VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

وحدة التحكم في ناقل الحركة: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

في الشاحنات، إذا ركبت وحدة جديدة دون إجراء التكيف ظهر ارتجاج عند الانطلاق وانتقال إلى الوضع المحايد على المنحدر؛ والعطل غالبًا في التغذية لا في الوحدة.

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

مع انتشار نواقل الحركة المؤتمتة في المركبات التجارية الثقيلة، ازداد أيضًا عدد المركبات التي تصل إلى الورشة بشكاوى مثل «لا يبدل السرعات» و«انتقل إلى الوضع المحايد على المنحدر» و«الحرف N يومض عند إدارة مفتاح التشغيل». وفي جزء كبير من هذه الشكاوى تكون وحدة التحكم في ناقل الحركة أول ما يتهم؛ غير أن ما نراه في الميدان يبين أن نسبة الحالات التي تكون فيها الوحدة نفسها معطلة أقل بوضوح من المشكلات الناشئة عن التغذية الكهربائية والتأريض والموصلات. ويشرح هذا الدليل بلغة الورشة ما تقوم به وحدة التحكم في ناقل الحركة، وكيف تميز ما إذا كانت معطلة فعلًا أم لا، وعملية الاستبدال والتعليم (التكيف)، والعادات الميدانية التي تنهي عمر الوحدة قبل أوانه.

أعد الفريق الفني في VADEN هذا المستند استنادًا إلى ملاحظات خدمة الصيانة الميدانية وبيانات الكتالوج. والقيم الواردة هنا استرشادية؛ أما القيم الدقيقة لعزم الربط والضغط والمقاومة وبيانات البرمجيات والمعاملات، فالمرجع فيها دائمًا هو أحدث دليل خدمة صادر عن الشركة المصنعة للمركبة ولناقل الحركة. آخر تحديث: سبتمبر 2026.

تندرج المعدات الإلكترونية في المركبات، مثل وحدة التحكم في ناقل الحركة، ضمن نطاق ISO 16750 الذي يحدد الظروف البيئية والاختبارات، ولائحة ECE R10 التي تنظم اعتماد النوع من حيث التوافق الكهرومغناطيسي.

ما هي وحدة التحكم في ناقل الحركة (TCU)؟ وظيفتها ومبدأ عملها

وحدة التحكم في ناقل الحركة (TCU) هي وحدة تحكم إلكترونية تدير في المركبات التجارية الثقيلة اختيار السرعة ومشغلات القابض وتبديل السرعات وفقًا لبيانات الحساسات، وتتواصل عبر خط CAN مع وحدة التحكم في المحرك وأنظمة الفرامل والمبطئ لتعشيق السرعة الصحيحة في اللحظة الصحيحة.

دليل ذو صلة: ما هو المبطئ (Retarder)؟ كيف يعمل وما فائدته؟

مبدأ العمل في جوهره حلقة تحكم مغلقة: تكوّن الوحدة صورة للحالة من حساسات سرعة دوران الدخل والخرج، وحساسات موضع ذراع السرعات أو محدد السرعات، وحساس شوط القابض، وموضع دواسة الوقود، ومن معلومات عزم المحرك وسرعة المركبة والفرامل والميل الواردة عبر CAN. وبناءً على هذه الصورة تصدر أوامرها إلى المشغلات الهوائية أو الكهروهيدروليكية، وتطلب من المحرك خفض العزم أثناء التبديل، وتعيد تعشيق القابض بعد اكتمال التزامن، ثم تتحقق من النتيجة مجددًا عبر الحساسات. وإذا تعذر تأكيد الموضع المتوقع خلال المدة المحددة، تسجل الوحدة عطلًا وتوقف الوظيفة المعنية، وفي معظم الأنظمة تنقل المركبة إلى وضع الطوارئ (السير المحدود).

في نواقل الحركة المؤتمتة (AMT) تكون الوحدة عادة مدمجة في جسم ناقل الحركة أو مثبتة بالقرب منه؛ أما في الأنظمة الأوتوماتيكية بالكامل المزودة بمحول عزم الدوران فقد تكون صندوقًا مستقلًا داخل الكابينة أو فوق الشاسيه. وفي كلتا البنيتين تبقى العناصر المحيطة المتصلة بالوحدة متشابهة إلى حد كبير.

- **المتحكم الدقيق ومرحلة القدرة:** منطق اتخاذ القرار، ودارات قيادة الصمامات والملفات الكهرومغناطيسية، ودارات الحماية من التيار الزائد.
- **مداخل حساسات سرعة الدوران:** سرعة دوران دخل ناقل الحركة والعمود الوسيط والخرج (من النوع الحثي أو نوع Hall).
- **حساسات الموضع:** محدد السرعات، وموضع الذراع، وشوط القابض، وفي بعض الأنظمة حساس شوط المشغل.
- **مخارج المشغلات:** الصمامات الكهرومغناطيسية الهوائية (للتبديل والاختيار والتقسيم والنطاق)، ومشغل القابض، ومضخة الزيت أو صمامات الضغط.
- **واجهات CAN:** خط CAN الخاص بالمركبة (المحرك، والفرامل، والمبطئ، ولوحة العدادات)، وفي بعض الأنظمة خط CAN فرعي مستقل داخل ناقل الحركة.
- **التغذية والتأريض:** تغذية دائمة بجهد 24 فولت، وتغذية عبر مفتاح التشغيل، وتأريض منخفض المقاومة إلى هيكل المركبة.
- **الذاكرة الدائمة:** قيم التكيف، وتعويض التآكل، وتهيئة المركبة، وسجلات الأعطال.

لماذا يعد التكيف (التعلم) بهذه الأهمية الحاسمة؟

تتعلم الوحدة باستمرار انزياح نقطة التعشيق مع تآكل بطانة قرص القابض، والتفاوتات الميكانيكية في شوط المشغل، وتآكل حلقات التزامن، وتعوضها. وهذه القيم المكتسبة مخزنة في ذاكرة الوحدة؛ فعند استبدال الوحدة أو مسح ذاكرتها يبدأ النظام «من الصفر». وإذا خرجت المركبة إلى الطريق دون إجراء التكيف، يصبح تعشيق القابض عنيفًا، ويظهر ارتجاج عند الانطلاق وانتقال إلى الوضع المحايد على المنحدر. وجزء كبير من شكاوى «ركبت وحدة جديدة ولم تحل المشكلة» في الميدان سببه في الواقع تكيف لم ينفذ أو بقي ناقصًا.

الفرق بين البنية الهوائية والبنية الكهروهيدروليكية

في رؤوس القاطرات الثقيلة الأوروبية المنشأ، الحل الشائع في نواقل الحركة المؤتمتة (AMT) هو التشغيل الهوائي: تقود الوحدة الصمامات الكهرومغناطيسية، وتنفذ الأسطوانة الهوائية الحركة. وفي هذه البنية تؤثر جودة الهواء مباشرة في سلامة الوحدة؛ فالهواء الرطب أو المحمل بالزيت يتلف كتلة الصمامات، والوحدة بدورها ترهق مرحلة الخرج لديها بإمداد الصمام التالف بالتيار باستمرار. أما في الأنظمة الكهروهيدروليكية والأنظمة المزودة بمحول عزم الدوران، فيجري التحكم في الضغط بواسطة صمامات كهرومغناطيسية تناسبية؛ وهنا تكون درجة حرارة الزيت وجودته هما العامل الحاسم. وفي الحالتين لا يمكن النظر إلى الوحدة بمعزل عن سلامة النظام الهيدروليكي أو الهوائي المتصل بها.

علاقتها بوحدة التحكم في المحرك

تبديل السرعات ليس مهمة ناقل الحركة وحده. فالوحدة تطلب من وحدة التحكم في المحرك خفض العزم لحظة التبديل؛ وإذا استجاب جانب المحرك لهذا الطلب متأخرًا أو لم يستجب إطلاقًا، أصبح التبديل عنيفًا، وتعرضت حلقات التزامن للإجهاد، وتراكمت مع الوقت أعطال من نوع «تجاوز زمن التبديل». ولهذا فإن قراءة سجلات جانب المحرك أيضًا قبل النظر في رموز أعطال ناقل الحركة تختصر زمن التشخيص بدرجة كبيرة.

النظام / البنية	مجال الاستخدام النموذجي	نوع التشغيل	موضع الوحدة	نقطة الصيانة الحرجة
AMT — بتشغيل هوائي (من نوع ZF أو ما يعادله)	رؤوس القاطرات الثقيلة، والنقل لمسافات طويلة، و4x2 و6x2	الهواء المضغوط + كتلة الصمامات الكهرومغناطيسية	على جسم ناقل الحركة	مجفف الهواء وتصريف الرطوبة
AMT — هوائي، بمجموعتي التقسيم والنطاق (بديل بمكونات صمامات من نوع Knorr)	الإنشاءات، وشاحنات نقل الصخور، ورؤوس القاطرات الثقيلة	أسطوانة هوائية + صمام النطاق	على جسم ناقل الحركة	إحكام كتلة الصمامات ضد التسرب، وجودة الهواء
أوتوماتيكي بالكامل، بمحول عزم الدوران	حافلات المدن، ومركبات الإطفاء، وخلاطات الخرسانة	كهروهيدروليكي، بصمامات كهرومغناطيسية تناسبية	صندوق مستقل (في الكابينة أو على الشاسيه)	دورية تغيير زيت ناقل الحركة والفلتر
الأنظمة المدمجة مع المبطئ (من نوع Voith أو ما يعادله)	الحافلات، والنقل الثقيل، والطرق الكثيرة المنحدرات	فرامل هيدروديناميكية + التحكم في ناقل الحركة	وحدة مشتركة أو منفصلة	دائرة التبريد ودرجة حرارة الزيت
يدوي + قابض آلي (نصف أوتوماتيكي)	التوزيع، والشاحنات المتوسطة	مشغل قابض كهروهوائي	أسفل الكابينة / على الشاسيه	التكيف مع تآكل القابض

التحقق من رقم القطعة أمر لا غنى عنه. تختلف وحدات التحكم في ناقل الحركة بحسب نوع ناقل الحركة، ونسبة التروس، ونسبة المحور، ووجود المبطئ، وتهيئة PTO، ومستوى البرمجيات. وقد تنتمي وحدتان متطابقتان تمامًا في المظهر الخارجي وبنية الموصل إلى تهيئتين مختلفتين. وقبل الطلب يجب التحقق معًا من لوحة بيانات ناقل الحركة، ورقم شاسيه المركبة، ورقم OE المدون على الوحدة الحالية. والوحدة التي تركب رغم عدم تطابق الرقم إما ألا تتواصل إطلاقًا في معظم الأنظمة، وإما أن تعمل بنسب خاطئة فتتسبب في تلف حلقات التزامن والقابض.

أعراض الأعطال والتشخيص

نادرًا ما تظهر أعطال وحدة التحكم في ناقل الحركة بعرض واحد. فعادة يظهر أولًا خلل في السلوك «يحدث من حين لآخر»، ثم عطل دائم ووضع التشغيل المحدود. وتسلسل التشخيص الواجب اتباعه ثابت: التغذية والتأريض أولًا، ثم الموصل والتمديدات الكهربائية، ثم البيانات الحية للحساسات والمشغلات، والوحدة في النهاية.

العرض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
عند تشغيل مفتاح التشغيل يظهر «N» باستمرار في مؤشر السرعات أو يبقى المؤشر فارغًا، ولا تتحرك المركبة	لا تغذية للوحدة / انقطاع التأريض / احتراق المصهر	قس جهد التغذية الدائمة وجهد تغذية مفتاح التشغيل عند موصل الوحدة تحت الحمل؛ وافحص مقاومة التأريض بالنسبة إلى هيكل المركبة
جهاز التشخيص لا يتصل إطلاقًا بوحدة ناقل الحركة، بينما تقرأ الوحدات الأخرى بشكل طبيعي	انقطاع خط CAN أو حدوث قصر فيه، أو مشكلة في مقاومة الإنهاء، أو عطل داخلي في الوحدة	بعد إطفاء مفتاح التشغيل، قس المقاومة بين CAN-H وCAN-L، واعزل موضع القصر في الخط؛ ولا تنتقل إلى الشك في الوحدة إلا بعد التأكد من التغذية
القابض يعشق بعنف عند الانطلاق، والمركبة تقفز أو ترجع إلى الخلف على المنحدر	قيم تكيف القابض مفقودة أو ناقصة، وتعويض التآكل بلغ حده	اقرأ نقطة التعشيق ونسبة تآكل القابض في البيانات الحية؛ ونفذ إجراء التكيف ثم تحقق من النتيجة مجددًا
لا ينتقل إلى سرعة معينة، بينما السرعات الأخرى طبيعية	عطل في الصمام الكهرومغناطيسي أو حساس الموضع المعني، أو انحشار ميكانيكي	شغل الصمامات واحدًا تلو الآخر باختبار المشغلات؛ وقس مقاومة الملف، وراقب إشارة حساس الموضع على امتداد الشوط
تأخر في تبديل السرعات، وتبقى سرعة دوران المحرك مرتفعة دون أن تنخفض أثناء التبديل	تأخر استجابة جانب المحرك لطلب خفض العزم، أو انخفاض ضغط الهواء، أو تأخر في اتصال CAN	اقرأ سجلات أعطال المحرك وناقل الحركة معًا؛ وراقب ضغط الهواء في النظام وهبوط الضغط لحظة التبديل
المركبة في وضع التشغيل المحدود، ولا تسير إلا ببضع سرعات	انتقلت الوحدة إلى وضع الأمان؛ إشارات حساس سرعة الدوران أو التغذية الراجعة من المشغل غير متسقة	استخرج رموز الأعطال النشطة وغير النشطة؛ وقارن إشارات حساسي سرعة دوران الدخل والخرج أثناء السير (اتساق النسبة)
تظهر الأعطال عند استخدام المركبة في ظروف الاهتزاز أو البلل، ولا تتكرر في الورشة	دخول الماء أو الرطوبة إلى الموصل، أو تأكسد أطراف التوصيل، أو تلف في حزمة الأسلاك	افصل الموصل، وافحص سطح أطراف التوصيل وحالة مانع التسرب والحشية؛ وحرك حزمة الأسلاك وابحث في البيانات الحية عن انقطاع الإشارة
بعد إيقاف المحرك تبقى السرعات مقفلة، وتتأخر الوحدة في إيقاف تشغيلها بعد إطفاء مفتاح التشغيل	مشكلة في التغذية الدائمة (الخط 30)، فلا تستطيع الوحدة إكمال روتين الإيقاف	افحص مصهر التغذية الدائمة وجهد الخط؛ واستفسر عن عادة قطع التغذية بمفتاح الفصل الرئيسي للبطارية

الكهرباء أولًا، ثم الإلكترونيات

أكثر الأخطاء شيوعًا في تشخيص أعطال الوحدة في المركبات التجارية الثقيلة هو الانتقال مباشرة إلى استبدال القطعة بمجرد ظهور عبارة «وحدة التحكم» في رمز العطل. فالوحدة تتصرف أيضًا بشكل غير متسق عندما ينخفض الجهد الواصل إليها أو ترتفع مقاومة التأريض، وقد تبلغ عن ذلك كأنه عطل داخلي فيها. فانهيار الجهد لحظة تشغيل بادئ الحركة، وارتخاء طرف قطب البطارية، وتأكسد نقطة تأريض إضافية، كلها تحاكي عطل الوحدة. ولهذا يجب إجراء القياس لا من دون حمل، بل تحت الحمل أثناء تشغيل بادئ الحركة والمشغلات.

لا قرار قبل قراءة البيانات الحية

رمز العطل نقطة بداية، لا نتيجة. فيجب، أثناء السير أو مع رفع محور الجر، مراقبة ما إذا كانت سرعة دوران الدخل وسرعة دوران الخرج تتقدمان بما يتوافق مع نسبة السرعة المعشقة، وما إذا كان حساس شوط القابض يعطي منحنى متصلًا دون

انقطاع على امتداد شوطه، وما إذا كانت الصمامات تسحب تيارًا لحظة صدور الأمر. فإذا كانت الوحدة تعطي الأمر الصحيح لكن التغذية الراجعة لا تصل، فالمشكلة ليست في الوحدة، بل في موضع أبعد على الخط.

متى يتأكد عطل الوحدة؟

إذا كانت قياسات التغذية والتأريض طبيعية، واتصال CAN مع الوحدات الأخرى سليمًا، وقيم مقاومة الحساسات والمشغلات وإشاراتها ضمن النطاق المحدد في الدليل، ولا يوجد تأكسد في الموصل والتمديدات الكهربائية، ومع ذلك لا يتولد تيار أو جهد عند المخرج حين تصدر الوحدة الأمر، أو تبلغ الوحدة عن عطل داخلي بشكل قابل للتكرار، فهذا يعني أن مبرر الاستبدال قد تحقق. أما الاستبدال الذي يجرى قبل إكمال سلسلة التحقق هذه، فكثيرًا ما يكرر العطل نفسه مع القطعة الجديدة.

قراءات إضافية

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

خطوات الاستبدال / التركيب

معدات الوقاية الشخصية والسلامة. يجب أن تكون المركبة على أرض مستوية، وفرامل الركن مشدودة، ومصدات العجلات موضوعة، وأن يترك ذراع السرعات في الوضع المحايد. والقفازات والنظارات الواقية إلزامية. وعند العمل على وحدة إلكترونية يجب اتخاذ احتياطات التفريغ الكهروستاتيكي (سوار التأريض). وقد يكون ناقل الحركة وزيته ساخنين؛ لذا يجب الانتظار حتى يبردا. ويجب خفض ضغط الهواء في النظام الهوائي إلى مستوى آمن وفق تعليمات الشركة المصنعة. وقد تتلف الوحدة أثناء أعمال اللحام أو شحن البطارية أو قطع التغذية؛ والمرجع في ذلك تعليمات الشركة المصنعة.

1. **وثق العطل:** قبل الاستبدال اقرأ من جميع الوحدات سجلات الأعطال ولقطات البيانات الحية وقيم التكيف والتهيئة، واحفظها. فهذا السجل ضروري لإجراءات الضمان، وللمقارنة إذا تكررت المشكلة.

2. **تحقق من توافق القطعة:** قارن لوحة بيانات ناقل الحركة، ورقم القطعة الأصلي (OE)، ومستوى البرمجيات والعتاد، ورقم شاسيه المركبة. ويجب تدوين الفروق في نسبة المحور وتهيئة المبطئ وPTO.

3. **أمّن المركبة كهربائيًا:** أطفئ مفتاح التشغيل، وانتظر المدة التي تحددها الشركة المصنعة (حتى تكمل الوحدات روتين الإيقاف)، ثم افصل القطب السالب للبطارية أو مفتاح الفصل الرئيسي وفق التعليمات.

4. **فرغ الضغط والسوائل:** اخفض ضغط الهواء في النظام الهوائي إلى مستوى آمن؛ وفي الأنظمة الهيدروليكية أو المزودة بمحول عزم الدوران، إذا كان فك الوحدة سيؤدي إلى تسرب الزيت فجهز وعاءً مناسبًا وسجل مستوى الزيت وحالته.

5. **افصل الموصلات بعد وضع علامات عليها:** رقّم الموصلات المتعددة أو صوّرها. ولا تضغط على ألسنة القفل بالقوة؛ فاللسان المكسور يعني لاحقًا ضعف التلامس وتكرار العطل. وافحص أسطح أطراف التوصيل أثناء الفصل.

6. **فك الوحدة وافحص سطح التركيب:** أرخ مسامير التثبيت بالتدريج. وافحص سطح الحشية ومانع التسرب أسفل الوحدة المفكوكة بحثًا عن الصدأ وآثار الرطوبة وتسرب الزيت. وإذا وجدت آثار رطوبة فلا تركب الوحدة الجديدة قبل إزالة مصدرها.

7. **أصلح التمديدات الكهربائية والتأريض:** إذا وجد في حزمة الأسلاك احتكاك أو انسحاق أو احتراق أو أطراف توصيل متأكسدة، فيجب معالجة ذلك قبل تركيب الوحدة الجديدة. ونظف نقطة التأريض وقس مقاومتها. وإذا أغفلت هذه الخطوة، تلفت الوحدة الجديدة أيضًا بالطريقة نفسها.

8 **ركب الوحدة الجديدة:** ضع الوحدة على سطح حشية نظيف وجاف، واربط المسامير بالتدريج وبترتيب متقاطع حتى عزم الربط الذي تحدده الشركة المصنعة. فالربط الزائد قد يشقق جسم الغلاف، والتركيب المرتخي يؤدي مع الاهتزاز إلى كلال وصلات اللحام القصديري.

9 **ركب الموصلات وأقفلها:** ثبت الحشيات في موضعها الصحيح، وتأكد من استقرار لسان القفل بالكامل حتى تسمع صوت النقرة. وثبت حزمة الأسلاك في مسارها الأصلي وفي مشابكها؛ فالحزمة المتروكة سائبة هي أكثر أسباب تكرار العطل شيوعًا.

10 **حمل التهيئة والبرمجيات:** بعد توصيل التغذية، حمل تهيئة المركبة (نوع ناقل الحركة، ونسبة المحور، ومقاس الإطار، والمبطئ/PTO) بواسطة جهاز التشخيص، وإذا لزم الأمر فارفع مستوى البرمجيات بما يتوافق مع المركبة. وتتطلب هذه الخطوة إجراءً خاصًا بكل شركة مصنعة.

11 **التكيف واختبار الطريق:** نفذ إجراءات تعلم نقطة تعشيق القابض وحدود شوط المشغل ومواضع السرعات كاملة دون نقص. ثم جرب في اختبار الطريق بحمولة ومن دون حمولة جميع السرعات، والسرعة الخلفية، والانطلاق على المنحدر، وتفعيل المبطئ. وفي نهاية الاختبار اقرأ ذاكرة الأعطال مجددًا وتأكد من أنها فارغة.

نقاط يجب الانتباه إليها (الأخطاء الشائعة)

احرص على حماية الوحدة قبل أعمال اللحام. إذا كان سيجرى لحام بالقوس الكهربائي على الشاسيه، فيجب فصل توصيلات البطارية وفق تعليمات الشركة المصنعة، وتوصيل ملقط التأريض الخاص بجهاز اللحام بأقرب نقطة إلى موضع العمل. فمرور تيار اللحام عبر وحدة ناقل الحركة يخلف في أغلب الأحيان ضررًا دائمًا لا يظهر فورًا، بل بعد أسابيع.

مخاطر التشغيل بمساعدة بطارية خارجية والشحن السريع. التشغيل بمساعدة بطارية خارجية بقطبية معكوسة يلحق بالوحدة ضررًا لا يمكن إصلاحه. ولا يجوز استخدام أجهزة الشحن السريع العالية التيار على المركبة والوحدات موصولة. كما أن انهيارات الجهد التي تحدث أثناء محاولات بدء التشغيل الطويلة والبطارية ضعيفة قد تجعل الوحدة تسجل رموز أعطال غير صحيحة وتفسد قيم التكيف.

- **إغفال التكيف:** نهج «المركبة تسير، سنجري التكيف لاحقًا» يستهلك بطانة قرص القابض وحلقات التزامن بسرعة. ويجب إتمام التكيف في اليوم نفسه كجزء من عملية الاستبدال.
- **التركيب دون نسخ التهيئة من الوحدة القديمة:** الوحدة التي أدخلت فيها نسبة المحور أو مقاس الإطار بشكل خاطئ تعمل في السرعة الصحيحة بسرعة دوران خاطئة؛ فيزداد استهلاك الوقود ويصبح التبديل عنيفًا.
- **الاكتفاء «بتنظيف» الموصل بالهواء المضغوط أو ببخاخ تنظيف نقاط التلامس:** إذا كانت المشكلة طرف توصيل متأكسدًا، فإن البخاخ يحقق تحسنًا مؤقتًا ويعود العطل بعد بضعة أسابيع. ويجب استبدال طرف التوصيل أو النهاية الطرفية المعيبة.
- **عدم إزالة مصدر دخول الماء:** توجيه الماء العالي الضغط مباشرة إلى الموصل أثناء الغسيل، أو مشبك مكسور، أو غطاء واقٍ مثقوب، كلها تتلف الوحدة مرة بعد مرة.
- **تجاهل جودة الهواء:** في نظام انتهى فيه العمر التشغيلي لخرطوشة مجفف الهواء، يصل الهواء الرطب إلى كتلة الصمامات؛ فترهق الوحدة مرحلة الخرج بالتصحيح المستمر.
- **استبدال القطع بناءً على رمز العطل وحده:** الرمز يدل على الدائرة لا على موضع العطل. والاستبدال الذي يجرى قبل إكمال سلسلة التحقق ينطوي على خطر أن تتحول القطعة الجديدة إلى قطعة معطلة ثانية.
- **عدم تثبيت حزمة الأسلاك في مسارها الأصلي:** تتعرض الحزمة السائبة لحرارة العادم أو للاحتكاك؛ وبعد بضعة آلاف من الكيلومترات تسبب تسرب التيار وأعطالًا متقطعة.
- **قطع مفتاح الفصل الرئيسي فور إطفاء مفتاح التشغيل:** لا تستطيع الوحدة إكمال روتين الإيقاف، فتكتب قيم التكيف وسجلات الأعطال ناقصة. ويجب الالتزام بمدة الانتظار التي تحددها الشركة المصنعة.

القيم الفنية ونقاط الفحص

القيم التالية نطاقات نموذجية شائعة في تطبيقات المركبات التجارية الثقيلة، وهي مقدمة كمرجع عام. وتختلف بحسب النظام والعلامة التجارية والطراز؛ والمرجع في عمليات القياس والضبط هو أحدث دليل خدمة صادر عن الشركة المصنعة للمركبة.

نقطة الفحص	النطاق النموذجي (مرجع عام)	ظروف القياس / ملاحظة
جهد تغذية الوحدة (نظام 24 فولت)	نحو 24–28 فولت	مفتاح التشغيل في وضع التشغيل والمحرك يعمل؛ يقاس تحت الحمل
أدنى جهد مقبول لحظة بدء التشغيل	أعلى من 18 فولت بوجه عام	إذا انخفض عن ذلك فقد تسجل الوحدة عطلًا مؤقتًا
مقاومة التأريض (طرف التأريض في الوحدة – الهيكل)	أقل من 1 Ω عادة، ونحو 0.5 Ω في معظم التطبيقات	تقاس شاملة مقاومة الكابل ومقاومة التلامس
المقاومة بين CAN-H وCAN-L (مفتاح التشغيل مطفأ)	نحو 60 Ω (مقاومتا إنهاء بقيمة 120 Ω موصولتان على التوازي)	إذا كانت القراءة 120 Ω فقط، فقد تكون إحدى مقاومتي الإنهاء مفقودة أو الخط مقطوعًا
مقاومة ملف الصمام الكهرومغناطيسي الهوائي	في نطاق 20–60 Ω عادة	تتغير مع درجة الحرارة؛ ويجب مقارنتها بقيمة الدليل
ضغط الهواء في النظام (تشغيل AMT)	نحو 8–12.5 bar (نحو 115–180 psi)	يجب أيضًا مراقبة الهبوط المفاجئ لحظة التبديل
درجة حرارة تشغيل زيت ناقل الحركة	70–100 °C عادة؛ وأعلى من ذلك عند السحب الثقيل	تحدد عتبة التحذير بحسب الشركة المصنعة
منطقة التحذير من السخونة الزائدة للزيت	أعلى من 120 °C عادة	في الأنظمة المزودة بالمبطئ تفحص دائرة التبريد
نطاق درجة الحرارة المحيطة لتشغيل الوحدة	نطاق من −40 °C إلى +85 °C تقريبًا	في التركيب فوق ناقل الحركة تعمل الوحدة أقرب إلى الحد الأعلى
مؤشر تآكل القابض (البيانات الحية)	مقياس 0–100% عادة؛ وتجاوز 80% مؤشر على الحاجة إلى صيانة مخططة	يجب قراءة القيمة بعد التكيف

موضع الربط	النطاق النموذجي لعزم الربط (مرجع عام)	ملاحظة
مسامير تثبيت الوحدة (M6)	نحو 8–12 Nm	تربط بالتدريج وبترتيب متقاطع
مسامير تثبيت الوحدة (M8)	نحو 20–28 Nm	في الجسم المصنوع من الألومنيوم ينطوي الربط الزائد على خطر التشقق
طرف كابل التأريض (M8)	نحو 15–25 Nm	يجب أن يكون سطح التلامس نظيفًا وخاليًا من الطلاء
مسمار تثبيت حساس سرعة الدوران	نحو 8–15 Nm	يفحص الخلوص الهوائي وفق قيمة الشركة المصنعة
مسامير تثبيت كتلة الصمامات	نحو 10–20 Nm	يجب أن يتعرض سطح الحشية لضغط متساوٍ

قيم عزم الربط والمقاومة مقدمة فقط لإعطاء فكرة عن رتبة المقدار. ولأن عائلة ناقل الحركة نفسها قد تستخدم قيمًا مختلفة في سنوات إنتاج مختلفة، يجب اعتماد القيمة الواردة في أحدث دليل خدمة خاص بالمركبة في عمليات الربط والقياس. كما أن استخدام مفتاح عزم معاير وجهاز قياس متعدد معايرته سارية يخفض معدل تكرار الأعطال بشكل ملحوظ.

- هل توجد آثار رطوبة أو ملح أو زيت على موصل الوحدة وحوله؟

- هل حزمة الأسلاك في مسارها الأصلي وجميع مشابكها مركبة؟
- هل ينخفض جهد التغذية لحظة بدء التشغيل عن المستوى المقبول؟
- هل تجاوزت خرطوشة مجفف الهواء موعد استبدالها، وهل يجرى تصريف الماء من خزانات الهواء؟
- هل مستوى زيت ناقل الحركة ولونه ودورية تغييره مناسبة؟
- هل نسبة تآكل القابض ونقطة التعشيق متوافقتان مع القيم المسجلة؟
- هل يوجد في وحدة التحكم في المحرك سجل عطل متعلق بخفض العزم؟
- هل تعمل جميع السرعات والسرعة الخلفية والانطلاق على المنحدر دون مشكلات في اختبار الطريق؟

الصيانة والعمر التشغيلي

وحدة التحكم في ناقل الحركة ليست قطعة استهلاكية تستبدل دوريًا؛ فمن المتوقع أن تؤدي عملها طوال العمر الاقتصادي للمركبة إذا عملت في ظروف صحيحة. وما يحدد عمر الوحدة ليس جودتها الذاتية بقدر ما هي الظروف المحيطة التي تتعرض لها: تقلبات الجهد، والرطوبة، والاهتزاز، ودرجة الحرارة، وسلامة النظام الهوائي أو الهيدروليكي الذي تتصل به. والقاسم المشترك بين الوحدات التي ينتهي عمرها مبكرًا في الميدان يكاد يكون دائمًا أحد هذه العوامل الخمسة.

- **صيانة البطارية ونظام الشحن:** تنظيف أطراف أقطاب البطارية، وإحكام أطراف الكابلات، وفحص خرج المولد، كلها تطيل عمر الوحدة مباشرة.
- **فحص نقاط التأريض:** يجب فك وصلات التأريض وتنظيفها مرة واحدة سنويًا على الأقل، ومعالجتها بحماية مناسبة ضد الصدأ.
- **صيانة نظام الهواء:** يجب استبدال خرطوشة المجفف في موعدها، وتصريف الماء من خزانات الهواء بانتظام. فالهواء الجاف أرخص وسيلة حماية للصمامات والوحدة.
- **زيت ناقل الحركة والفلتر:** يجب استخدام زيت بالدورية والمواصفات التي تحددها الشركة المصنعة. فالزيت الذي يتعرض للسخونة الزائدة يخل بسلوك الصمامات الكهرومغناطيسية التناسبية ويجبر الوحدة على التصحيح المستمر.
- **فحص الموصلات والحزمة:** يجب في الصيانة الدورية فحص قفل الموصل والحشية ومسار حزمة الأسلاك بالنظر.
- **الانضباط في الغسيل:** لا يوجه الماء العالي الضغط مباشرة إلى الوحدة والموصلات.
- **مستوى البرمجيات:** قد تتضمن التحديثات التي تصدرها الشركة المصنعة تحسينات معروفة في جودة التبديل وإدارة الأعطال؛ لذا ينبغي الاستفسار عنها في الصيانات الكبرى.
- **متابعة التكيف:** يجب تجديد التكيف حتمًا بعد استبدال القابض أو فك المشغل أو الإصلاح الشامل لناقل الحركة.

خلاصة القول أن صيانة الوحدة هي في الحقيقة صيانة النظام المحيط بها. فالهواء النظيف، والتأريض السليم، والجهد المستقر، والزيت الصحيح؛ إذا توفرت هذه الأربعة عملت وحدة التحكم في ناقل الحركة سنوات طويلة دون مشكلات في الاستخدام التجاري الثقيل. وإضافة هذه البنود إلى بطاقة الصيانة الدورية لدى أساطيل المركبات هي الطريقة الأقل تكلفة لتقليل التوقفات غير المخطط لها على الطريق.

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