VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

حساس ABS وABS ECU: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

في الشاحنات ورؤوس القاطرات قد يفقد حساس ABS السلبي القراءة بالسرعات البطيئة جدًا؛ ويتطلب ASR عند الانطلاق صعودًا حساسًا نشطًا، وخلط نوع الإشارة يبقي العطل.

vadenoriginal.com · **vaden.com.tr** · الإصدار: أكتوبر 2026 · مركبة تجارية ثقيلة (شاحنة · رأس قاطرة · حافلة)

عندما يضيء مصباح ABS الأصفر في لوحة العدادات لرأس القاطرة، يقول معظم السائقين: «الفرامل تعمل، سأواصل السير». غير أن تعطل ABS يعني أن العجلة تنغلق عند الكبح المفاجئ، وقد تنثني نصف المقطورة (ظاهرة المقص)، وتطول مسافة التوقف بشكل ملحوظ. وفي المركبات التجارية الثقيلة، هذا الفرق هو المسافة التي تفصل بين الحادث والتوقف المتحكم فيه. يشرح هذا الدليل بلغة ميدانية الثلاثي المكون من حساس سرعة العجلة ABS والحلقة المسننة (حلقة النبضات) ووحدة التحكم ECU، ويتناول بالترتيب أعراض الأعطال وضبط الفجوة الهوائية وطرق القياس وخطوات الاستبدال.

ملاحظة E-E-A-T: أعد هذه الوثيقة الفريق الفني في VADEN العامل في مجال أنظمة الفرامل والأنظمة الإلكترونية في المركبات التجارية الثقيلة. والقيم الواردة هنا ذات طابع مرجعي عام؛ أما القيم الدقيقة مثل الفجوة الهوائية والمقاومة وعزم الربط فيجب الرجوع فيها دائمًا إلى أحدث دليل خدمة OE صادر عن الشركة المصنعة للمركبة أو المحور. **آخر تحديث: سبتمبر 2026.**

تصمم أنظمة الفرامل الهوائية في المركبات التجارية الثقيلة وفق لائحة ECE R13 (لائحة الفرامل الأممية/الأوروبية) ومعيار ISO 611.

ما هو حساس سرعة العجلة ABS وما هي وحدة ECU؟ وظيفتهما ومبدأ عملهما

حساس سرعة العجلة ABS عنصر في منظومة إلكترونية للقياس والتحكم: فهو يحول سرعة دوران كل عجلة إلى إشارة كهربائية وينقلها إلى وحدة ABS/EBS (ECU)، ثم تستخدم ECU هذه المعلومات لضبط ضغط الفرامل في كل عجلة على حدة ومنع انغلاقها.

يقوم النظام على ثلاثة أجزاء أساسية: **حساس السرعة** المثبت قرب صرة العجلة، والحلقة المسننة التي تدور مع العجلة (**حلقة النبضات / عجلة النبضات / عجلة الأقطاب**)، و**وحدة ECU/ABS** التي تعالج الإشارات الواردة من جميع العجلات. وعندما تمر أسنان الحلقة المسننة أمام الحساس، يولد الحساس مئات النبضات في الثانية. فإذا ارتفع تردد النبضات استنتجت ECU أن العجلة تتسارع، وإذا انخفض فجأة استنتجت أن تلك العجلة بدأت تنغلق، فتفرغ الضغط المتجه إلى حجرة الفرامل الهوائية المعنية ثم تعيد بناءه خلال أجزاء من الثانية بواسطة صمامات تعديل الضغط.

وفي المركبات التجارية الثقيلة يتداخل هذا النظام في الغالب مع EBS (نظام الفرامل الإلكتروني). فالوحدات من طراز Knorr-Bremse وWabco (ZF) أو Bendix لا تدير ABS فحسب، بل تدير أيضًا ASR (التحكم في انزلاق العجلات) ومساعد الانطلاق على المنحدرات والتكامل مع المبطئ. وعندما تفسد بيانات الحساس قد تتعطل هذه الوظائف المساندة أيضًا، لا ABS وحده.

- **حساس السرعة:** مجس يحول تغير المجال المغناطيسي إلى إشارة كهربائية، ويثبت عادة في صرة العجلة بواسطة جلبة تثبيت نابضية.
- **الحلقة المسننة (حلقة النبضات):** حلقة معدنية مسننة المحيط، مركبة بالكبس على صرة المحور أو صرة العجلة، وتحدد عدد النبضات.
- **كابل الحساس والموصل:** أكثر النقاط تعرضًا للاهتزاز والماء، وفيها تقع معظم أعطال التآكل والاحتكاك.
- **ECU / وحدة ABS-EBS:** العقل المدبر الذي يعالج الإشارات ويولد رموز الأعطال ويشغل صمامات تعديل الضغط.

كيف يعمل الحساس السلبي (الحثي)؟

الحساس السلبي ذو بنية بسيطة تضم مغناطيسًا دائمًا وملفًا، ولا يحتاج إلى تغذية كهربائية خارجية. ومع مرور أسنان الحلقة المسننة يتغير المجال المغناطيسي فيتولد في الملف جهد متناوب (AC). ويتوقف اتساع الإشارة على سرعة العجلة: ففي السرعات المنخفضة يكون الجهد ضعيفًا، ولذلك قد يصبح الحساس السلبي «أعمى» عند السرعات البطيئة جدًا. ولا يزال شائعًا في معظم المركبات التجارية الثقيلة بفضل متانته.

كيف يعمل الحساس النشط؟

يتلقى الحساس النشط (العامل بتأثير Hall أو بالمقاومة المغناطيسية) تغذيته من ECU، وخرجه إشارة موجة مربعة (رقمية) ثابتة الاتساع لا تتوقف على السرعة. ويستطيع القراءة حتى في السرعات المنخفضة جدًا، بل عند سرعة قريبة من الصفر،

ولذلك يفضل في تطبيقات الانطلاق على المنحدرات والتحكم الدقيق بنظام ASR. وتعمل الحساسات النشطة عادة مع حلقة مشفرة مغناطيسيًا، وقد تكون أكثر تأثرًا بالاتساخ من النوع الحثي.

معالجة الإشارة في ECU

تقارن ECU باستمرار إشارات العجلات الأربع (أو أكثر في المركبات ذات ترتيب المحاور 6x2/6x4). فإذا انحرفت سرعة إحدى العجلات عن البقية بشكل غير طبيعي، فسرت ذلك على أنه انقطاع في الكابل أو خلل في الفجوة الهوائية أو تلف في الحلقة المسننة، فتسجل رمز العطل المعني (DTC) في الذاكرة، وتعطل ABS جزئيًا أو كليًا عند الحاجة.

الخاصية	الحساس السلبي / الحثي	الحساس النشط (Hall/MR)
التغذية الكهربائية	غير مطلوبة (يولد إشارته بنفسه)	يحتاج إلى تغذية من ECU
نوع الإشارة	تناظرية AC (جيبية)	موجة مربعة رقمية
القراءة في السرعات المنخفضة	ضعيفة / محدودة	جيدة جدًا (حتى قرب الصفر)
القياس	المقاومة (أوم) + جهد AC	قياس المقاومة غير مجدٍ غالبًا؛ تفحص الإشارة/التيار
الاستخدام النموذجي	أنظمة ABS التقليدية في المركبات التجارية الثقيلة	أنظمة EBS الحديثة، وASR، والانطلاق على المنحدرات
الحساسية للاتساخ	متوسطة	قد تكون عالية مع الحلقة المشفرة

التحقق من رقم القطعة: قد تستخدم المحاور الأمامية والخلفية في رأس القاطرة نفسه حساسات تختلف في الطول ونوع الموصل وبنية الإشارة (سلبية/نشطة). لا تركب الحساس لمجرد أنه يشبه القديم المفكوك من صرة العجلة، بل تحقق منه برقم شاسيه المركبة ورقم القطعة المرجعي OE. فالحساس من النوع الخطأ يؤدي إلى عدم عمل ABS إطلاقًا.

أعراض الأعطال والتشخيص

نادرًا ما تظهر أعطال حساس ABS فجأة على نحو «توقف كل شيء»؛ بل تبدأ في الغالب بإشارات تظهر في ظروف معينة ثم تختفي. ويلخص الجدول التالي الأعراض الأكثر شيوعًا في الميدان وأسبابها المحتملة وطريقة التحقق منها.

العرض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
مصباح تحذير ABS مضاء باستمرار	دائرة الحساس مفتوحة، أو الكابل مقطوع، أو الحلقة المسننة تالفة	اقرأ رمز العطل (DTC) بجهاز التشخيص؛ حدد العجلة المعنية، وقس المقاومة/الإشارة
مصباح ABS يضيء أثناء السير فقط	فجوة هوائية زائدة، أو سن مكسور في الحلقة المسننة، أو حساس مرتخٍ	افحص تموضع الحساس والفجوة الهوائية؛ أدر العجلة وراقب البيانات الحية
انغلاق عجلة واحدة عند سرعة معينة / اهتزاز	إشارة متقطعة، أو طرف حساس متسخ، أو تلامس متقطع	راقب شكل الموجة بجهاز راسم الإشارة (أوسيلوسكوب)؛ وتحقق من فقدان الإشارة عند تحريك الكابل
نظام ASR/منع انزلاق العجلات أو مساعد الانطلاق على المنحدرات لا يعمل	حساس أحد المحاور يعطي إشارة ضعيفة	قارن سرعات جميع العجلات في البيانات الحية؛ وحدد العجلة المنحرفة
المركبة لا تسير مستقيمة عند الكبح وتنحرف إلى أحد الجانبين	ABS معطل في إحدى العجلات بينما يعمل في البقية	قيادة اختبارية + قراءة DTC؛ حدد العجلة المعطلة
عطل ABS متقطع يعود بعد مسحه	تآكل الموصل، أو شرخ في الكابل، أو خلوص في صرة العجلة (المحمل)	افصل الموصل ونظفه؛ وافحص خلوص المحمل بهز العجلة
عطل يظهر في البرد/المطر ويختفي عند الجفاف	تسرب الماء إلى الموصل، أو شرخ في عزل الكابل	افحص إحكام الموصل ومسار الكابل بالنظر + بالقياس

قراءة رموز التشخيص (DTC)

الخطوة الأولى دائمًا هي قراءة رمز العطل. فوحدات EBS الحديثة تبلغ بشكل منفصل عن العجلة المعنية (مثل «الأمامية اليسرى» أو «الخلفية اليمنى») وعن نوع العطل (دائرة مفتوحة، أو قصر في الدائرة، أو غياب الإشارة، أو إشارة غير منطقية). ورمز «إشارة غير منطقية» يشير عادة إلى الفجوة الهوائية أو الحلقة المسننة لا إلى الحساس نفسه؛ واستبدال الحساس دون هذا التمييز هدر شائع.

مقارنة العجلات بالبيانات الحية

ارفع المركبة وأدر العجلات يدويًا أو على سرعة الخمول، ثم قارن قيم سرعة العجلات الأربع على شاشة البيانات الحية في جهاز التشخيص. ففي النظام السليم ترتفع القيم وتنخفض متقاربة فيما بينها. أما إذا كانت قيمة إحدى العجلات تقفز أو تنعدم أو تتخلف عن البقية، فالمشكلة في خط تلك العجلة.

تحليل شكل الموجة براسم الإشارة

راسم الإشارة هو الطريقة الأدق. ففي الحساس السلبي يتوقع ظهور موجة جيبية منتظمة ومتماثلة أثناء تدوير العجلة؛ والانخفاضات المفاجئة في الاتساع تدل على تلف في أسنان الحلقة المسننة أو على فجوة هوائية متغيرة. أما في الحساس النشط فيجب أن تظهر موجة مربعة واضحة بانتقالات حادة بين المستويين المنخفض والمرتفع. وتشوه الموجة عند تحريك الكابل باليد دليل قاطع على عطل انقطاع أو تلامس متقطع.

المعايير ومراجع للاستزادة

يخضع هذا الموضوع لقواعد تجهيز المركبات التجارية المزودة بالفرامل الهوائية. ففي الولايات المتحدة يحدد المعيار الفيدرالي للفرامل الهوائية FMVSS 121 (49 CFR 571.121) خزانات الهواء والحماية والتوقيت التي يجب أن يوفرها النظام المطابق، بينما تطبق أوروبا الحدود المكافئة الواردة في اللائحة رقم 13 الصادرة عن اللجنة الاقتصادية لأوروبا التابعة للأمم المتحدة (UNECE). وللاطلاع على التفاصيل، راجع المرجع المصور المنشور على airbrakecompressor.com. وتحقق دائمًا من القيم الفعلية بالرجوع إلى التشريعات السارية وبيانات الخدمة الصادرة عن الشركة المصنعة للمركبة.

في المملكة العربية السعودية تنظّم اللائحة الفنية لقطع غيار السيارات الصادرة عن الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة متطلبات قطع الغيار الجديدة المصنّعة داخل المملكة أو المستوردة، ويشمل تعريف المركبات فيها، بحسب تعديلها المنشور في جريدة أم القرى، الحافلات والشاحنات المستخدمة لنقل البضائع أو لجرّ المقطورات وأنصاف المقطورات. وفي الإمارات العربية المتحدة تخضع قطع الغيار الأساسية، ومنها الفرامل، لمتطلبات المطابقة ضمن المنظومة الإماراتية للرقابة على قطع غيار المركبات، وفي مصر تتحقق الهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة من شهادات E-MARK لمكونات المركبات. ويبقى دليل الخدمة الحديث الصادر عن الشركة المصنّعة للمركبة هو المرجع المعتمد لأي قيمة أو إجراء فني.

خطوات الاستبدال / التركيب

معدات الوقاية الشخصية والسلامة: قبل بدء العمل ثبت المركبة على أرض مستوية، وضع مصدات العجلات، وخفض ضغط الهواء إلى مستوى آمن. وأثناء الرفع أوقف تغذية ABS/EBS بإطفاء مفتاح التشغيل؛ ففصل الموصل بينما الدائرة تحت التيار قد يؤدي إلى تسجيل عطل في الوحدة. استخدم القفازات والنظارات الواقية، وانتبه عند العمل حول نظام الفرامل إلى الضغط المتبقي في حجرات الفرامل والصمامات.

1. **تحقق من العطل:** اقرأ رمز العطل (DTC) قبل فك الحساس، وحدد بدقة العجلة المسؤولة؛ لتتجنب الفك غير الضروري.
2. **أطفئ مفتاح التشغيل وافصل التغذية:** أوقف النظام لحماية وحدة ABS من تسجيل أعطال خاطئة، وضع مصدات العجلات.

3. **ارفع العجلة وهيئ الوصول:** ارفع العجلة المعنية عن الأرض، وفك الجنط عند الحاجة للوصول إلى الحساس ومسار الكابل.

4. **افصل الموصل:** حرر موصل الحساس من قفله بعناية؛ ولا تكسر المشبك بالضغط عليه بقوة، وإذا وجدت تآكلًا فسجله.

5. **انزع الحساس القديم:** في النوع المزود بجلبة تثبيت يسحب الحساس مع تدويره قليلًا؛ وإذا كان عالقًا فأدره بالكماشة لتحريره، دون إجهاد فتحة التركيب.

6. **نظف المقعد والحلقة المسننة:** أزل الصدأ والأوساخ من مقعد الحساس؛ وافحص أسنان الحلقة المسننة بالنظر، وإذا وجدت سنًا مكسورًا أو ممتلئًا بالأوساخ فاستبدل الحلقة أيضًا.

7. **ركب جلبة تثبيت جديدة:** تستخدم في معظم التطبيقات جلبة تثبيت جديدة مع الحساس؛ فهي تضمن ثبات الحساس بإحكام على المسافة الصحيحة من الحلقة المسننة.

8. **جهز طرف الحساس:** يمكن وضع طبقة رقيقة من الشحم/المعجون الذي توصي به الشركة المصنعة على رأس الحساس (راجع دليل OE)؛ ولا تخدش الطرف، وحافظ على نظافته.

9. **ادفع الحساس حتى النهاية:** ادفع الحساس داخل مقعده حتى يلامس الحلقة المسننة. ففي كثير من التصاميم تضبط الفجوة الهوائية تلقائيًا مع أول دورة للعجلة؛ أما في الأنواع التي تتطلب قياسًا منفصلًا فافحص الفجوة الهوائية.

10. **مد الكابل في مساره الصحيح:** مرر الكابل عبر مشابك التثبيت المخصصة له في المركبة، وأبعده عن الأجزاء الدوارة/المتحركة وعن العادم والحواف الحادة. وأقفل الموصل تمامًا.

11. **امسح واختبر وجرب على الطريق:** امسح ذاكرة الأعطال بجهاز التشخيص، وتحقق من سرعة العجلة في البيانات الحية؛ ثم تأكد بقيادة اختبارية متحكم فيها بسرعة منخفضة من بقاء مصباح ABS مطفأً.

نقاط يجب الانتباه إليها (الأخطاء الشائعة)

الخطأ الأكثر شيوعًا: العمل بحسب العرض لا بحسب رمز العطل. فاستبدال الحساس عشوائيًا لأن «مصباح ABS مضاء» هدر شائع للوقت والمال. ذلك أن معظم المشكلات لا تكمن في الحساس، بل في الفجوة الهوائية أو أسنان الحلقة المسننة أو تآكل الموصل أو خلوص محمل صرة العجلة. اقرأ الرمز أولًا، ثم فك.

لا تغفل محمل صرة العجلة: فمحمل العجلة المتآكل يغير المسافة بين الحلقة المسننة والحساس أثناء الدوران، ويولد عطل «إشارة متقطعة». وإذا استمر العطل رغم تركيب حساس جديد فافحص خلوص المحمل.

- تركيب حساس بطول/نوع خطأ — يستقر الحساس في مكانه لكن الإشارة لا تصل إطلاقًا.
- نسيان دفع الحساس حتى الحلقة المسننة، وترك فجوة هوائية زائدة.
- عدم إقفال الموصل تمامًا، أو إعادة تركيب موصل تسرب إليه الماء دون تنظيفه.
- استبدال الحساس وحده دون ملاحظة الكسر في أسنان الحلقة المسننة أو انسدادها بالطين.
- تمرير الكابل في مسار قريب من جزء دوار أو سطح ساخن — فيحتك وينقطع خلال وقت قصير.
- محاولة الحكم على الحساس النشط بأنه «سليم/معطل» بقياس مقاومته؛ فالطريقة الصحيحة في النوع النشط هي فحص الإشارة/التغذية.
- الخروج في قيادة اختبارية دون مسح ذاكرة الأعطال، ثم إساءة تفسير النتيجة بسبب السجل القديم.

القيم الفنية ونقاط الفحص

القيم التالية نطاقات **نموذجية/مرجعية عامة** شائعة في المركبات التجارية الثقيلة؛ وتختلف القيمة الدقيقة بحسب المركبة والمحور ونوع الحساس، والمرجع دائمًا هو دليل خدمة OE.

المعامل	القيمة النموذجية / المرجع العام	ملاحظة
مقاومة ملف الحساس السلبي	~ 1,000 – 2,500 أوم	تختلف بحسب النوع؛ اعتمد قيمة OE
الفجوة الهوائية	~ 0.1 – 1.5 مم	تضبط تلقائيًا في معظم الأنواع؛ وفي الأنواع التي تتطلب القياس راجع الدليل
خرج AC عند سرعة الاختبار (الحساس السلبي)	يبدأ من بضع مئات من الملي فولت عند التدوير اليدوي ثم يزداد	يجب أن يزداد الاتساع مع زيادة السرعة؛ وإذا كان منخفضًا/ثابتًا فهناك مشكلة
العزل (الحساس – الشاسيه/الأرضي)	عالٍ جدًا (دائرة مفتوحة عمليًا)	القيمة المنخفضة = تسرب كهربائي في الكابل/الهيكل
مقاومة أطراف الموصل	مهملة (≈ 0 أوم)	المقاومة العالية = تآكل/ارتخاء
نطاق درجة حرارة التشغيل	من نحو −40 °C إلى +150 °C	يجب أن يتحمل الحرارة العالية بالقرب من الفرامل

قيم عزم الربط لتركيب الحساس والوصلات المحيطة به مرجعية عامة كذلك؛ وللقيمة الدقيقة يعتمد دليل الشركة المصنعة:

نقطة الربط	عزم الربط النموذجي (مرجع عام)
برغي حامل الحساس / حامل التثبيت (M6)	~ 6 – 9 Nm
برغي حامل الحساس / حامل التثبيت (M8)	~ 15 – 25 Nm
وصلات مشابك/ملاقط الكابل	شد يدوي محكم + قفل المشبك (لا يتطلب عزم ربط)

نصيحة ميدانية: إذا كانت مقاومة الحساس عند الحد المسموح، فأعد القياس مع تحريك الحساس وثني الكابل. فإذا بقيت القيمة ثابتة فالحساس سليم على الأرجح؛ أما إذا قفزت عند التحريك فهذا يعني وجود انقطاع داخل الكابل/الموصل.

- هل في أسنان الحلقة المسننة كسر أو انبعاج أو انسداد بالطين/الصدأ؟ افحصها بالنظر وباليد.
- هل استقر طرف الحساس بحيث يلامس الحلقة المسننة، أم أنه مرتخٍ؟
- هل يوجد داخل الموصل صدأ أخضر أو أثر ماء أو طرف مرتخٍ؟
- هل توجد على مسار الكابل آثار احتكاك أو انضغاط أو تلف حراري؟
- هل يوجد خلوص محسوس في محمل العجلة (يخل بمسافة الحساس)؟
- هل يعود الرمز نفسه بعد المسح، أم أنه زال؟

الصيانة والعمر الافتراضي

حساس سرعة العجلة ABS ليس قطعة تستبدل دوريًا، بل يعمل حتى يظهر العطل. غير أن عمره يرتبط مباشرة بظروف البيئة التي يتعرض لها. فالطين الكثيف والملح والمواد الكيميائية المستخدمة على الطرق والاهتزاز المستمر كلها تقصر عمر الحساس، ولا سيما مجموعة الكابل والموصل. ولذلك فإن هدف الصيانة المنتظمة هو إبقاء الظروف المحيطة تحت السيطرة، لا الحساس نفسه.

- افحص كابل الحساس وموصله بالنظر في كل صيانة للفرامل، وابحث عن آثار الاحتكاك والارتخاء.
- نظف منطقة الحلقة المسننة بالهواء المضغوط/فرشاة جافة، ولا توجه الماء العالي الضغط مباشرة إلى طرف الحساس.
- تأكد من أن الموصلات مقفلة وجافة، واستخدم وسيلة إحكام مناسبة للموصل الذي تسرب إليه الماء.

- تحقق عند صيانة صرة العجلة/المحمل من الحفاظ على مسافة الحساس.
- إذا تكرر العطل في خط حساس ما، فقيم الكابل والموصل مع الحساس كوحدة متكاملة.
- احم الحساس من الاتساخ والصدمات أثناء العمل على المحور (المحمل، الفرامل، صرة العجلة)، وإذا فككته فأعد تركيبه نظيفًا.

مع حساس من النوع الصحيح وتمديدات أسلاك سليمة وحلقة مسننة مركبة على نحو صحيح، يعمل نظام ABS سنوات دون مشكلات. والأهم ألا تؤجل الاهتمام بمصباح العطل بحجة «سأفحصه لاحقًا»؛ فعندما يكون ABS معطلًا يتقلص هامش الأمان بشدة، حتى وإن بدت المركبة تكبح بشكل طبيعي.

فئة المنتجات ذات الصلة: حساسات ABS

هذه الوثيقة لأغراض إعلامية فقط؛ وفي التطبيق العملي يُعتمد دليل الخدمة الحالي وتعليمات السلامة الصادرة عن الشركة المصنعة للمركبة. القيم الواردة مراجع عامة للأنظمة الشائعة في المركبات التجارية الثقيلة؛ وللقيم الخاصة بكل طراز يُرجى الرجوع إلى وثيقة الخدمة الأصلية (OE) المعنية. © VADEN Otomotiv San. Tic. A.Ş. · vadenoriginal.com