VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

صمام ECAS الكهرومغناطيسي: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

إذا بقيت مؤخرة نصف المقطورة مائلة إلى جانب واحد، فقد يكون العطل في الصمام أو حساس الارتفاع أو ECU؛ ولكل منها دور مختلف، والتشخيص الصحيح يتطلب قراءة الرموز.

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

إذا بقي الجزء الخلفي من رأس القاطرة مائلًا إلى أحد الجانبين، أو فرغ النابض الهوائي من جانب واحد، أو لم تستقر المركبة على ارتفاع القيادة إطلاقًا بعد تشغيل مفتاح التشغيل، فإن كتلة صمامات ECAS الكهرومغناطيسية من أوائل المواضع التي يجب فحصها في الميدان. فهذا الصمام هو «الجسر الواصل بين عقل نظام التعليق الهوائي وعضلاته» في المركبات التجارية الثقيلة وأنصاف المقطورات: إذ تعالج وحدة التحكم الإلكترونية ECU الإشارة الواردة من حساس الارتفاع، وتضبط الصمامات الكهرومغناطيسية ارتفاع الشاسيه عبر ملء النوابض الهوائية بالهواء وتفريغها منها. ونتناول في هذا الدليل مبدأ عمل الصمام وأعراض أعطاله وخطوات التشخيص والاستبدال ونقاط الصيانة، بلغة الميدان وبكل موضوعية.

ملاحظة E-E-A-T: أعد الفريق الفني في VADEN هذه الوثيقة استنادًا إلى الخبرة الميدانية وخبرة الخدمة في أنظمة التعليق الهوائي للمركبات التجارية الثقيلة. وقيم عزم الربط والضغط والضبط الواردة هنا مراجع نموذجية؛ وللحصول على القيم الدقيقة اعتمد دائمًا على دليل خدمة OE الخاص بالمركبة أو نصف المقطورة، وعلى وثائق الشركة المصنعة للنظام (نظام ECAS من نوع WABCO/Knorr-Bremse). آخر تحديث: سبتمبر 2026. ويستند تحديد مقاسات المكونات إلى عائلة المعايير الدولية ذات الصلة (ISO/EN/DIN/SAE) وإلى مواصفات OE الصادرة عن الشركة المصنعة.

ما هو صمام ECAS الكهرومغناطيسي (صمام التحكم الإلكتروني في المستوى)؟ وظيفته ومبدأ عمله

صمام ECAS الكهرومغناطيسي هو كتلة صمامات كهروهوائية تعمل ضمن نظام التحكم الإلكتروني في المستوى (Electronically Controlled Air Suspension)، فتملأ النوابض الهوائية (الوسائد الهوائية) بالهواء أو تفرغ الهواء منها وفق الإشارة الواردة من ECU؛ وبذلك يضبط ارتفاع الشاسيه أو نصف المقطورة تلقائيًا. ويمكن القول إنه النسخة الإلكترونية، ذات التحكم الأدق بكثير، من صمام ضبط المستوى الميكانيكي الذي يعرف في الميدان باسم «صمام التسوية».

يعمل النظام بتكامل ثلاثة مكونات رئيسية: يتم *الاستشعار* في حساسات الارتفاع، و*القرار* في ECU، أما *التنفيذ* ففي كتلة الصمامات الكهرومغناطيسية والنوابض الهوائية. ويتصل حساس الارتفاع (المستوى) بالمحور عبر ذراع ميكانيكية، ويقيس باستمرار المسافة بين الشاسيه والمحور قياسًا زاويًا أو خطيًا. وتقارن وحدة ECU / ECAS التي تعالج هذه الإشارة القيمة المقاسة بارتفاع القيادة المستهدف؛ فإذا وجدت انحرافًا شغلت الصمامات بتنشيط ملف السولينويد المعني. وتحفظ في ذاكرة هذه الوحدة الارتفاعات المستهدفة ورموز الأعطال على حد سواء.

تتكون كتلة الصمامات الكهرومغناطيسية من صمامات مزودة بملفات تتحكم في اتجاهي الملء والتفريغ، وغالبًا ما توجد قناة لكل محور أو لكل نابض هوائي. وعند فتح الصمام الكهرومغناطيسي، إما أن يتدفق الهواء من خزان الهواء إلى النابض الهوائي فترتفع المركبة، وإما أن يخرج الهواء من النابض عبر منفذ التنفيس إلى الجو فتنخفض المركبة. والنابض الهوائي (الوسادة الهوائية) هو العنصر المرن في هذه العملية، فكلما تغير الضغط داخله رفع الشاسيه أو أنزله. وعند بلوغ الارتفاع المستهدف تقطع ECU التيار عن الملف، فينغلق الصمام ويحافظ على ذلك الارتفاع.

وفي بداية هذه السلسلة يأتي خط التغذية والخزان؛ إذ يصل الهواء الجاف الخارج من مجفف الهواء إلى الصمام عبر هذه الدائرة.

الفرق بين الصمام والحساس والوحدة

كثيرًا ما يخلط في الميدان بين هذه القطع الثلاث. و**الصمام** هو القطعة الميكانيكية الكهربائية التي توجه الهواء فعليًا؛ أما **الحساس** فيقيس فقط ولا يمر عبره الهواء. وأما **الوحدة/ECU** فهي إلكترونية، وتتخذ القرارات دون أي تلامس مع الهواء. وفي مركبة تصل إلى الورشة بشكوى «المركبة لا ترتفع» قد يكون العطل في أي من الثلاث؛ ولذلك لا بد في التشخيص من قراءة الرموز بجهاز التشخيص والتحقق من الإشارة والضغط.

الفروق بين الاستخدام في رأس القاطرة المنفرد ونصف المقطورة والحافلة

لا يؤدي النظام نفسه المهمة ذاتها في كل مركبة. ففي رأس القاطرة يدير ECAS عادةً ارتفاع المحور الخلفي ووظيفة المحور القابل للرفع. أما في نصف المقطورة فتبرز المحاذاة مع رصيف التحميل، والرفع والإنزال، وذاكرة لحفظ مستوى ارتفاع واحد أو مستويين. وفي الحافلة تضاف وظائف مثل «الإمالة» وخفض جانب الأبواب. ويتغير عدد قنوات كتلة الصمامات وبرمجيتها تبعًا لذلك.

ويؤدي الصمام هذه المهمة بالتعاون مع النوابض الهوائية وصمامات التسوية؛ ولقراءة العرض على مستوى النظام لا على مستوى المكون وحده، يقدم دليل أعطال نظام التعليق الهوائي في المركبات الثقيلة إطارًا مكملًا.

أنواع الأنظمة وسياق البدائل

المعيار	قناة واحدة / ECAS بسيط	متعدد القنوات / ECAS كامل
الاستخدام النموذجي	نصف مقطورة، تحكم أساسي	رأس قاطرة، حافلة، مركبات متعددة المحاور
عدد القنوات	1–2	3 فأكثر
الوظيفة	الحفاظ على المستوى	المستوى + المحور القابل للرفع + الذاكرة + الإمالة
عدد الحساسات	1	2–4
سياق البدائل	بديل لنظام ECAS من نوع WABCO / نوع Knorr-Bremse	بديل لنظام ECAS من نوع WABCO / نوع Knorr-Bremse

كتل صمامات ECAS ليست متطابقة؛ إذ يختلف عدد القنوات وترتيب المنافذ وتوافق البرمجيات من كتلة إلى أخرى. فإذا تم تركيب صمام بعدد قنوات أو بنية منافذ غير صحيحة، أظهر النظام عطلًا أو اختل ضبط الارتفاع. لذلك **تحقق من رقم القطعة** قبل الطلب، وقارن رقم قطعة OE الخاص بالمركبة أو نصف المقطورة وبيانات الشاسيه (VIN) والمرجع المدون على الصمام المركب حاليًا في المركبة. وتذكر هنا أسماء العلامتين WABCO/Knorr لأغراض مطابقة البدائل فقط.

أعراض الأعطال والتشخيص

غالبًا ما تصل المركبات التي بها أعطال في ECAS إلى الورشة بشكوى واحدة هي: «المركبة لا تستقر على الارتفاع الصحيح». غير أن السبب الجذري قد يكون الصمام أو الحساس أو تسرب الهواء أو خللًا كهربائيًا. ويربط الجدول التالي الأعراض التي تشاهد في الميدان بأسبابها المحتملة وبطريقة التحقق من كل منها.

العرض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
المركبة لا ترتفع إطلاقًا / لا تبلغ ارتفاعها	انسداد قناة الملء في الصمام، عطل في الملف، انعدام ضغط التغذية	قس ضغط الخزان؛ تحقق من وصول جهد التحكم إلى الملف؛ اقرأ الرموز بجهاز التشخيص
المركبة لا تنخفض / تبقى مرتفعة باستمرار	علوق قناة العادم/التفريغ، انحشار الصمام، ثبات إشارة الحساس	أعط أمر التفريغ من جهاز التشخيص؛ استمع إلى خروج الهواء من منفذ التنفيس
جانب واحد منخفض / المركبة مائلة إلى جانب	تسرب في النابض الهوائي في ذلك الجانب، أو قناة مسدودة، أو تلف ذراع الحساس	قارن ضغط النابضين الهوائيين في الجانبين؛ افحص زاوية ذراع الحساس
الارتفاع يتذبذب باستمرار (تأرجح التحكم)	عدم استقرار إشارة الحساس، تسرب داخلي في الصمام، وصلة مرتخية	راقب قيمة الحساس في البيانات الحية؛ ابحث عن تذبذب في ضغط النابض الهوائي
الهواء يتسرب باستمرار / ضاغط الهواء يعمل كثيرًا	تسرب داخلي في الصمام، الحلقة الدائرية للمنفذ، تسرب من النابض الهوائي/الوصلة	اختبار الرغوة/الصابون؛ راقب انخفاض الضغط ومفتاح التشغيل مطفأ
مصباح تحذير ECAS مضاء / يوجد رمز عطل	انقطاع الملف/قصر في دائرته، قيمة الحساس خارج النطاق، خلل في التغذية	اقرأ رموز الأعطال (DTC)؛ تحقق من حزمة الأسلاك والموصلات بقياس المقاومة/الجهد
المحور القابل للرفع لا يعمل	عطل في قناة الصمام المعنية أو في مخرج التحكم	شغّل أمر المحور القابل للرفع من جهاز التشخيص؛ اختبر الملف المعني

قراءة الرموز بجهاز التشخيص

يحتفظ نظام ECAS برموز الأعطال الخاصة به (DTC)، ويجب دائمًا بدء العمل بقراءة هذه الرموز بجهاز التشخيص. فرمز مثل انقطاع الكابل أو قصر في الملف أو خطأ نطاق الحساس يضيق نطاق البحث كثيرًا. امسح الرمز وأجر اختبار قيادة، ثم تحقق مما إذا كان الرمز قد عاد. ويساعد هذا الفحص على التمييز بين العطل الدائم وخلل التلامس المؤقت.

اختبار المشغل والبيانات الحية

تتضمن معظم أجهزة التشخيص اختبارًا للمشغلات يفعّل قنوات الصمام واحدة تلو الأخرى. وعند إعطاء أمر الملء أو التفريغ يتحقق من أن النابض الهوائي المعني يمتلئ ويفرغ فعلًا. أما في البيانات الحية فتراقب قيمة ارتفاع الحساس والقيمة المستهدفة جنبًا إلى جنب؛ وبهذه الطريقة يميز ما إذا كانت المشكلة في الحساس أم في الصمام.

التحقق الميكانيكي والهوائي

إذا تبين أن الجانب الإلكتروني سليم، فقد تكون المشكلة في الجانب الهوائي. وهنا يفحص ضغط التغذية وسلامة مجفف الهواء والحلقات الدائرية للمنافذ، وتفحص تسربات النوابض الهوائية باختبار الرغوة. أما التسرب الداخلي في الصمام فكثيرًا ما يكشف عن نفسه بهبوط المركبة ببطء حتى ومفتاح التشغيل مطفأ.

قراءات إضافية

للاطلاع على ملخص فني مبسط لهذا الموضوع، راجع المقالة المرجعية على ويكيبيديا. وتحقق دائمًا من القيم والإجراءات المحددة بالرجوع إلى بيانات الخدمة الصادرة عن الشركة المصنعة للمركبة.

خطوات الاستبدال / التركيب

يحتوي نظام التعليق الهوائي على غاز مضغوط، وإذا فرغ النابض الهوائي فجأة هبط الشاسيه بسرعة. وقبل بدء العمل أمّن المركبة على أرض مستوية بحوامل دعم ذات سعة مناسبة أو بكتل دعم، وضع مصدات العجلات، وفرّغ ضغط النظام. واستخدم أثناء العمل معدات الحماية الشخصية، أي النظارات الواقية والقفازات. ولا تفك أي وصلة هواء قبل تفريغ الضغط.

1. أمّن المركبة: أوقفها على أرض مستوية، وفعّل فرامل اليد، وضع مصدات العجلات. وادعم الشاسيه ميكانيكيًا أيضًا عند الحاجة.
2. أطفئ مفتاح التشغيل وفرّغ النظام: اضبط ECAS على وضع الإيقاف، ثم فرّغ ضغط خزان الهواء والنوابض الهوائية بطريقة متحكم فيها من الموضع الذي تحدده الشركة المصنعة.
3. افصل البطارية أو مصدر التغذية المعني لتجنب القوس الكهربائي والتشغيل غير المقصود للصمام.
4. ضع علامات على الصمام والوصلات. ضع ملصقًا على الموصل الكهربائي وعلى كل خط هواء بحيث يطابق رقم المنفذ، والتقط لها صورًا؛ فالخطأ الأكثر شيوعًا هو توصيل الخط بالمنفذ الخطأ.
5. افصل الموصل الكهربائي دون الإضرار بلسان القفل؛ ودوّن أي تآكل أو ارتخاء تلاحظه في أطراف التوصيل.
6. خفّف ربط وصلات خطوط الهواء وفق ترتيب المنافذ ثم افصل الخطوط؛ وأغلق فتحات الخطوط لمنع دخول الأوساخ أو البرادة المعدنية.
7. فك مسامير التثبيت أو المشبك وأخرج كتلة الصمام القديمة، وافحص حالة الحشيات والحلقات الدائرية.
8. قارن ترتيب منافذ صمام VADEN الجديد بالصمام القديم؛ واستخدم حلقات دائرية (O-ring) وحشيات جديدة، وحافظ على نظافة أسطح المنافذ.

9. ثبّت الكتلة في موضعها، واربط عناصر التثبيت تدريجيًا بعزم الربط الذي تحدده الشركة المصنعة؛ ولا تجهد جسم الصمام.
10. بالاستعانة بالملصقات، ركّب كل خط هواء في المنفذ الصحيح، واربط الوصلات بعزم الربط المحدد، ثم أقفل الموصل الكهربائي.
11. املأ النظام بالهواء وأوصله إلى ضغط التشغيل، ثم نفّذ اختبار التسرب؛ وبعد ذلك انتقل إلى معايرة الارتفاع (ضبط ارتفاع القيادة) بجهاز التشخيص، وجرّب وظائف الرفع والإنزال والمحور القابل للرفع كلًا على حدة.

نقاط يجب الانتباه إليها (الأخطاء الشائعة)

لا تتجاوز خطوة المعايرة. إذا لم يتم إجراء معايرة ارتفاع القيادة بعد استبدال الصمام أو الحساس، بقيت المركبة على ارتفاع خاطئ. ويؤثر ذلك في سلامة القيادة وفي حمل المحور وتوازن الفرملة معًا. ولا يعد العمل منتهيًا إلا بالمعايرة؛ فهذه الخطوة لا يمكن تجاوزها.

لا تخلط بين منافذ خطوط الهواء. إذا تبدلت مواضع منافذ الملء والتفريغ والنابض الهوائي، استجابت المركبة للأمر في الاتجاه المعاكس؛ فتتصرف وكأنها تنخفض حين تريد رفعها. ولا تبدأ الفك قبل وضع ملصق على كل خط وتصويره.

وهناك أخطاء شائعة أخرى عند استبدال الصمام. ففك الوصلات قبل تفريغ ضغط النظام ينطوي على خطر حركة مفاجئة للشاسيه وخطر الإصابة. وإعادة استخدام الحلقات الدائرية (O-ring) والحشيات القديمة أو البالية تؤدي إلى تسرب داخلي وإلى عمل ضاغط الهواء باستمرار؛ وإذا بقيت فتحات المنافذ مكشوفة ودخلتها الأوساخ أو الرطوبة، انحشر الصمام من الداخل.

وإذا تم تركيب بديل غير متوافق في عدد القنوات أو البرمجيات، كانت النتيجة رموز أعطال وأخطاء ووظائف غير صحيحة. كما أن ذراع الحساس المركبة بزاوية خاطئة تعطي مرجع ارتفاع خاطئًا. والوصلات المربوطة بإفراط تجهد الجسم البلاستيكي وأسنان اللولبة، فتسبب تشققات وتسربات. ولا ينبغي كذلك تسليم المركبة بعد الاستبدال دون إجراء اختبار المشغل واختبار الطريق.

القيم الفنية ونقاط الفحص

القيم التالية **مراجع نموذجية/عامة** لأنظمة ECAS في المركبات التجارية الثقيلة؛ وتختلف القيم الدقيقة باختلاف المركبة ونوع الصمام، والمرجع المعتمد هو دليل الخدمة الصادر عن الشركة المصنعة.

المعامل	النطاق المرجعي النموذجي	ملاحظة
ضغط النظام/التغذية	~8–12.5 bar (~116–181 psi)	ضغط الخزان والدائرة؛ يختلف حسب منظم الضغط
ضغط تشغيل النابض الهوائي	~0.5–8 bar	متغير حسب الحمولة والمستوى
جهد التغذية	24 فولت تيار مستمر (المركبات التجارية الثقيلة)	تتوفر أيضًا أنظمة 12 فولت
مقاومة ملف السولينويد	~في حدود عشرات الأوم (نموذجيًا)	للقيمة الدقيقة راجع ورقة بيانات OE؛ فحص الدائرة المفتوحة/القصر
درجة حرارة التشغيل	~ من -40 °C إلى +80 °C	حسب المكون وظروف البيئة المحيطة
تفاوت ارتفاع القيادة	نطاق ± مم الذي تحدده الشركة المصنعة	يضبط بالمعايرة

فيما يلي المراجع النموذجية لعزوم ربط التركيب؛ والقيمة الدقيقة واردة في دليل الخدمة.

نقطة الربط	نطاق عزم الربط النموذجي	ملاحظة
مسمار تثبيت الصمام	~8–25 Nm	يختلف حسب قطر المسمار وجسم الصمام
وصلة الهواء / التوصيلة	قيمة الشركة المصنعة (عادةً ربط باليد + العزم المحدد)	لا تجهد الجسم البلاستيكي
قفل الموصل الكهربائي	دون عزم ربط، ينقفل مع صوت نقرة	لا تستخدم القوة المفرطة

عند اختبار التسرب أطفئ مفتاح التشغيل واترك النظام على هذه الحال مدة من الزمن. فإذا انخفض ضغط النابض الهوائي انخفاضًا واضحًا، فالاحتمال الأقوى هو تسرب داخلي أو تسرب من الحلقة الدائرية (O-ring) للمنفذ. ونفّذ اختبار الرغوة أيضًا حول المنافذ وعند الوصلات.

الأسئلة التي تطرح في الفحص الميداني واضحة: هل ضغط الخزان والتغذية ضمن النطاق الذي تحدده الشركة المصنعة؟ وهل مجفف الهواء سليم؟ وهل توجد رطوبة أو زيت في الخط؟ ويجب أن تكون أطراف الموصل نظيفة وخالية من التآكل ومقفلة؛ كما يجب أن تكون ذراع الحساس بالزاوية الصحيحة، دون خلوص ودون تلف.

ويبقى سؤالان بشأن الوظيفة: هل تملأ كل قناة وتفرغ في اختبار المشغل؟ وهل ارتفاع القيادة متساوٍ في الجانبين بعد المعايرة؟

الصيانة والعمر الافتراضي

أكبر أعداء صمام ECAS الكهرومغناطيسي هي الرطوبة والزيت والأوساخ. فالصمام لا يتعطل من تلقاء نفسه في أغلب الأحيان؛ بل إن الهواء المتسخ أو الرطب القادم إليه هو ما يسبب انحشاره من الداخل وتسربه. وحين تكون دائرة معالجة الهواء سليمة، أي حين يعمل مجفف الهواء ويبقى الفلتر نظيفًا ويصرّف الخزان بانتظام، يطول عمر الصمام أيضًا.

- استبدل خرطوشة مجفف الهواء في الفترة التي توصي بها الشركة المصنعة؛ فالهواء الرطب هو أكثر ما يقصّر عمر الصمام.
- صرّف الخزانات بانتظام، آليًا أو يدويًا، وأخرج الماء والزيت المتراكمين فيها.
- افحص أذرع الحساسات ومفاصل التوصيل دوريًا؛ فالخلوص يسبب أخطاء في الارتفاع.
- افحص الموصلات وحزمة الأسلاك بحثًا عن التآكل والاحتكاك والارتخاء.
- اقرأ رموز أعطال ECAS وامسحها في كل صيانة؛ وتابع الرموز المتكررة.
- نفّذ اختبار التسرب دوريًا حول الوصلات والمنافذ.

مع التهيئة الصحيحة للهواء والفحص المنتظم، يعمل صمام ECAS سنوات طويلة دون مشكلات. والتعامل بجدية مع الأعراض المبكرة (هبوط الشاسيه ببطء، وعدم اتزان وقفة المركبة، وكثرة تشغيل ضاغط الهواء) يحافظ على عمر الصمام والمكونات المجاورة، ويمنع حدوث أعطال أكبر.

فئة المنتجات ذات الصلة: صمامات ECAS الكهرومغناطيسية

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