



دليل تقني

ما هو نظام EBS في الشاحنة؟ نظام الفرامل الإلكتروني ومقارنته بـ ABS وTEBS

كيف يعمل نظام الفرامل الإلكتروني في الشاحنة، والفرق بين EBS وABS، ومكوناته الرئيسية، ونظام EBS المقطورة (TEBS)، ووصلة ISO 7638 ومصابيح التحذير.

يلاحظ السائقون الذين ينتقلون إلى رأس قاطرة حديث أن الفرامل تستجيب بحدّة أكبر منذ الجزء الأول من شوط الدواسة، وأن المقطورة لم تعد تدفع الشاحنة عند التباطؤ. وفي الورشة يبدو التغيير مختلفاً: صار لنظام الفرامل ذاكرة أعطال خاصة به، ووصلة تشخيص، ومصباح تحذير على لوحة العدادات مكتوب عليه EBS. يشرح هذا الدليل ما هو نظام الفرامل الإلكتروني، وبماذا يختلف عن ABS، وما المكونات التي يعتمد عليها، وكيف ترتبط المقطورة به عبر TEBS ووصلة ISO 7638.

أعدّ هذا الدليل فريق VADEN الفني كشرح عام على مستوى النظام لأنظمة الفرامل الإلكترونية في الشاحنات والحافلات والمقطورات، دون ارتباط بعلامة تجارية معينة. الأوصاف والقيم الواردة هنا مراجع عامة؛ وللحصول على البيانات الدقيقة وأعمال التوصيل والمعايرة وإجراءات الاختبار، يبقى دليل الخدمة الأصلي (OE) الحديث المطابق لرمز المحرك والشاسيه في المركبة هو المرجع الأول. آخر تحديث: أكتوبر 2026.

ما هو نظام EBS في الشاحنة؟

نظام EBS (نظام الفرامل الإلكتروني) في الشاحنة هو نظام فرامل هوائي ينتقل فيه طلب السائق إلى المحاور كإشارة كهربائية، بينما يبقى الهواء المضغوط هو الذي يؤدي العمل في حجرات الفرامل. تحسب وحدة مركزية الضغط المطلوب لكل محور، وتضبط المعدّلات هذا الضغط، وتحافظ دائرة هوائية احتياطية على قدرة الشاحنة على التوقف إذا تعطلت الإلكترونيات.

تصف اللائحة رقم 13 للأمم المتحدة (UN Regulation No. 13) هذا المبدأ بأنه نظام فرامل بناقل تحكم كهربائي. ويؤمّن الضاغط ومجفف الهواء وصمام الحماية وخزانات الهواء تماماً كما في الشاحنة التقليدية؛ والذي يتغير هو جانب التحكم فقط. بدلاً من أن ينتقل ضغط الهواء عبر خطوط التحكم إلى كل صمام ترحيل، تُقاس حركة الدواسة إلكترونياً ويتلقى كل محور أمر الضغط عبر سلك.

ظهر نظام EBS في الشاحنات الأوروبية الثقيلة في منتصف التسعينيات، ويوجد اليوم في معظم رؤوس القاطرات والشاحنات الصلبة والحافلات الحديثة من Mercedes-Benz و Volvo و DAF و MAN و Iveco و Renault. وفي أمريكا الشمالية لا تزال الشاحنات الثقيلة تُصنع عموماً بتحكم هوائي مع ABS. والموردان الرئيسيان للنظام هما Knorr-Bremse و WABCO، وتختلف بنية كل منهما في التفاصيل لكنها تتبع المنطق نفسه.

كيف يعمل نظام EBS في الشاحنة خطوة بخطوة؟

يعمل نظام EBS في الشاحنة كحلقة تحكم مغلقة تبدأ من الدواسة وتنتهي عند حجرة الفرامل، مع عودة تغذية راجعة للضغط إلى الإلكترونيات. يصف التسلسل التالي استخداماً عادياً لفرامل الخدمة في رأس قاطرة موصول بمقطورة.

- 1 يضغط السائق على الدواسة. داخل وحدة فرامل القدم (وتسمى أيضاً مرسل إشارة الفرامل) يحوّل حساسا شوط مستقلاً حركة الدواسة إلى إشارات كهربائية، وفي الوقت نفسه تولّد دائرتان هوائيتان ضغط تحكم احتياطياً.
- 2 تجمع الوحدة المركزية لنظام EBS بين طلب السائق وحمل المحور وسرعة العجلات وبيانات تآكل البطانات وطلبات أنظمة أخرى مثل المبطئ (Retarder).
- 3 ترسل الوحدة المركزية ضغطاً مستهدفاً لكل محور وللمقطورة عبر ناقل البيانات الخاص بنظام الفرامل.
- 4 يملأ كل معدّل حجرات الفرامل التابعة له أو يفرّغها عبر صمامات سولينويد سريعة الاستجابة وقسم ترحيل، مستخدماً هواء التغذية المأخوذ مباشرة من الخزانات.
- 5 تقيس حساسات الضغط داخل المعدّلات الضغط الفعلي في الحجرات وتعيده إلى الوحدة المركزية، فيُصحّح الفرق بين الضغط المطلوب والضغط المسلّم باستمرار.
- 6 إذا بدأت عجلة بالانغلاق أو الدوران الزائد، تخفض المعدّلات نفسها الضغط على تلك العجلة أو تثبّته أو تعيد بناءه.

ينتظر الضغط الاحتياطي عند صمامات الاحتياط في المعدّلات، ولا يتولى التحكم إلا إذا فُقد التحكم الكهربائي في تلك الدائرة.

ولأن الإشارة تنتقل كهربائياً، يتكوّن الضغط عند المحور الخلفي والمقطورة بتأخر أقل بكثير مقارنة بنظام هوائي بحت.

ما الفرق بين EBS و ABS؟

الفرق بين EBS و ABS فرق في النطاق. نظام ABS (نظام الفرامل المانع للانغلاق) وظيفة أمان تُضاف فوق نظام فرامل يُتحكم فيه هوائياً؛ فهو لا يتدخل إلا عندما تكاد عجلة تنغلق. أما EBS فيتحكم في عملية الفرملة كلها منذ اللحظة الأولى لحركة الدواسة، ويصبح ABS إحدى الوظائف التي يؤديها. لذلك فإن الشاحنة المزودة بـ EBS لديها ABS دائماً، لكن الشاحنة المزودة بـ ABS ليس لديها EBS بالضرورة. ويتناول **دليل نظام الفرامل ABS** الجانب المانع للانغلاق.

EBS و ABS في الشاحنات: مقارنة عامة

الخاصية	فرامل هوائية مع ABS	EBS
إشارة التحكم في الفرملة	ضغط هواء من صمام فرامل القدم إلى صمامات الترحيل	إشارة كهربائية من وحدة فرامل القدم مع احتياطي هوائي
متى تعمل الإلكترونيات	فقط عندما تكاد عجلة تنغلق (والدوران الزائد إن وُجد ASR)	عند كل عملية فرملة
الفرملة حسب الحمولة	صمام استشعار حمل ميكانيكي أو هوائي على المحور	تُحسب إلكترونياً من بيانات حمل المحور
الاستجابة عند المحور الخلفي والمقطورة	متأخرة بمقدار طول خطوط التحكم الهوائية	تأخر أقل بكثير لأن الأمر ينتقل عبر سلك
تآكل بطانات الفرامل بين المحاور	لا يُوازَن بشكل فعال	يمكن موازنته ضمن حدود باستخدام بيانات حساسات التآكل
التحكم في المقطورة	خط تحكم هوائي فقط	خط تحكم كهربائي وهوائي، إضافة إلى التحكم في قوة الاقتران
الأجزاء النموذجية للتحكم	وحدة تحكم ABS، حساسات سرعة العجلات، صمامات ABS السولينيودية، صمامات الترحيل	الوحدة المركزية، وحدة فرامل القدم، معدّلات المحاور، صمام ترحيل تناسبي، وحدة تحكم المقطورة، الحساسات
التشخيص	رموز أعطال لوظيفة منع الانغلاق	رموز أعطال وقيم ضغط وبيانات حالة لنظام الفرامل بأكمله

وتجدر الإشارة إلى نقطة استشعار الحمولة. ففي كثير من شاحنات ABS يضبط صمام ميكانيكي على المحور ضغط الفرامل بحسب الحمولة، كما يوضح **دليل صمام استشعار الحمولة ALB**. أما في شاحنة EBS فتنتقل هذه المهمة إلى البرمجيات، ويقدر النظام حمل المحور، مثلاً من ضغط نظام التعليق الهوائي أو من الفرق في انزلاق العجلات بين المحاور.

ما المكونات الرئيسية لنظام EBS في الشاحنة؟

المكونات الرئيسية لنظام EBS في الشاحنة هي وحدة مركزية ووحدة فرامل القدم ومعدّلات المحاور ووحدة تحكم المقطورة ومجموعة من الحساسات. تختلف المسميات بين الموردين وتتشترك بعض القطع في هيكل واحد، لكن الوظائف هي نفسها.

الوحدة المركزية

الوحدة المركزية لنظام EBS هي حاسوب نظام الفرامل. فهي تقرر مقدار الضغط الذي يصل إلى كل محور وإلى المقطورة، وتخزّن رموز الأعطال؛ وفي بعض التصميمات تُدمج مع التحكم في المحور الأمامي. وللإطلاع على الوحدات التي توفرها VADEN، راجع فئة **وحدات فرامل EBS**؛ وتُختار كل وحدة بحسب رقم OE.

وحدة فرامل القدم أو مرسل إشارة الفرامل

توجد وحدة فرامل القدم، التي تسميها أنظمة WABCO مرسل إشارة الفرامل، أسفل الدواسة. وتحتوي على حساسات شوط كهربائية احتياطية وأقسام هوائية تعطي ضغط التحكم الاحتياطي. وفي شاحنة EBS تحل محل **صمام فرامل القدم** الهوائي البحت، وإن بدت مشابهة له من الخارج. وتجد عائلة هذه الوحدات في فئة **مرسل إشارة الفرامل EBS**.

معدّلات المحاور

يتحكم معدّل المحور في EBS بضغط الفرامل على المحور، وغالباً بقناتين مستقلتين للجانبين الأيسر والأيمن. ويجمع معدّل المحور الخلفي النموذجي بين صمامات سولينويد وقسم ترحيل وحساسات ضغط وصمام احتياط وإلكترونيات في هيكل واحد. وتوفر VADEN **معدّلات EBS للمحور** مع أطقم الإصلاح المناسبة لها.

التحكم في المحور الأمامي وصمام الترحيل التناسبي

يتم التحكم في المحور الأمامي في EBS إما بمعدّلات أحادية القناة وإما بصمام ترحيل تناسبي يحوّل الأمر الكهربائي إلى ضغط، وغالباً بالتعاون مع صمامات ABS السولينويدية لكل عجلة أمامية. وتنتمي عائلة **صمامات ترحيل EBS** إلى هذا الجزء من النظام.

وحدة تحكم المقطورة

تغذّي وحدة تحكم المقطورة في EBS، الموجودة على المركبة القاطرة، المقطورة بالهواء وتضبط الضغط في خط التحكم الهوائي للمقطورة وفق أمر الوحدة المركزية. وتغطي فئة **صمامات التحكم في فرامل المقطورة EBS** هذه الوحدة.

حساسات سرعة العجلات والتآكل والضغط

توفر حساسات EBS البيانات التي تعمل عليها الوحدة المركزية. فحساسات سرعة العجلات تقرأ حلقة مسننة عند كل عجلة تماماً كما في شاحنة ABS؛ ويشرح **دليل حساس سرعة العجلة ABS** كيف يولّد إشارته. وتبلغ حساسات تآكل البطانات في الفرامل القرصية الهوائية عن كمية مادة الاحتكاك المتبقية، وتغلق حساسات الضغط داخل المعدّلات حلقة التحكم.

ماذا يفعل EBS إلى جانب منع انغلاق العجلات؟

يفعل EBS أكثر بكثير من منع انغلاق العجلات، لأن الوحدة المركزية تشارك في كل عملية فرملة. وتعتمد الوظائف التالية الموجودة في الشاحنة على مواصفاتها.

- **توزيع قوة الفرملة:** يُقسّم الضغط بين المحاور بحسب الحمولة الفعلية، فلا تفرط الشاحنة الفارغة في فرملة محورها الخلفي، وتحصل الشاحنة المحمّلة على الضغط الكامل.
- **موازنة التآكل:** باستخدام بيانات تآكل البطانات يمكن للنظام نقل جزء صغير من الفرملة بين المحاور كي تقترب نهاية عمر الفحمت على جميع المحاور من بعضها.
- **التحكم في قوة الاقتران:** يُعدّل ضغط التحكم في المقطورة كي تتحمل حصتها من الفرملة، مما يقلل قوى الدفع والشد في وصلة الاقتران.
- **التحكم في الجر (ASR):** تُفرمل العجلة الدافعة التي تدور بلا تماسك ويُخفّض عزم المحرك.
- **الدمج مع المبطئ وفرامل المحرك:** يمكن للوحدة المركزية استخدام الفرامل الخالية من التآكل أولاً، وإضافة ضغط فرامل الخدمة فقط عند طلب تباطؤ أكبر.
- **أساس للثبات والفرملة الطارئة:** يستخدم التحكم في الثبات والفرملة الطارئة المتقدمة معدّلات EBS للفرملة دون أن يلمس السائق الدواسة.

ما هو EBS المقطورة (TEBS) وكيف يرتبط بالشاحنة؟

نظام EBS المقطورة، ويُختصر عادةً إلى TEBS، هو نظام الفرامل الإلكتروني الخاص بالمقطورة: معدّل بوحدة تحكم مدمجة يضبط ضغط الفرامل على محاور المقطورة. يمنح TEBS المقطورة منع الانغلاق وضغطاً يتناسب مع الحمولة، وفي معظم الوحدات الحديثة دعماً للثبات ضد الانقلاب. وتغطي فئة **معدّل EBS للمقطورة** لدى VADEN عائلة هذه الوحدة.

يتلقى TEBS الأوامر من المركبة القاطرة بطريقتين في وقت واحد. فخط التحكم الهوائي (رأس التوصيل الأصفر في أوروبا؛ وفي أمريكا الشمالية يكون خط الخدمة عادةً أزرق) ينقل ضغط تحكم، ووصلة ISO 7638 الكهربائية تنقل الطاقة والبيانات. ISO 7638 هو المعيار الدولي للموصل الكهربائي الذي يغذي ABS وEBS في المقطورة؛ وتتضمن النسخة ذات الدبابيس السبعة خطي بيانات تتبادل عبرهما الشاحنة والمقطورة أوامر الفرملة ورسائل الحالة وفق ISO 11992. أما النسخ الأقدم ذات الدبابيس الخمسة فكانت تغذي ABS المقطورة بالطاقة فقط. ويواصل خط التغذية الأحمر تزويد خزانات المقطورة بالهواء في الحالتين.

إذا كان كابل ISO 7638 مفقوداً أو تالفاً، فستظل المقطورة تفرمل بواسطة خط التحكم الهوائي، لكن وظائف منع الانغلاق والثبات فيها تُفقد أو تُحدّ. ويتناول **دليل صمام التحكم في فرامل المقطورة** الجانب الهوائي من واجهة المقطورة.

يجب ألا يُتجاهل مصباح تحذير EBS أو يُتَحَايَل عليه أبداً، ولا يجوز قيادة مقطورة مزودة بـ TEBS وكابل ISO 7638 مفصول. ففي وضع الاحتياط أو بدون الوصلة الكهربائية للمقطورة، تظل التركيبة تفرمل، لكن وظائف منع الانغلاق والثبات والفرملة بحسب الحمولة قد تُفقد في اللحظة التي تكون فيها الحاجة إليها أشد. ويجب اختيار وحدات EBS البديلة بحسب رقم OE المطبوع على الوحدة الحالية ورمز شاسيه المركبة، وتحتاج كثير من الوحدات إلى ضبط المعاملات بجهاز تشخيص بعد التركيب.

EBS أم TEBS: ما الفرق وهل تحتاج إلى الاثنين؟

EBS وTEBS ليسا خيارين متنافسين: EBS هو نظام فرامل المركبة القاطرة، وTEBS هو نظام فرامل المقطورة. وقد صُمّما ليعملا معاً كزوج. يمكن لرأس قاطرة مزود بـ EBS أن يجر مقطورة بـ ABS تقليدي أو بـ TEBS، ويمكن لرأس قاطرة بلا EBS أن يجر مقطورة TEBS ما دامت تغذية الطاقة عبر ISO 7638 موصولة.

EBS وTEBS: موقع كل نظام ووظيفته

النقطة	EBS (المركبة القاطرة)	TEBS (المقطورة)
مكان التركيب	رأس القاطرة أو الشاحنة الصلبة أو الحافلة	شبه مقطورة، مقطورة بعارضة جر، مقطورة بمحور وسطي
وحدة التحكم الرئيسية	الوحدة المركزية مع معدّلات المحاور	معدّل المقطورة بوحدة تحكم مدمجة
مصدر طلب الفرملة	وحدة فرامل القدم عند السائق وأنظمة المركبة	المركبة القاطرة عبر بيانات ISO 7638 وخط التحكم الهوائي
معلومات الحمولة	حمل المحور مقدّر من ضغط التعليق أو انزلاق العجلات	ضغط التعليق الهوائي على محاور المقطورة
وظيفة الثبات	التحكم الإلكتروني في الثبات في كثير من الشاحنات	دعم الثبات ضد الانقلاب في معظم الوحدات الحديثة
عند غياب الكهرباء	دائرة احتياط هوائية من وحدة فرامل القدم	فرملة هوائية من خط التحكم، مع فقدان منع الانغلاق أو تقييده

ماذا تعني مصابيح تحذير EBS؟

تُعلم مصابيح تحذير EBS السائق بمقدار ما بقي متاحاً من نظام الفرامل الإلكتروني. تختلف الرموز والألوان بين الشركات المصنعة، ولذلك فإن دليل المشغل هو المرجع، لكن التحذير الأحمر للفرامل يعني عادةً عطلاً خطيراً يستلزم التوقف بأمان،

بينما يعني مصباح EBS أو ABS البرتقالي أن بعض الوظائف الإلكترونية محدودة. ويغطي مصباح منفصل ABS المقطورة أو TEBS.

المصباح الذي يبقى مضاءً بعد الفحص الذاتي عند التشغيل، أو يضيء أثناء القيادة أو يومض، يعني أن رمز عطل قد حُزن. وقراءة هذا الرمز بجهاز تشخيص هي الخطوة الأولى، لأن السبب قد يكون في حساس أو كابل أو موصل أو مصدر الطاقة أو معدّل. وتُشرح أعراض الأعطال وترتيب التشخيص واستبدال المعدّل خطوة بخطوة في دليل معدّل EBS.

المعايير ومصادر القراءة الإضافية

يحدد الإطار القانوني والفني لأنظمة الفرامل الإلكترونية في الشاحنات قواعد الاعتماد النوعي ومعايير الموصلات. ففي أوروبا وفي الدول التي تطبق لوائح الأمم المتحدة للمركبات تُعتمد أنظمة الفرامل، بما فيها ذات ناقل التحكم الكهربائي، بموجب اللائحة رقم 13 للأمم المتحدة، ويتبع الوصل الكهربائي بين الشاحنة والمقطورة المعيار ISO 7638 مع بروتوكول البيانات في ISO 11992.

وفي المملكة العربية السعودية تخضع الشاحنات المسجلة للفحص الفني الدوري، ويشمل الفحص أجهزة الفرامل؛ انظر خبر الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة **المواصفات والنقل: أهمية الفحص الفني الدوري للشاحنات**. أما القطع البديلة الجديدة، ومنها بطانات الفرامل، فتحكمها **اللائحة الفنية لقطع غيار السيارات** الصادرة عن الهيئة نفسها.

الدليل الرئيسي: ما هو ABS؟ دليل نظام ABS للفرامل الهوائية في المركبات الثقيلة

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