



GUIDA TECNICA

Valvola di Protezione a Quattro Circuiti: Guida Guasti e Sostituzione

Guasti, diagnosi, sostituzione e manutenzione della valvola di protezione a quattro circuiti nei mezzi pesanti: valori tecnici, coppie ed errori da evitare.

Una delle frasi che si sentono più spesso in officina è questa: "Il veicolo perde aria, ma non riusciamo a trovare da dove". Nella maggior parte dei casi il problema porta a un componente che se ne sta silenzioso tra l'essiccatore d'aria e le camere del freno, e che quasi nessuno controlla: la valvola di protezione a quattro circuiti. Nelle flotte che operano sulla direttrice Germania-Europa centrale questo componente è chiamato *Vierkreisschutzventil* e compare di frequente nei registri dei guasti; in altri contesti viene indicato come "valvola distributrice", "valvola a quattro circuiti" o "valvola di protezione". Qualunque sia il nome, la funzione è la stessa: suddividere l'aria compressa proveniente dal compressore in quattro circuiti distinti e mantenere in pressione gli altri quando uno di essi cede. Questa guida è pensata per le officine e i tecnici di flotta che vogliono conoscere il componente, diagnosticarne correttamente il guasto, smontarlo e rimontarlo nel modo giusto e prolungarne la durata.

CONSIGLIO —

Nota E-E-A-T: Questo documento è stato redatto dal team tecnico VADEN sulla base di registri di assistenza reali riscontrati sul campo negli impianti frenanti pneumatici dei veicoli commerciali pesanti e della documentazione dei costruttori OE. I valori riportati sono intervalli di riferimento tipici; **per la pressione di apertura esatta, il limite di tenuta e i valori di coppia specifici del vostro veicolo, fate sempre riferimento al manuale di assistenza aggiornato del costruttore del veicolo.** Ultimo aggiornamento: luglio 2026.

Che cos'è la valvola di protezione a quattro circuiti / valvola distributrice? Funzione e principio di funzionamento

La valvola di protezione a quattro circuiti è una valvola di sicurezza che distribuisce l'aria compressa proveniente dall'essiccatore ai circuiti del freno anteriore, del freno posteriore, del freno di stazionamento/rimorchio e dei servizi ausiliari secondo un ordine di priorità; quando in un circuito si verifica una perdita, isola quel circuito, mantiene la pressione degli altri e impedisce che il veicolo resti senza freni.

Il principio di funzionamento si basa in realtà su un'idea semplice: all'uscita di ogni circuito è presente un elemento di chiusura a molla che non si apre finché non viene raggiunto un determinato valore di pressione. Quando il compressore entra in funzione e inizia a caricare l'impianto, la valvola riempie prima i circuiti del freno (circuiti 1 e 2). Finché questi circuiti non raggiungono un livello di sicurezza, il passaggio dell'aria verso i circuiti 3 e 4 (stazionamento/rimorchio e servizi ausiliari) resta limitato. In questo modo, al primo avviamento del motore il veicolo predispone i freni prima di riempire il soffietto della sospensione o la pompa di ribaltamento della cabina. Questa sequenza non è casuale: è la traduzione hardware del principio di "priorità dei circuiti frenanti" previsto dalla ECE R13 e dalle normative equivalenti.

La seconda funzione, ancora più critica, si manifesta in caso di guasto. Supponiamo che scoppi un tubo della sospensione della cabina sul circuito 4. Senza la valvola di protezione, tutta l'aria dell'impianto uscirebbe da questa falla e il veicolo perderebbe la pressione frenante nel giro di pochi secondi. La valvola di protezione, quando la pressione di quel circuito scende sotto la soglia di chiusura stabilita, chiude la via corrispondente e mantiene la pressione dei circuiti

rimanenti a un determinato livello. Il veicolo non resta così senza freni e il conducente può arrestarlo in sicurezza.

- **Corpo (fusione di alluminio o composito):** Alloggia la porta di ingresso (1) e le quattro porte di uscita (21, 22, 23, 24); la numerazione delle porte è conforme alla ISO 6786.
- **Gruppo membrana / pistone:** Distinto per ogni circuito; elemento mobile che apre e chiude in funzione della differenza di pressione.
- **Molle di pressione:** Molle calibrate che determinano la pressione di apertura e chiusura; regolate in fabbrica, non manomettibili sul campo.
- **Valvole di non ritorno (non-return):** Impediscono che l'aria ritorni dai circuiti integri verso il circuito guasto.
- **O-ring ed elementi di tenuta:** EPDM o NBR; negli impianti frenanti pneumatici si preferisce generalmente l'EPDM.
- **Viti di regolazione / tappi:** Presenti in alcuni tipi; se il cappuccio di sicurezza in plastica è stato rimosso, significa che il componente è stato manomesso.
- **Punti di prova (opzionali):** Alcuni corpi dispongono di un attacco per manometro M16×1,5 per ogni circuito.

Differenza tra i tipi sequenziali (a stadi) e non sequenziali

Le valvole di protezione a quattro circuiti presenti sul mercato funzionano sostanzialmente secondo due logiche. Nel **tipo sequenziale (a stadi / sequential)** i circuiti si riempiono secondo un preciso ordine di priorità: prima i circuiti del freno, poi quelli di stazionamento e ausiliari. Questo tipo garantisce che i freni siano rapidamente pronti al primo avviamento, ma ritarda leggermente il riempimento dei circuiti ausiliari. Nel **tipo simultaneo (parallelo / simultaneous)**, invece, tutti i circuiti iniziano a riempirsi contemporaneamente e il circuito che raggiunge la pressione di apertura apre la propria via. Nei moderni trattori europei si impiegano prevalentemente strutture miste a stadi-simultanee.

Questa distinzione è importante perché, quando al posto di una valvola sequenziale si installa una valvola simultanea, il veicolo a prima vista funziona normalmente; il problema emerge solo quando un circuito cede oppure alla prima partenza in una fredda mattina. Per questo la scelta del componente non deve essere fatta con la logica del "la misura torna, le porte combaciano".

Numerazione dei circuiti e a quale circuito va cosa?

In un tipico trattore europeo la distribuzione delle porte è generalmente la seguente: l'uscita numero 21 è il circuito del freno anteriore, l'uscita 22 è il circuito del freno posteriore, l'uscita 23 è il freno di stazionamento e l'alimentazione del rimorchio, mentre l'uscita 24 è destinata ai servizi ausiliari (sospensione, ribaltamento cabina, servoassistenza della frizione, freno di scarico, PTO). Tuttavia questa distribuzione può variare da costruttore a costruttore e in base al tipo di telaio. Nei veicoli con allestimenti specifici sono frequenti i casi in cui il circuito 24 alimenta l'impianto idraulico di una gru o di un ribaltabile.

Rapporto con l'essiccatore d'aria

Nella maggior parte dei veicoli la valvola di protezione a quattro circuiti è posizionata subito dopo l'essiccatore d'aria. In alcune applicazioni moderne, invece, l'essiccatore e la valvola di

protezione sono integrati in un unico modulo (APU / unità di trattamento dell'aria). In questo caso potrebbe non essere possibile sostituire la valvola da sola; occorre valutare il kit di assistenza del modulo o la sostituzione completa. Nei veicoli con unità elettronica di trattamento dell'aria (tipo EAPU) le pressioni dei circuiti sono monitorate dalla ECU e il guasto viene registrato direttamente come codice di errore dell'impianto frenante.

Veicolo / Famiglia di sistema	Tipo di valvola comune	Posizione tipica	Nota di officina
Mercedes-Benz Actros / Axor (EURO 5-6)	A stadi, 4 uscite; APU integrata nei modelli più recenti	Lato sinistro del telaio, uscita essiccatore	Nell'EURO 6 monitoraggio elettronico; il guasto viene segnalato direttamente in cabina
MAN TGA / TGS / TGX	A stadi, corpo separato o all'interno di un modulo	In prossimità dell'essiccatore	L'umidità può migrare verso la valvola; controllate insieme alla cartuccia dell'essiccatore
Serie Scania R / G	Mista a stadi-simultanea	Sotto il telaio, all'interno di una lamiera di protezione	Elevata esposizione a neve/sale; frequente corrosione del corpo
Volvo FH / FM, Renault T	A stadi; APU integrata in alcuni modelli	Blocco dell'unità di trattamento dell'aria	La valvola singola potrebbe non essere reperibile; verificate il kit del modulo
DAF XF / CF	A stadi, 4 uscite, corpo separato	Lato destro del telaio	Esistono varianti con diverso orientamento delle porte; verifica fisica indispensabile
Applicazioni per autobus / bus urbani	4 o 5 uscite; con circuiti porte e sospensione	Vano motore o lato bagagliaio	Il circuito porte è protetto separatamente; la mappa dei circuiti è specifica del veicolo
Corpi equivalenti tipo Knorr-Bremse / tipo Wabco	Disposizione standard delle porte ISO	Variabile	Corpi apparentemente identici possono avere pressioni di apertura diverse

⚠ ATTENZIONE —

Verifica del codice ricambio — imprescindibile: Nelle valvole di protezione a quattro circuiti, corpi che dall'esterno appaiono quasi identici possono avere all'interno una calibrazione delle molle e una pressione di apertura diverse. Se si installa una valvola con calibrazione errata, il veicolo carica normalmente, il conducente non si accorge di nulla — ma quando un circuito cede la protezione non interviene. Per questo la scelta deve sempre essere verificata attraverso la triade costituita dal **codice OE riportato sul componente vecchio**, dal numero di telaio/VIN del veicolo e dalla disposizione delle porte di uscita. Il solo fatto che sia "delle stesse dimensioni e con lo stesso attacco" *non è sufficiente*. In caso di dubbio, richiedete una verifica di riferimento incrociato alla linea di supporto tecnico VADEN.

Sintomi del guasto e diagnosi

I guasti della valvola di protezione vengono spesso raggruppati sotto la voce "perdita d'aria" e la colpa viene generalmente attribuita prima alle camere, poi ai tubi. In realtà la valvola presenta

sintomi propri e riconoscibili. La tabella seguente riassume gli scenari più frequenti riscontrati sul campo.

Sintomo	Possibile causa	Controllo / Verifica
Con il veicolo in sosta, durante la notte la pressione cala su tutti i circuiti	Tenuta interna della valvola compromessa; ritorno d'aria tra i circuiti o perdita verso l'esterno del corpo	Lasciate i serbatoi carichi, arrestate il motore e leggete il manometro dopo 8-12 ore. Se tutti i circuiti calano in egual misura, il sospetto sulla valvola è forte. Passate acqua saponata sul corpo e attorno alle porte.
Il compressore è sempre in funzione, non stacca	Perdita continua dalla valvola; anche la valvola di scarico dell'essiccatore potrebbe essere guasta contemporaneamente	Isolate (con un tappo cieco) il tratto tra l'uscita dell'essiccatore e l'ingresso della valvola per individuare su quale lato è la perdita.
Il circuito ausiliario (sospensione / ribaltamento cabina) non si riempie affatto, i freni sono normali	L'uscita del circuito 4 è bloccata/rimasta chiusa; incollaggio della membrana	Collegate un manometro all'uscita numero 24 e verificate se c'è pressione a impianto completamente carico. Se non c'è pressione, il guasto è interno alla valvola.
Quando un circuito cede, il veicolo resta completamente senza freni	La funzione di protezione non interviene; valvola di non ritorno permeabile oppure valvola con calibrazione errata installata	Prova controllata: scaricate un circuito e monitorate con il manometro la pressione degli altri. Se anche gli altri circuiti calano, la valvola non protegge. <i>Questa prova si esegue esclusivamente a veicolo fermo e messo in sicurezza.</i>
Con il freddo, alla prima partenza mattutina i circuiti si riempiono in ritardo, durante il giorno nessun problema	Congelamento dell'umidità all'interno della valvola; cartuccia dell'essiccatore satura, l'umidità migra verso la valvola	Scaricate i serbatoi e controllate l'acqua che ne esce. Verificate la data di sostituzione della cartuccia dell'essiccatore. Se dalla valvola provengono rumori di ghiaccio/ritardi, la causa è l'umidità.
Sibilo continuo proveniente dal corpo della valvola	Invecchiamento degli O-ring, cricca del corpo, danneggiamento della filettatura della porta	Prova con acqua saponata; se il punto che forma bolle è sulla filettatura della porta è un problema del raccordo/tubo, se è al centro del corpo occorre sostituire la valvola.
Pressione del rimorchio bassa o freno del rimorchio che si scarica in ritardo	Pressione di uscita insufficiente del circuito di alimentazione del rimorchio (generalmente il 23)	Collegate un manometro alla testa di alimentazione del rimorchio e leggete la pressione; confrontatela con la pressione del serbatoio del trattore.
La spia di avaria dell'impianto frenante non si spegne pur essendo l'impianto carico	La pressione di un circuito resta sotto la soglia; sensore o uscita della valvola	Leggete con lo strumento diagnostico i dati di pressione live circuito per circuito; confrontateli con il manometro fisico. Se c'è uno scostamento è il sensore, se sono entrambi bassi è la valvola.

La chiave di una diagnosi corretta: manometro circuito per circuito

Su questo componente l'unico metodo affidabile di diagnosi consiste nel collegare un manometro distinto a ciascun circuito e osservarne il comportamento in fase di carico e scarico. Decidere a occhio o affidandosi solo all'indicatore in cabina porta spesso alla sostituzione inutile di una valvola perfettamente integra. Utilizzate un set di prova con almeno due canali, preferibilmente quattro; nei veicoli privi di punti di prova realizzate un collegamento temporaneo con un raccordo a T.

Distinguere la perdita tra la valvola e i componenti adiacenti

La valvola di protezione è incastonata tra l'essiccatore d'aria, i serbatoi dei quattro circuiti e decine di raccordi. La prova con acqua saponata resta il metodo più pratico, ma sporco e olio sotto il telaio possono nascondere la schiuma. Pulite prima la zona con aria compressa. Se disponete di un rilevatore di perdite a ultrasuoni, scansionate l'area intorno alla valvola a motore spento — con l'impianto in pressione il punto di perdita si sente chiaramente. Se il rumore della perdita proviene dal centro del corpo si tratta di tenuta interna, se proviene dalla filettatura della porta è un problema di collegamento.

Lettura dei codici di errore nei veicoli con monitoraggio elettronico

Nei veicoli di classe EURO 6 le pressioni dei circuiti sono monitorate dalla ECU. Codici del tipo "pressione circuito 4 bassa" o "pressione di alimentazione insufficiente" non indicano direttamente la valvola di protezione; anche sensore, tubo e serbatoio possono generare lo stesso codice. Considerate il codice come punto di partenza e confermatelo con il manometro fisico. Se cancellate il codice e questo ricompare sullo stesso circuito, il guasto fisico è reale.

Fasi di sostituzione / installazione

⚠ ATTENZIONE —

Dispositivi di protezione individuale e sicurezza: Lavorare su un impianto ad aria compressa comporta un serio rischio di lesioni. Occhiali di protezione, guanti da lavoro e scarpe antinfortunistiche con puntale in acciaio sono obbligatori. **Prima di iniziare, scaricate tutti i serbatoi d'aria dell'impianto** e verificate la pressione zero sul manometro. Portate il veicolo su terreno pianeggiante, arrestate il motore, spegnete il quadro, staccate lo stacca-batteria, inserite le zeppe alle ruote e bloccate meccanicamente il freno di stazionamento. Ricordate che le camere del freno di stazionamento sono a molla e che, allo scarico dell'aria, il freno si blocca; se dovete trainare il veicolo, applicate prima i bulloni di rilascio della molla. Non allentate mai un raccordo in pressione — un raccordo o l'estremità di un tubo che schizzano via possono essere letali.

- 1 Confermate il guasto:** Prima di smontare la valvola, completate la prova al manometro circuito per circuito e dimostrate che la perdita è effettivamente nella valvola. Rimontare una valvola smontata per semplice sospetto crea spesso nuove perdite a causa del deterioramento delle guarnizioni.

- 2 Verificate in anticipo il nuovo componente:** Confrontate il codice OE del componente vecchio, il VIN del veicolo e la disposizione delle porte con la nuova valvola. Aprite la scatola e affiancate i corpi; numero delle porte, diametro delle porte, orientamento delle porte e interasse dei fori di montaggio devono corrispondere esattamente.
- 3 Scaricate completamente l'impianto:** Aprite le valvole di scarico di tutti i serbatoi. Non allentate alcun collegamento finché il manometro non indica zero. Scaricate in questa fase anche l'acqua accumulata nei serbatoi e osservatene il colore — un'acqua sporca/oleosa è indice di guasto dell'essiccatore.
- 4 Etichettate i tubi:** Prima di smontare, etichettate ogni tubo e il relativo numero di porta e, se possibile, scattate una foto. Confondere i quattro circuiti è un errore che può arrivare a lasciare il veicolo senza freni ed è difficile da individuare dopo il montaggio.
- 5 Smontate i collegamenti:** Allentate i raccordi con una chiave della misura corretta, tenendo fermo il corpo in contrasto. Non usate chiavi improprie o pinze; una filettatura schiacciata sul corpo in alluminio farà perdere anche il nuovo componente. Sui raccordi grippati usate spray penetrante, non forzate la rotazione.
- 6 Smontate la valvola e pulite la sede:** Rimuovete i bulloni di montaggio e togliete la valvola. Pulite la superficie della staffa e gli eventuali residui di guarnizione. Se la staffa presenta cricche o fori di montaggio deformati, sostituite anche la staffa — un montaggio in tensione è la causa numero 1 delle cricche del corpo.
- 7 Controllate le linee e soffiatele:** Soffiate l'interno di ogni tubo smontato con aria compressa; se ne escono olio, acqua o granuli dell'essiccatore, non montate la nuova valvola senza aver risolto la causa. Il nuovo componente subirà la stessa sorte con lo stesso sporco.
- 8 Posizionate la nuova valvola:** Appoggiate il corpo sulla staffa e avvitate i bulloni prima a mano fino a completo imbocco della filettatura. Non cercate di allineare il corpo forzando il bullone; se c'è un problema di allineamento, correggete la staffa.
- 9 Serrate a coppia:** Serrate i bulloni di montaggio e i raccordi con il valore di coppia indicato dal costruttore del veicolo, in sequenza incrociata e con chiave dinamometrica. Il metodo "serra a mano, poi un quarto di giro" provoca lo spanamento della filettatura sul corpo in alluminio. Se è necessaria una sigillatura della filettatura, usate solo un prodotto del tipo approvato dal costruttore; frammenti di nastro in teflon che finiscono nell'impianto intasano la valvola.
- 10 Caricate l'impianto ed eseguite la prova di tenuta:** Avviate il motore e attendete che l'impianto si carichi fino alla pressione di stacco. Passate acqua saponata sul corpo della valvola e su tutti i collegamenti. Arrestate poi il motore e passate alla prova di caduta di pressione.

- 11 Prova funzionale e su strada:** Verificate con il manometro che ogni circuito si carichi correttamente; applicate e rilasciate più volte il freno di stazionamento, provate l'attacco del rimorchio, azionate le funzioni di sospensione e ribaltamento cabina. In una breve prova su strada osservate la risposta dei freni e le spie di avaria. Nei veicoli con monitoraggio elettronico cancellate i codici di errore e rileggeteli.

Cose a cui prestare attenzione (errori frequenti)

⚠ ATTENZIONE —

L'errore più pericoloso: manomettere la regolazione della molla. Alcune valvole dispongono di una vite di regolazione o di un tappo. Ogni intervento fatto con la logica "la pressione arriva bassa, stringiamola un po'" altera la calibrazione di fabbrica della valvola e può disattivare la funzione di protezione. Il veicolo continua a funzionare normalmente e il problema emerge solo quando un circuito cede — cioè nel momento peggiore. La calibrazione si esegue in fabbrica; non si regola sul campo.

⚠ ATTENZIONE —

Il secondo errore pericoloso: sostituire la valvola senza risolvere l'origine della perdita. Una parte importante dei guasti della valvola di protezione non è un difetto della valvola stessa, ma il fatto che l'essiccatore d'aria non svolge il suo compito. Una cartuccia dell'essiccatore satura trasporta umidità e olio del compressore direttamente all'interno della valvola; l'olio fa rigonfiare gli O-ring, l'umidità congela e incolla la membrana. Una nuova valvola installata trascurando l'essiccatore ripresenterà lo stesso guasto nel giro di pochi mesi. In caso di sostituzione della valvola, valutate sempre insieme lo stato della cartuccia dell'essiccatore.

- **Scambiare i tubi:** Invertire il circuito 21 con il 24 compromette la priorità di frenata del veicolo e, in caso di guasto, la protezione viene applicata al circuito sbagliato. L'etichettatura non si tralascia.
- **Scegliere il componente in base all'aspetto:** Stesso corpo, calibrazione delle molle diversa. Una valvola installata senza verifica del codice OE è un componente che "sembra funzionare" ma non protegge.
- **Usare nastro in teflon:** I frammenti di nastro che si staccano si depositano sulla membrana e sulla valvola di non ritorno della valvola, creando un'ostruzione irreversibile. Si usa solo il prodotto sigillante per filettature approvato dal costruttore.
- **Allentare un raccordo in pressione:** Una delle cause più frequenti di infortunio. Nessun collegamento va aperto finché il manometro non indica zero.
- **Coppia eccessiva sul corpo in alluminio:** La filettatura si spana, il corpo si incrina. La chiave dinamometrica è obbligatoria; su questo componente il "senso del braccio" non basta.
- **Trascurare staffa e vibrazioni:** Una staffa allentata o incrinata trasmette continuamente vibrazioni e tensioni alla valvola. La maggior parte delle cricche del corpo deriva da questo.
- **Saltare la prova di tenuta:** Dopo il montaggio non basta dire "tiene l'aria". Il veicolo non va rimesso in strada senza aver eseguito la prova di caduta di pressione.

- **Guardare solo l'indicatore in cabina:** L'indicatore in cabina mostra generalmente i due circuiti principali del freno; non rileva lo stato dei circuiti 3 e 4. Il manometro fisico è indispensabile.
- **Non scaricare l'acqua dei serbatoi:** L'acqua accumulata nei serbatoi migra verso la valvola. Lo scarico di routine prolunga direttamente la vita della valvola.

Valori tecnici e punti di controllo

I valori riportati nella tabella seguente sono intervalli di **riferimento tipici / generali** per gli impianti frenanti pneumatici dei veicoli commerciali pesanti di tipo europeo. Variano in base al costruttore del veicolo, al tipo di valvola e alla configurazione del telaio. Per il valore esatto, **fa sempre fede il manuale di assistenza aggiornato del costruttore del veicolo.**

Parametro	Intervallo di riferimento tipico	Descrizione
Pressione di esercizio dell'impianto (pressione di stacco)	~10,0–12,5 bar (~145–180 psi)	Limite superiore a cui il compressore stacca; lo determina il regolatore
Pressione di inserimento dell'impianto (avvio compressore)	~8,0–10,0 bar (~115–145 psi)	Tipicamente 1,5–2 bar al di sotto della pressione di stacco
Pressione di apertura dei circuiti del freno (21/22)	~4,5–5,5 bar (~65–80 psi)	Soglia in cui i circuiti del freno si riempiono in via prioritaria
Pressione di apertura del circuito ausiliario (24)	~6,5–8,5 bar (~95–125 psi)	Si apre dopo che i circuiti del freno hanno raggiunto un livello di sicurezza
Pressione di chiusura (protezione) del circuito	~4,0–5,5 bar (~58–80 psi)	Il circuito guasto viene isolato sotto questa soglia
Caduta di pressione statica (motore spento, 8 ore)	Generalmente ≤ 0,3–0,5 bar	Un valore superiore indica una perdita nell'impianto; il limite varia in base al costruttore
Caduta di pressione (motore spento, 3 minuti, freni liberi)	Generalmente ≤ 0,2 bar	Controllo rapido sul campo; il limite esatto è nel manuale di assistenza
Intervallo di temperatura di esercizio	Circa -40 °C ... +80 °C	Dipende dal materiale del corpo e della guarnizione; il limite superiore continuativo è più basso
Temperatura dell'aria all'uscita dell'essiccatore (tipica)	~40–70 °C	Una temperatura elevata può indicare che l'essiccatore non trattiene l'umidità
Dimensione delle porte di ingresso / uscita	Generalmente M22×1,5 ingresso, M16×1,5 uscita	Varia in base al tipo; verifica fisica indispensabile
Tempo di carica dell'impianto (da vuoto a pressione di stacco)	Generalmente ≤ 3–8 minuti (a regime superiore al minimo)	Un tempo prolungato è indice di problemi al compressore, all'essiccatore o di una perdita

I valori di coppia variano in modo significativo in base al materiale del corpo (alluminio o composito), alla classe del bullone e al tipo di staffa. Gli intervalli seguenti hanno solo scopo

indicativo.

Collegamento	Intervallo di coppia tipico	Nota
Bulloni di montaggio della valvola (M8)	~20–28 Nm	Si serrano in sequenza incrociata; sul corpo in alluminio non si supera il limite superiore
Bulloni di montaggio della valvola (M10)	~40–55 Nm	In base al tipo di staffa
Raccordo di uscita (M16×1,5)	~30–40 Nm	Si serra tenendo il corpo in contrasto
Raccordo di ingresso (M22×1,5)	~40–55 Nm	Una coppia eccessiva spana la filettatura del corpo
Tappo del punto di prova	~10–15 Nm	Filettatura piccola; serrare "a sensazione" è rischioso

CONSIGLIO —

Consiglio dal campo: Se il valore di coppia non è reperibile nel manuale, misurare la coppia di sbloccaggio del vecchio bullone fornisce un riferimento approssimativo — ma è una stima, non un valore esatto. Sui corpi in alluminio, in caso di dubbio, preferite la coppia *più bassa* ed eseguite con scrupolo la prova di tenuta; il rimedio a una filettatura spanata è la sostituzione del corpo.

- Registrate con il manometro la sequenza di carico e la pressione finale di ogni circuito; vi consentirà un confronto al prossimo intervento.
- Cercate sul corpo cricche, fioriture bianche di corrosione e segni di urto.
- Verificate che le filettature delle porte non presentino schiacciamenti o spanamenti.
- Verificate il serraggio dei bulloni della staffa e l'assenza di cricche nella staffa.
- Ispezionate lo stato dei tubi collegati alla valvola per rilevare sfregamento, schiacciamento e danni da calore.
- Osservate se l'acqua che esce dallo scarico dei serbatoi è limpida; un'acqua oleosa/emulsionata indica un problema al compressore o all'essiccatore.
- Verificate dai registri la data dell'ultima sostituzione della cartuccia dell'essiccatore.
- Nei veicoli con monitoraggio elettronico confrontate i dati live delle pressioni dei circuiti con il manometro fisico.

Manutenzione e durata

La valvola di protezione a quattro circuiti è un componente di lunga durata in un impianto che funziona correttamente. Sul campo si osserva tipicamente che lavora senza problemi per centinaia di migliaia di chilometri. Tuttavia questa durata dipende meno dalla qualità della valvola stessa che dalla **qualità dell'aria che le arriva**. Un'aria contenente umidità e olio del compressore consuma anche la valvola migliore nel giro di pochi anni. Per questo la manutenzione della valvola è, in realtà, la manutenzione dell'intera catena di preparazione dell'aria.

- **Sostituite in tempo la cartuccia dell'essiccatore d'aria.** Il periodo previsto dal costruttore è generalmente annuale o basato su un certo chilometraggio; nelle condizioni di lavoro polverose e umide accorciate il periodo. È l'unico intervento più efficace che potete fare per la durata della valvola.
- **Scaricate regolarmente l'acqua dei serbatoi.** Nei veicoli privi di scarico automatico, settimanalmente, e con maggiore frequenza nei cambi di stagione.
- **Tenete sotto controllo le perdite di olio del compressore.** Un compressore che trasporta olio verso la valvola fa rigonfiare gli O-ring compromettendo la tenuta. Un'acqua oleosa proveniente dal serbatoio è un segnale precoce di questo guasto.
- **Eseguite annualmente la prova di caduta di pressione.** La misura della caduta statica a motore spento intercetta il guasto mesi prima di restare fermi sulla strada.
- **Nella preparazione all'inverno controllate l'applicazione dell'antigelo.** Negli impianti che utilizzano un dosatore di antigelo, il controllo del livello e del dosaggio previene il congelamento all'interno della valvola.
- **Inserite il controllo visivo nella routine.** A ogni manutenzione periodica, una scansione visiva di 30 secondi del corpo della valvola, della staffa e dei tubi intercetta precocemente cricche e danni da sfregamento.
- **Dopo la sostituzione, ricontrollate i collegamenti nei primi 1.000 km.** Le vibrazioni possono provocare piccoli allentamenti in un montaggio nuovo.
- **Preferite la sostituzione alla riparazione.** Questo componente è un elemento di sicurezza; la sua calibrazione interna non è recuperabile sul campo. Se il costruttore non prevede espressamente un kit di riparazione, la sostituzione completa è la decisione corretta.

In sintesi: la valvola di protezione è un componente invisibile finché funziona, ma nel momento del guasto è lei a decidere se il veicolo resterà o meno senza freni. La sua manutenzione è economica, la sua trascuratezza è costosa. In una flotta che sostituisce in tempo la cartuccia dell'essiccatore, scarica l'acqua dei serbatoi ed esegue una volta all'anno la prova di caduta di pressione, questo componente non fa quasi mai parlare di sé — ed è proprio questo l'obiettivo.

Domande frequenti

Se la valvola di protezione a quattro circuiti si guasta, il veicolo può mettersi in strada?

No. È un elemento di sicurezza e, quando è guasto, sorge la possibilità che il veicolo resti senza freni in caso di cedimento di un circuito. Anche se la perdita sembra piccola e il veicolo appare fermarsi normalmente, un veicolo la cui funzione di protezione non è operativa non deve mettersi in strada. Inoltre, una perdita rilevata nell'impianto frenante pneumatico durante i controlli su strada può portare al fermo del veicolo dal servizio.

Il Vierkreisschutzventil e la valvola di protezione a quattro circuiti sono lo stesso componente?

Sì, sono esattamente lo stesso componente. *Vierkreisschutzventil* è la denominazione tedesca e compare con questo nome nei documenti di assistenza e nei cataloghi OE dei veicoli che operano sulla direttrice europea. In italiano si dice "valvola di protezione a quattro circuiti" o

"valvola distributrice". Nei documenti in inglese si trova invece come "four-circuit protection valve". Sapere che questi tre termini indicano lo stesso prodotto fa risparmiare tempo nella ricerca a catalogo.

È possibile regolare la pressione della valvola?

No. Le pressioni di apertura e di chiusura sono determinate da molle calibrate in fabbrica. Anche se su alcuni corpi si vede una vite di regolazione, non è un elemento da manomettere sul campo. Ogni intervento comporta il rischio di compromettere la funzione di protezione e il guasto emerge solo in caso di un reale cedimento di un circuito — cioè nel momento peggiore. Se la pressione arriva errata, la causa non è generalmente la regolazione della valvola, ma una perdita o un guasto interno.

Ogni perdita d'aria è causata dalla valvola di protezione?

No, e questo è un errore comune. La maggior parte delle perdite d'aria proviene da tubi, raccordi, camere o dall'essiccatore. Il sospetto sulla valvola di protezione va confermato solo dopo aver escluso le altre fonti tramite la prova al manometro circuito per circuito e con acqua saponata/rilevatore a ultrasuoni. Una sostituzione della valvola effettuata senza prove spreca sia denaro sia tempo; per giunta può creare una nuova perdita.

È necessario sostituire la valvola e l'essiccatore d'aria insieme?

Non è obbligatorio, ma nella maggior parte dei casi è sensato. Una parte importante dei guasti della valvola di protezione ha come causa profonda il fatto che una cartuccia dell'essiccatore satura trasporta umidità e olio alla valvola. Se la cartuccia dell'essiccatore è a fine vita o dai serbatoi esce acqua oleosa/emulsionata, sostituire anche la cartuccia insieme alla valvola protegge la durata del nuovo componente. In caso contrario lo stesso guasto si ripresenta in breve tempo.

È sicuro utilizzare una valvola di protezione equivalente?

Sì, purché sia scelta correttamente e la qualità produttiva sia adeguata. Il punto critico non è la marca del componente, ma **l'idoneità della sua calibrazione e della disposizione delle porte al veicolo**. Due valvole apparentemente identiche possono avere pressioni di apertura diverse. Per questo la scelta va fatta con il riferimento incrociato del codice OE e la verifica del VIN del veicolo. I prodotti VADEN sono realizzati sulla base delle specifiche OE e la verifica del codice può essere effettuata tramite il supporto tecnico.

Con il freddo i circuiti si riempiono in ritardo, si è guastata la valvola?

Probabilmente no. La causa classica di questo quadro è l'umidità: poiché la cartuccia dell'essiccatore è satura, l'acqua migra verso la valvola, congela durante la notte e al mattino incolla la membrana. Quando il giorno si riscalda il problema scompare. Controllate prima l'acqua dei serbatoi e lo stato della cartuccia dell'essiccatore. Una valvola sostituita senza risolvere il problema dell'umidità ripresenterà lo stesso sintomo al primo inverno.

Qual è la durata della valvola di protezione?

Generalmente non esiste un periodo di sostituzione fisso stabilito dal costruttore; il componente si affronta con la logica del "si sostituisce alla rilevazione di guasto o perdita". In un impianto

alimentato con aria pulita e secca può lavorare senza problemi per centinaia di migliaia di chilometri. I fattori che ne determinano davvero la durata sono la regolarità della manutenzione dell'essiccatore, la presenza o meno di perdite di olio dal compressore e l'esposizione all'umidità/al sale dell'ambiente di lavoro.

Quali prove vanno eseguite dopo la sostituzione della valvola?

Almeno tre: scansione della perdita con acqua saponata, prova di carico circuito per circuito (ogni circuito raggiunge la pressione corretta nella sequenza corretta?) e prova di caduta di pressione statica a motore spento. Azionate poi concretamente le funzioni di freno di stazionamento, alimentazione del rimorchio e servizi ausiliari. Nei veicoli con monitoraggio elettronico cancellate i codici di errore e rileggeteli. Il veicolo non va consegnato prima di aver completato questi passaggi.

La famiglia di prodotti VADEN ORIGINAL valvola di protezione a quattro circuiti / valvola distributrice è realizzata sulla base delle specifiche OE per questo punto critico di sicurezza degli impianti frenanti pneumatici dei veicoli commerciali pesanti; è offerta con un elenco di riferimenti incrociati che copre un'ampia gamma di veicoli, dai trattori europei alle applicazioni per autobus. Per verificare il codice ricambio adatto al vostro veicolo, confermare la disposizione delle porte o ricevere supporto su uno dei passaggi diagnostici descritti in questa guida, potete contattare il team tecnico VADEN; potete inoltre consultare l'intera famiglia di prodotti su vadenoriginal.com.