



**GUIDA TECNICA**

# **Sensore ABS velocità ruota ed ECU: guasti, diagnosi e sostituzione**

Sensore di velocità ruota ABS, tone ring ed ECU su camion e veicoli pesanti: sintomi, diagnosi DTC, traferro e sostituzione passo-passo.

Quando sulla plancia del trattore stradale si accende la spia gialla dell'ABS, la maggior parte degli autisti pensa "il freno funziona, posso continuare". In realtà, con l'ABS disattivato, in una frenata brusca la ruota si blocca, il semirimorchio può mettersi a coltello e lo spazio di arresto si allunga in modo evidente. Sul veicolo pesante, questa differenza si chiama distanza tra un incidente e una fermata controllata. Questa guida spiega, con il linguaggio di chi lavora sul campo, la triade composta da sensore di velocità ruota ABS, tone ring (ruota fonica) ed ECU/modulo; affronta in sequenza i sintomi di guasto, la regolazione del traferro, i metodi di misura e le fasi di sostituzione.

**Nota E-E-A-T:** Questo documento è stato redatto dal team tecnico VADEN, specializzato in impianti frenanti ed elettronici per veicoli pesanti. I valori qui riportati hanno carattere di riferimento generale; per valori precisi come traferro, resistenza e coppia occorre sempre basarsi sul manuale di assistenza OE aggiornato del costruttore del veicolo/assale. **Ultimo aggiornamento: settembre 2026.**

Gli impianti frenanti pneumatici dei veicoli pesanti sono progettati nel quadro del regolamento ECE R13 (frenatura ONU/UE) e della norma ISO 611.

## Cos'è il sensore di velocità ruota ABS e l'ECU? Funzione e principio di funzionamento

**Il sensore di velocità ruota ABS è un sistema elettronico di misura e controllo che converte la velocità di rotazione di ogni ruota in un segnale elettrico e lo trasmette al modulo ABS/EBS (ECU); l'ECU, con questa informazione, regola la pressione di frenata ruota per ruota, prevenendo il bloccaggio.**

Il cuore del sistema è composto da tre parti: il **sensore di velocità** posizionato in prossimità del mozzo ruota, la corona dentata che ruota insieme alla ruota (**tone ring / tone wheel / ruota fonica**) e l'**ECU/modulo ABS** che elabora i segnali provenienti da tutte le ruote. Quando i denti del tone ring passano davanti al sensore, questo genera centinaia di impulsi al secondo. All'aumentare della frequenza degli impulsi l'ECU riconosce che la ruota sta accelerando, mentre a un calo improvviso capisce che quella ruota sta iniziando a bloccarsi e, tramite le valvole modulatorici, in frazioni di secondo scarica e ripristina la pressione diretta alla relativa camera del freno.

Sul veicolo pesante questo sistema è spesso integrato con l'EBS (impianto frenante elettronico). I moduli tipo Knorr-Bremse, Wabco (ZF) o Bendix gestiscono, oltre all'ABS, anche l'ASR (antipattinamento), l'assistenza alla partenza in salita e l'integrazione del retarder. Quando il dato del sensore si corrompe, non solo l'ABS ma anche queste funzioni ausiliarie possono disattivarsi.

- **Sensore di velocità:** sonda che converte la variazione del campo magnetico in segnale elettrico, generalmente fissata al mozzo tramite una bussola di serraggio (clamping bush).
- **Tone ring (corona dentata):** anello metallico dentato pressato sul mozzo dell'assale o sulla flangia; determina il numero di impulsi.
- **Cavo sensore e connettore:** il punto più esposto a vibrazioni e acqua; la maggior parte dei guasti da corrosione e sfregamento si trova qui.

- **ECU / modulo ABS-EBS:** il cervello che elabora i segnali, genera i codici di guasto e pilota le valvole modulatrici.

### Come funziona il sensore passivo (induttivo)?

Il sensore passivo è una struttura semplice, con al suo interno un magnete permanente e una bobina; non richiede alimentazione esterna. Al passaggio dei denti del tone ring il campo magnetico varia e nella bobina viene generata una tensione alternata (AC). L'ampiezza del segnale dipende dalla velocità della ruota: a bassa velocità la tensione è debole, per cui a velocità molto ridotte il sensore passivo può risultare "cieco". Nella maggior parte dei veicoli pesanti è ancora diffuso per via della sua robustezza.

### Come funziona il sensore attivo?

Il sensore attivo (a effetto Hall o magneto-resistivo) riceve alimentazione dall'ECU e la sua uscita è un segnale a onda quadra (digitale) di ampiezza costante, indipendente dalla velocità. È in grado di leggere anche a velocità molto bassa, persino prossima allo zero; per questo è preferito nelle applicazioni di partenza in salita e nell'ASR di precisione. I sensori attivi lavorano generalmente con un anello a codifica magnetica (encoder ring) e possono essere più sensibili allo sporco rispetto al tipo induttivo.

### Elaborazione del segnale nell'ECU

L'ECU confronta continuamente i segnali delle quattro ruote (o di un numero maggiore nelle configurazioni 6x2/6x4). Se la velocità di una ruota si discosta in modo anomalo dalle altre, la interpreta come interruzione del cavo, traferro alterato o danneggiamento del tone ring; scrive in memoria il relativo codice di guasto (DTC) e, se necessario, disattiva l'ABS parzialmente o completamente.

| Caratteristica           | Sensore passivo / induttivo      | Sensore attivo (Hall/MR)                                                                  |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alimentazione            | Non necessaria (si autogenera)   | Richiede alimentazione dall'ECU                                                           |
| Tipo di segnale          | Analogico AC (sinusoide)         | Onda quadra digitale                                                                      |
| Lettura a bassa velocità | Debole / limitata                | Molto buona (prossima allo zero)                                                          |
| Misura                   | Resistenza (ohm) + tensione AC   | La misura di resistenza è per lo più priva di significato; si verificano segnale/corrente |
| Impiego tipico           | ABS classico per veicoli pesanti | EBS moderno, ASR, partenza in salita                                                      |
| Sensibilità allo sporco  | Media                            | Può essere elevata sull'anello codificato                                                 |

**Verifica del codice ricambio:** sugli assali anteriore e posteriore dello stesso trattore possono essere impiegati sensori di lunghezza diversa, con tipo di connettore e architettura di segnale (passivo/attivo) differenti. Non montate un sensore solo perché somiglia al vecchio smontato

dal mozzo; confermatelo tramite il numero di telaio del veicolo e il riferimento ricambio OE. Un sensore di tipo errato fa sì che l'ABS non entri mai in funzione.

## Sintomi di guasto e diagnosi

I guasti dei sensori ABS raramente si presentano all'improvviso come "si è fermato tutto"; il più delle volte iniziano come segnali che compaiono in determinate condizioni e poi scompaiono. La tabella seguente riassume i sintomi più frequenti sul campo, le possibili cause e il metodo di verifica.

| Sintomo                                                       | Possibile causa                                                          | Controllo / Verifica                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| La spia ABS resta accesa in modo permanente                   | Sensore in circuito aperto, cavo interrotto, tone ring danneggiato       | Leggere il DTC con lo strumento diagnostico; individuare la ruota interessata, misurare resistenza/segnale |
| La spia ABS si accende solo in movimento                      | Traferro eccessivo, dente del tone ring rotto, sensore allentato         | Verificare la sede del sensore e il traferro; far girare la ruota e monitorare i dati in tempo reale       |
| A una certa velocità una ruota si blocca / vibra              | Segnale intermittente, punta del sensore sporca, contatto discontinuo    | Osservare la forma d'onda con l'oscilloscopio; verificare la perdita di segnale muovendo il cavo           |
| ASR/antipattinamento o partenza in salita non funzionano      | Un sensore di un assale fornisce un segnale debole                       | Confrontare tutte le velocità ruota nei dati in tempo reale; individuare la ruota anomala                  |
| In frenata il veicolo non procede dritto, tira da un lato     | L'ABS di una ruota è disattivato, gli altri sono attivi                  | Prova su strada + DTC; identificare la ruota disattivata                                                   |
| Errore ABS intermittente, ricompare dopo la cancellazione     | Corrosione del connettore, cricca del cavo, gioco del mozzo (cuscinetto) | Aprire e pulire il connettore; scuotere la ruota per verificare il gioco del cuscinetto                    |
| Errore che compare con freddo/pioggia e scompare all'asciutto | Infiltrazione d'acqua nel connettore, cricca nell'isolamento del cavo    | Verificare a vista + con misura la tenuta del connettore e il percorso del cavo                            |

### Lettura della diagnosi (DTC)

Il primo passo è sempre leggere il codice di guasto. I moduli EBS moderni riportano separatamente su quale ruota (es. "anteriore sinistra", "posteriore destra") e quale tipo di errore (circuito aperto, cortocircuito, assenza di segnale, segnale non plausibile) si è verificato. Il codice "segnale non plausibile" è generalmente indice non del sensore, ma del traferro o del tone ring; sostituire il sensore senza fare questa distinzione è uno spreco frequente.

### Confronto tra ruote con i dati in tempo reale

Sollevando il veicolo e facendo girare le ruote a mano o al minimo, confrontate sullo schermo dei dati in tempo reale dello strumento diagnostico i valori di velocità delle quattro ruote. In un sistema sano i valori aumentano e diminuiscono in modo simile tra loro. Se il valore di una ruota salta, si azzerava o resta indietro rispetto agli altri, il problema è su quella linea.

## Analisi della forma d'onda con l'oscilloscopio

Il metodo più preciso è l'oscilloscopio. Su un sensore passivo, facendo girare la ruota, ci si aspetta una sinusoide regolare e simmetrica; i cali improvvisi di ampiezza indicano un danno al dente del tone ring o un traferro variabile. Su un sensore attivo si deve invece vedere un'onda quadra netta, con transizioni basso-alto. La distorsione dell'onda mentre si muove il cavo a mano è la prova certa di un guasto da contatto intermittente/discontinuo.

## 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](http://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**.

## Fasi di sostituzione / installazione

**Dispositivi di protezione individuale e sicurezza (DPI):** prima di iniziare il lavoro, bloccate il veicolo su terreno piano, mettete i cunei e portate la pressione dell'aria a un livello sicuro. Durante il sollevamento, spegnete il contatto di alimentazione ABS/EBS; scollegare il connettore a circuito attivo può causare la memorizzazione di un errore nel modulo. Usate guanti e occhiali protettivi; lavorando in prossimità dell'impianto frenante, prestate attenzione alla pressione residua nelle camere e nelle valvole.

- 1 Confermare il guasto:** prima di smontare il sensore, leggete il DTC e stabilite con certezza quale ruota sia responsabile; evitate smontaggi inutili.
- 2 Togliere contatto e alimentazione:** per proteggere il modulo ABS da registrazioni errate, spegnete il sistema e mettete i cunei al veicolo.
- 3 Sollevare la ruota e accedere:** staccate da terra la ruota interessata, se necessario smontate il cerchio; raggiungete il sensore e il percorso del cavo.
- 4 Scollegare il connettore:** sganciate con cura il connettore del sensore dal suo blocco; non forzate né rompete la clip, annotate l'eventuale corrosione.
- 5 Rimuovere il vecchio sensore:** nel tipo con clamping bush il sensore si estrae ruotandolo leggermente; se è bloccato, liberatelo ruotandolo con una pinza, senza forzare il foro.

- 6 Pulire la sede e il tone ring:** rimuovete ruggine e sporco dalla sede del sensore; ispezionate a vista i denti del tone ring e, in presenza di denti rotti/otturati, sostituite anche l'anello.
- 7 Montare la nuova bussola di serraggio (bush):** nella maggior parte delle applicazioni si usa una nuova clamping bush insieme al sensore; questo assicura che il sensore si posizioni saldamente alla giusta distanza dal tone ring.
- 8 Preparare la punta del sensore:** sulla testa del sensore si può applicare un sottile strato di grasso/pasta consigliato dal costruttore (consultare il manuale OE); non graffiate la punta e tenetela pulita.
- 9 Spingere il sensore a fondo:** inserite il sensore nella sede fino al contatto con il tone ring. In molte progettazioni il traferro si assesta automaticamente alla prima rotazione della ruota; nei tipi che richiedono una misura, verificate il traferro.
- 10 Collegare il cavo con il percorso corretto:** fate passare il cavo nelle sue fascette originali; tenetelo lontano da parti rotanti/in movimento, dallo scarico e dai bordi taglienti. Bloccate completamente il connettore.
- 11 Cancellare, testare e provare su strada:** cancellate la memoria guasti con lo strumento diagnostico, verificate la velocità ruota nei dati in tempo reale; con una prova su strada controllata a bassa velocità, confermate che la spia ABS resti spenta.

## Aspetti da considerare (errori frequenti)

**Errore più frequente: non lavorare in base al codice, ma in base al sintomo.** Sostituire sensori a caso perché "la spia ABS è accesa" è una comune perdita di tempo e denaro. La maggior parte dei problemi non è nel sensore, ma nel traferro, nel dente del tone ring, nella corrosione del connettore o nel gioco del cuscinetto del mozzo. Prima leggete, poi smontate.

**Non trascurate il cuscinetto del mozzo:** un cuscinetto ruota usurato modifica durante la rotazione la distanza tra tone ring e sensore, generando un errore di "segnale intermittente". Se l'errore persiste anche con un sensore appena montato, controllate il gioco del cuscinetto.

- Montare un sensore di lunghezza/tipo errato — il sensore si posiziona ma il segnale non arriva mai.
- Dimenticare di spingere il sensore contro il tone ring; lasciare un traferro eccessivo.
- Non bloccare completamente il connettore o rimontare un connettore infiltrato d'acqua senza pulirlo.
- Sostituire solo il sensore senza notare la rottura/l'otturazione di fango del dente del tone ring.
- Far passare il cavo lungo un percorso vicino a parti rotanti o superfici calde — in breve tempo si sfrega e si rompe.
- Tentare di decidere "integro/guasto" misurando la resistenza su un sensore attivo; sul tipo attivo il metodo corretto è il controllo di segnale/alimentazione.

- Uscire per la prova su strada senza cancellare la memoria guasti; interpretare in modo errato il risultato a causa della vecchia registrazione.

## Valori tecnici e punti di controllo

I valori seguenti sono intervalli di **riferimento tipico/generale** comunemente riscontrati sui veicoli pesanti; il valore preciso varia in base al veicolo, all'assale e al tipo di sensore e fa sempre fede il manuale di assistenza OE.

| Parametro                                  | Riferimento tipico / generale                    | Nota                                                                                                |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Resistenza bobina sensore passivo          | ~ 1.000 – 2.500 ohm                              | Varia in base al tipo; fate fede al valore OE                                                       |
| Traferro (air gap)                         | ~ 0,1 – 1,5 mm                                   | La maggior parte dei tipi si assesta da sé; nei tipi che richiedono la misura consultate il manuale |
| Uscita AC alla velocità di prova (passivo) | da alcune centinaia di mV in su, ruotando a mano | L'ampiezza deve crescere rapidamente; se è bassa/costante c'è un problema                           |
| Isolamento (sensore – telaio/massa)        | molto alto (in pratica circuito aperto)          | Valore basso = dispersione cavo/corpo                                                               |
| Resistenza pin connettore                  | trascurabile ( $\approx 0$ ohm)                  | Resistenza alta = corrosione/allentamento                                                           |
| Intervallo temperatura di esercizio        | circa da -40 °C a +150 °C                        | In prossimità del freno deve resistere ad alte temperature                                          |

Anche i valori di coppia per il montaggio del sensore e i collegamenti circostanti sono di riferimento generale; per il valore preciso fa fede il manuale del costruttore:

| Collegamento                        | Coppia tipica (riferimento generale)                     |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Vite supporto sensore / staffa (M6) | ~ 6 – 9 Nm                                               |
| Vite supporto sensore / staffa (M8) | ~ 15 – 25 Nm                                             |
| Fissaggi fascette/clip del cavo     | serraggio a mano + blocco fascetta (non richiede coppia) |

**Consiglio dal campo:** se la resistenza del sensore è al limite, ripetete la misura muovendo il sensore e flettendo il cavo. Se il valore resta costante il sensore è probabilmente integro; se muovendolo salta, significa che c'è un'interruzione nel cavo/connettore.

- Ci sono rotture, ammaccature o otturazioni di fango/ruggine sui denti del tone ring? Controllate a vista e a mano.
- La punta del sensore è inserita fino a toccare il tone ring, o è in gioco?
- Nel connettore ci sono corrosione verde, tracce d'acqua o pin allentati?
- Lungo il percorso del cavo ci sono tracce di sfregamento, schiacciamento o danno da calore?
- Il cuscinetto ruota presenta un gioco percepibile (che altera la distanza del sensore)?
- Dopo la cancellazione lo stesso codice ritorna, oppure è stato eliminato?

## Manutenzione e durata

---

Il sensore di velocità ruota ABS non è un ricambio a sostituzione periodica; funziona finché non insorge un guasto. Tuttavia la sua durata dipende direttamente dalle condizioni ambientali a cui è esposto. Fango intenso, sale, prodotti chimici stradali e vibrazioni continue riducono la vita del sensore e in particolare del gruppo cavo-connettore. Per questo, nella manutenzione periodica, l'obiettivo non è controllare il sensore ma tenere sotto controllo le condizioni ambientali.

- A ogni manutenzione dei freni ispezionate a vista il cavo e il connettore del sensore; cercate sfregamenti e allentamenti.
- Pulite la zona del tone ring con aria compressa/spazzola asciutta; non dirigete acqua ad alta pressione direttamente sulla punta del sensore.
- Assicuratevi che i connettori siano bloccati e asciutti; su un connettore infiltrato d'acqua applicate una tenuta idonea.
- Nella manutenzione del mozzo/cuscinetto verificate che la distanza del sensore sia mantenuta.
- Se su una linea sensore si ripete un errore, valutate come un insieme unico il sensore insieme al cavo e al connettore.
- Lavorando sull'assale (cuscinetto, freno, mozzo) proteggete il sensore da sporco e urti; se smontato, rimontatelo pulito.

Con il sensore del tipo corretto, un cablaggio integro e un tone ring ben posizionato, l'impianto ABS funziona per anni senza problemi. La cosa fondamentale è non rimandare la spia di guasto con un "ci guardo dopo"; anche se con l'ABS disattivato il veicolo sembra frenare, il margine di sicurezza si è ridotto in modo serio.

Quando il sensore di velocità ruota ABS, il tone ring e l'ECU funzionano correttamente, il vostro veicolo pesante resta in carreggiata a ogni frenata. Per le applicazioni sugli assali anteriore e posteriore dei veicoli pesanti, VADEN ORIGINAL produce alle quote OE l'anello sensore ABS e il supporto sensore ABS, oltre alla valvola solenoide modulatrice ABS e ai kit di riparazione per valvola solenoide modulatrice ABS, valvola relè doppia ABS e centralina elettronica ABS. Con la scelta del ricambio corretto e le fasi di diagnosi-sostituzione di questa guida, potete spegnere in modo definitivo la spia di avviso ABS.

**Categoria prodotto:** Sensore ABS

---

Questo documento è a scopo informativo; in pratica fanno fede il manuale di assistenza aggiornato e le istruzioni di sicurezza del costruttore. I valori sono riferimenti generali per i comuni sistemi di veicoli industriali; per i valori specifici del modello utilizzare la documentazione di assistenza OE. © VADEN Otomotiv San. Tic. A.Ş. · vadenoriginal.com