco del ponte, resistenza del meccanismo di regolazione,

tensione della molla — è il modo più economico per individuare un guasto prima che si manifesti su strada.

Nelle flotte aziendali si consiglia di aggiungere al piano di manutenzione periodica, oltre alla misura dello spessore della pastiglia, anche il controllo del meccanismo della pinza. Anche quando la pastiglia è ancora ben al di sopra del valore limite, nel gruppo di regolazione può essere già iniziato un inceppamento o nei cuscinetti un'usura precoce; individuare questi segnali precoci riduce in modo significativo il rischio di un trascinarsi improvviso della pastiglia o di una perdita di frenata monolaterale su strada.

Componenti del meccanismo della pinza VADEN ORIGINAL

VADEN ORIGINAL produce, per le pinze dei freni a disco pneumatici dei veicoli pesanti, l'albero eccentrico, il set di cuscinetti, la molla di richiamo, il gruppo di regolazione a ingranaggi e i kit di riparazione completi che li comprendono, secondo le misure e le tolleranze OE. La gamma di prodotti copre i tipi di corpo pinza e le geometrie di collegamento più diffusi nelle applicazioni per camion, trattori stradali, autobus e rimorchi.

Per individuare il kit di riparazione corretto, l'uso del **numero di riferimento OE riportato sul corpo della pinza e del codice motore/telaio del veicolo**, anziché di marca e modello, elimina il rischio di un abbinamento errato. Il meccanismo della pinza è l'ultimo anello della catena dell'impianto frenante pneumatico, che inizia con l'essiccazione dell'aria proveniente dal compressore, ed è l'anello in cui la forza frenante viene effettivamente generata; se un anello precedente della catena (essiccatore d'aria, valvola relè, cilindro del freno) presenta un problema, le prestazioni frenanti risultano compromesse anche se il meccanismo della pinza è integro. Nella libreria di guide tecniche VADEN sono disponibili guide separate su guasti, sostituzione e manutenzione per compressore dell'aria, essiccatore d'aria, valvola relè, cilindro del freno, sensore ABS e pastiglie freno.