VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

ملف السولينويد: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

لماذا لا يستجيب الصمام للأمر عند احتراق ملف السولينويد في المركبات الثقيلة؟ قياس المقاومة وجهد التغذية، والتمييز بين عطل الملف وعطل الصمام، والاستبدال.

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

عندما لا تستجيب المركبة مع أن مفتاح التشغيل في وضع التشغيل، أو عندما يدور المحرك بفعل بادئ الحركة دون أن يشتغل، أو عندما يصدر أمر إلى أحد الصمامات دون أن يحدث شيء، فإن القطعة التي توجه إليها أصابع الاتهام غالبًا في المركبة القادمة إلى مركز الخدمة هي المضخة أو جسم الصمام. غير أن ما يقف وراء هذه الصورة في الميدان كثيرًا ما يكون ملفًا لا يتجاوز حجمه راحة اليد: ملف السولينويد. فعندما يحترق هذا الجزء الصغير الذي يحول الأمر الكهربائي إلى حركة ميكانيكية، يتوقف النظام الكبير المرتبط به عن أداء أي وظيفة، وتفكك المركبة دون داعٍ إلى أن يحدد العطل. ويشرح هذا الدليل، من منظور رئيس الورشة وفني الخدمة، ما يقوم به ملف السولينويد، وكيف يتعطل، وكيف يشخص عطله بالقياس، وما الأخطاء المرتكبة أثناء الاستبدال التي تعيد المركبة إلى الورشة.

أعد الفريق الفني في VADEN هذا المستند استنادًا إلى الممارسة العملية في خدمة أنظمة الوقود والأنظمة الهوائية في المركبات التجارية الثقيلة، وإلى وثائق الشركات المصنعة OE. القيم الواردة هنا ذات طابع مرجعي عام، والمرجع للبيانات الدقيقة مثل مقاومة الملف وجهد التغذية وعزم الربط هو أحدث دليل خدمة OE المطابق لرمز المحرك أو الشاسيه الخاص بالمركبة. آخر تحديث: سبتمبر 2026.

ما هو ملف السولينويد؟ وظيفته ومبدأ عمله

ملف السولينويد لفائف كهرومغناطيسية تولد مجالًا مغناطيسيًا عند مرور التيار فيها، فتجذب القلب المتحرك (الأرماتير) داخل الصمام؛ ويتولى في المركبات التجارية الثقيلة فتح صمامات قطع الوقود وصمامات نظام الوقود وإغلاقها بأمر كهربائي. ويغذى في التطبيقات التجارية الثقيلة عادة بجهد 24 فولت تيار مستمر، ويستهلك قدرة تتراوح بين 8 و30 واط، ويغير وضعه خلال 10–60 مللي ثانية. وعندما يحترق الملف يعجز النظام عن تنفيذ الأمر الصادر إليه حتى لو كان الصمام سليمًا من الناحية الميكانيكية.

تعرف هذه القطعة في الميدان وفي الكتالوجات بأكثر من اسم: **ملف السولينويد**، و**كويل السولينويد**، و**الملف المغناطيسي**، و**ملف الصمام**، و**لفائف المغناطيس الكهربائي**، و**سولينويد الإيقاف** في تطبيقات قطع الوقود. وجميعها تؤدي الوظيفة نفسها: تحويل التيار المار في اللفائف النحاسية إلى قوة مغناطيسية. وبغض النظر عن الاسم الذي يبحث به، تبقى معايير الاختيار واحدة: جهد التغذية، وشكل جسم الملف، والرقم المرجعي OE.

مبدأ العمل بسيط، لكن هامش التفاوت فيه ضيق. يرسل مفتاح التشغيل أو وحدة التحكم جهدًا إلى الملف، فيمر التيار في اللفائف ويتمغنط القلب الحديدي الموجود في وسط الملف. ويجذب المجال المغناطيسي القلب المتحرك داخل الصمام عكس قوة النابض؛ وعندما ينتقل القلب المتحرك من موضعه ينفتح مسار الصمام أو ينغلق. وعند انقطاع التيار يتلاشى المجال المغناطيسي، ويدفع النابض القلب المتحرك إلى وضعه الابتدائي. أي أن الملف لا يتحكم في المائع مباشرة، بل يحرك الصمام فقط؛ أما الجزء الملامس للمائع فهو جسم الصمام. ولهذا التمييز أهمية حاسمة في التشخيص، لأن الصمام قد يكون عالقًا والملف سليم، وقد يحدث العكس تمامًا.

تستخدم في المركبات التجارية الثقيلة طريقتان نموذجيتان للتحكم. الأولى هي التحكم *بالجهد الكامل* (تشغيل/إيقاف): إما أن يغذى الملف بجهد التغذية كاملًا وإما ألا يغذى إطلاقًا. والثانية هي التحكم *بتعديل عرض النبضة* (PWM)، وفيه تقوم وحدة التحكم بتوصيل الملف وفصله بتردد عالٍ لخفض متوسط التيار. وتعتمد بعض تطبيقات قطع الوقود كذلك على مبدأ الملف المزدوج: إذ يجذب **ملف السحب** ذو السلك السميك القلب المتحرك بقوة لفترة قصيرة، بينما يحافظ **ملف الإمساك** ذو السلك الرفيع على الوضع بتيار منخفض. وإذا ترك ملف السحب تحت الجهد باستمرار فإنه يسخن ويحترق خلال دقائق؛ وهذا من أكثر سيناريوهات احتراق الملفات شيوعًا في الميدان.

تقسيم الأدوار بين الملف وجسم الصمام

يمثل ملف السولينويد الجانب الكهربائي من الصمام، أما منع التسرب الهيدروليكي أو الهوائي فهو مهمة جسم الصمام. وفي معظم التصاميم يركب الملف على أنبوب القلب البارز من جسم الصمام ويثبت بصامولة واحدة؛ وبذلك يمكن استبدال الملف وحده دون تفريغ النظام. ويعد هذا الفصل ميزة كبيرة من ناحية الخدمة: ففي حالة العطل الكهربائي لا يفك الصمام ولا يفرغ المائع، بل يجدد الملف وحده.

المكونات والعناصر المساعدة

- **اللفائف النحاسية والبكرة (جسم الملف):** سلك مطلي بالمينا يولد المجال المغناطيسي، وجسم بلاستيكي يحمله.
- **أجزاء الدائرة المغناطيسية:** القلب، وأنبوب القلب، وقطعة القطب، والإطار المغناطيسي الخارجي.
- **القلب المتحرك ونابض الإرجاع:** القلب المتحرك والنابض الذي يعيده إلى وضعه الابتدائي.
- **راتنج التغليف:** مادة مصبوبة تحمي اللفائف من الرطوبة والاهتزاز والحرارة.
- **الموصل والحشية:** شكل المقبس، ومانع التسرب أو الحلقة الدائرية (O-ring)، وإحكام منفذ دخول الكابل.
- **صامولة التثبيت والوردة:** عنصران يثبتان الملف في موضعه على أنبوب القلب.
- **ثنائي الإخماد (ثنائي العجلة الحرة) أو المقاوم المتغير بالجهد (فاريستور):** عنصر حماية يخمد نبضة الجهد العكسي التي تتولد عند قطع التيار عن الملف.
- **الحلقات الدائرية (O-ring) وطقم عناصر منع التسرب:** عناصر تأتي ضمن محتويات طقم الإصلاح من جهة جسم الصمام.

أنواع ملفات السولينويد ومقارنة تطبيقاتها النموذجية (مرجع عام؛ الجهد بالفولت تيار مستمر، والقدرة بالواط)

نوع الملف	جهد التغذية النموذجي	القدرة / التيار النموذجي	مثال على التطبيق في المركبات التجارية الثقيلة
ملف تشغيل/إيقاف أحادي اللفائف	24 فولت تيار مستمر (يتوفر إصدار 12 فولت)	8–20 واط · 0.3–0.9 أمبير	الصمامات الكهرومغناطيسية في نظام الوقود، وصمامات التحكم
ملف مزدوج اللفائف (سحب + إمساك)	24 فولت تيار مستمر	تيار مرتفع لفترة قصيرة عند السحب، وتيار منخفض عند الإمساك	تطبيقات سولينويد قطع الوقود (الإيقاف)
ملف تناسبي بتحكم PWM	24 فولت تيار مستمر، بتعديل النبضة	تحدد وحدة التحكم متوسط التيار	صمامات التحكم التناسبي في معدل التدفق/الضغط
ملف للتركيب الخارجي بدرجة حماية عالية	24 فولت تيار مستمر	10–30 واط	مواضع أسفل الشاسيه المعرضة للطين والملح
مجموعة الملف/الصمام التي تجدد بطقم إصلاح	حسب مجموعة الصمام	تتوقف على قيمة المجموعة	صمامات أصاب الكلال عناصر منع التسرب فيها مع سلامة لفائفها

من ناحية المتطلبات الكهربائية والبيئية، تقيم ملفات السولينويد وفق مجموعة ظروف الإجهاد البيئي والكهربائي المحددة للمعدات الكهربائية في المركبات الطرقية ضمن **ISO 16750**، ووفق تعريف **IEC 60529 (رمز IP)** من حيث درجة الحماية، ووفق لائحة **ECE R10** من حيث التوافق الكهرومغناطيسي. وفي الملفات التي تستخدم موصلًا بالشكل الصناعي، يوافق شكل المقبس في الغالب مجموعة معايير **DIN EN 175301-803**. وقد ذكرت مجموعات المعايير هذه للاسترشاد فقط؛ ويجب التحقق من الفئة التي تندرج تحتها قطعة معينة من كتالوج OE المعني.

يبدو ملف السولينويد من الخارج شديد الشبه بغيره: فمن بين ملفين بالقطر نفسه واللون نفسه ويثبتان بالصامولة نفسها، قد يكون أحدهما 12 فولت والآخر 24 فولت، أو قد تختلف مقاومتهما وشكل الموصل. لا تختر القطعة بالنظر وحده أو بطراز المركبة فقط. تحقق معًا من رقم OE المدون على الملف القديم، وقيمة الجهد على الملصق، وشكل الموصل. فالملف ذو الجهد الخاطئ يحرق لفائفه عند أول تشغيل، أما الملف ذو المقاومة الخاطئة فيرهق مرحلة الخرج في وحدة التحكم.

كيف تتعرف على عطل ملف السولينويد؟

تظهر أعطال ملف السولينويد في ثلاثة أشكال رئيسية: انقطاع اللفائف (دائرة مفتوحة)، والقصر الكهربائي داخل اللفائف، والتسرب الكهربائي إلى الهيكل. والصورة الأكثر شيوعًا في الميدان هي انقطاع اللفائف بعد الكلال الحراري وتوقف الصمام عن الحركة تمامًا. ويربط الجدول التالي الأعراض النموذجية بأسبابها المحتملة وطرق التحقق منها.

أعراض أعطال ملف السولينويد وأسبابها المحتملة وطرق التحقق منها (مرجع ميداني)

الأعراض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
يصدر الأمر لكن لا تسمع أي نقرة من الصمام	انقطاع اللفائف (دائرة مفتوحة) أو عدم وصول التغذية إلى الملف	قياس الجهد عند الموصل؛ وقياس المقاومة بين طرفي الملف (إذا كانت لانهائية فاللفائف مقطوعة)
انصهار المصهر أو دخول مخرج وحدة التحكم في وضع الحماية الذاتية	قصر كهربائي داخل اللفائف، أو ملامسة حزمة الأسلاك للهيكل	قياس المقاومة (إذا كانت أقل بوضوح من القيمة الاسمية فهناك قصر كهربائي)؛ ثم يفك الملف وتجرب الدائرة مرة أخرى
تعمل المركبة وهي باردة، ولا تنفذ الأمر بعد أن تسخن	لفائف أصابها الكلال الحراري؛ ترتفع المقاومة مع الحرارة فتنخفض قوة السحب	قياس المقاومة بشكل منفصل في الحالتين الباردة والساخنة؛ وإعادة الاختبار عند درجة حرارة التشغيل
سخونة زائدة في جسم الملف، مع تشوه في البلاستيك أو رائحة احتراق	ملف بجهد خاطئ، أو عدم الانتقال إلى ملف الإمساك في النظام المزدوج اللفائف، أو بقاء الملف تحت الجهد باستمرار	مقارنة جهد الملصق بجهد المركبة؛ ومراقبة إشارة التحكم براسم الإشارات (أوسيلوسكوب) أو بمصباح الاختبار
يتكرر العطل في الجو الرطب أو بعد الغسيل	كلال حشية الموصل، أو تشقق التغليف، أو تسرب في العزل إلى الهيكل	قياس مقاومة العزل (بين طرف الملف والهيكل)؛ وتجفيف المقبس ثم إعادة الاختبار
الصمام يصدر نقرة لكن النظام لا يستجيب	الملف سليم، لكن القلب المتحرك أو جسم الصمام عالق، أو جهة المائع مسدودة	فك الملف واختبار المجال المغناطيسي على القلب بمفك براغٍ؛ والتحقق من الحركة الميكانيكية للصمام
العطل متقطع ويظهر عند اهتزاز المركبة	ارتخاء أحد دبابيس الموصل، أو انقطاع شعري في الكابل، أو ارتخاء صامولة التثبيت	القياس تحت الاهتزاز مع تحريك حزمة الأسلاك؛ والتحقق من إحكام الدبابيس
رمز عطل دائرة مفتوحة أو قصر كهربائي في وحدة التحكم	فقدان الاستمرارية أو وجود تسرب في دائرة الملف	قراءة الرمز مع بيانات اللقطة المجمدة، ثم التحقق من مقاومة الملف بالقياس

التمييز السريع بقياس المقاومة

يقع قياس المقاومة بالأوم في صميم تشخيص ملف السولينويد. ينزع المقبس، ويوصل المقياس المتعدد (ملتيميتر) على وضع المقاومة بطرفي الملف، وتقارن القراءة بقيمة الملصق أو الكتالوج الخاصة بالقطعة. فإذا كانت القراءة لانهائية فاللفائف مقطوعة، وإذا كانت أقل بوضوح من القيمة الاسمية فهناك قصر كهربائي داخل اللفائف. ولأن مقاومة النحاس ترتفع مع ارتفاع درجة الحرارة، أجر القياس قدر الإمكان والقطعة باردة، وقارن في الحالات المشكوك فيها بين قياسين أحدهما والقطعة ساخنة والآخر وهي باردة. ونطاق القبول خاص بكل قطعة، والقيمة الملزمة تؤخذ من كتالوج OE.

فحص العزل والتسرب إلى الهيكل

تتسبب اللفائف التي يتسرب تيارها إلى هيكل ملف السولينويد في عطل متقطع هو من أكثر أنواع الأعطال إزعاجًا: فالمركبة تعمل دون مشكلات وهي جافة، ثم لا تنفذ الأمر بعد الغسيل أو المطر. وللفحص تقاس مقاومة العزل بين أي طرف من طرفي الملف وهيكله المعدني؛ ويجب أن تكون هذه القيمة في الملف السليم مرتفعة جدًا (في حدود الميغا أوم عمليًا). وتشير القراءة المنخفضة إلى تشقق في التغليف أو دخول الرطوبة، وعندها يستبدل الملف.

اختبار المجال المغناطيسي والتحقق بالسمع

أسرع اختبار ميداني يمكن إجراؤه دون فك ملف السولينويد هو تقريب مفك براغٍ فولاذي صغير من جسم الملف لحظة إصدار الأمر: فإذا كانت اللفائف تعمل شعرت بجذب مغناطيسي واضح عند طرف المفك. والطريقة الثانية هي الإصغاء؛ فصوت النقرة الواضح لحظة إصدار الأمر يدل على أن القلب المتحرك قد تحرك. وإذا كانت هناك نقرة لكن النظام لا يستجيب، فالمتسبب ليس الملف بل جسم الصمام أو جهة المائع. ويمثل هذان الاختباران البسيطان أرخص حاجز يحول دون استبدال القطع بلا داعٍ.

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.

كيف يستبدل ملف السولينويد؟ خطوة بخطوة

استبدال ملف السولينويد عمل قصير يمكن في معظم التصاميم إنجازه دون تفريغ النظام؛ أما الخطر الحقيقي فيكمن في الجانب الكهربائي وفي الانضباط أثناء التركيب.

قبل بدء العمل افصل مفتاح فصل البطارية أو القطب السالب. قد يكون جسم الملف ساخنًا جدًا بعد التشغيل، فلا تمسكه دون قفازات. وعند العمل على صمامات نظام الوقود يجب ألا يوجد لهب مكشوف أو مصدر شرر، وأن تكون طفاية الحريق في متناول اليد. ومعدات الوقاية الشخصية إلزامية: نظارات مقاومة للصدمات، وقفازات مقاومة للوقود، وملابس عمل. وإذا كان جسم الصمام سيفك في نظام واقع تحت الضغط، فيجب أولًا تفريغ ضغط النظام وفق الإجراء المحدد.

1. **أمّن المركبة:** أوقف المحرك، وشد فرامل اليد، وضع مصدات العجلات، وافصل مفتاح فصل البطارية أو القطب السالب. لا تبدأ العمل والمحرك ساخن أو النظام تحت الضغط.

2. **تحقق من العطل بالقياس:** قبل فك الملف قس جهد التغذية عند الموصل، ثم قس مقاومة الملف. فإذا لم تصل التغذية فالمشكلة ليست في الملف بل في الدائرة، واستبدال الملف لن يحل العطل.

3. **نظف المنطقة:** أزل الغبار والطين والزيت عن محيط الملف والصمام بالهواء المضغوط وقطعة قماش نظيفة. فالأوساخ المتساقطة أثناء الفك تنتقل إلى مقعد الصمام وإلى الموصل.

4. **افصل الموصل بالطريقة الصحيحة:** حرر لسان القفل في المقبس واسحبه من جسمه، ولا تسحبه من الكابل أبدًا. فالمقابس التي تسحب من الكابل تنشأ فيها انقطاعات شعرية تعود بعد أسابيع من التركيب في صورة أعطال متقطعة.

5. **ضع علامة على وضع التركيب:** سجّل اتجاه خروج كابل الملف وعلامة الاتجاه إن وجدت، أو التقط لها صورة. فتركيب الملف بزاوية خاطئة يجعل كابله مشدودًا ويعرضه للاحتكاك بالقطع المجاورة.

6. **فك صامولة التثبيت:** أرخ الصامولة التي تثبت الملف على أنبوب القلب بمفتاح بالمقاس الصحيح، واحرص على ألا تفقد الوردة. اسحب الملف عن أنبوب القلب على محور مستقيم ودون أرجحة؛ وإذا كان عالقًا فحركه بتدوير خفيف، ولا تستخدم العتلة.

7. **افحص القطعة المفكوكة:** آثار الاحتراق، أو انتفاخ الجسم البلاستيكي، أو اسوداد دبوس الموصل، أو تشقق التغليف، كلها تدل على السبب الجذري للعطل. وإذا وجدت ملفًا محترقًا فابحث أيضًا في احتمال وجود تيار زائد أو تغذية مستمرة في الدائرة؛ وإلا فإن الملف الجديد سيحترق للسبب نفسه.

8. **تحقق من الملف الجديد:** قارن بين القطعة القديمة والجديدة جنبًا إلى جنب من حيث قيمة الجهد على الملصق، والقطر الداخلي، والطول، وشكل الموصل، والرقم المرجعي OE. كما أن قياس مقاومة الملف الجديد وتسجيلها قبل تركيبه يوفر مرجعًا لأعمال الخدمة اللاحقة.

9 **جدد الحشيات، وثبت الملف في موضعه، واربطه بالعزم المحدد:** إذا فك جسم الصمام أيضًا فجدد حتمًا الحلقات الدائرية (O-ring) وعناصر منع التسرب الموجودة في طقم الإصلاح؛ فالحلقة الدائرية التي تفك ثم يعاد استخدامها تبدأ بالتسريب مع أول دورة حرارية. بعد ذلك أدخل الملف الجديد على أنبوب القلب دون إجبار، وركب الوردة، واربط صامولة التثبيت بمفتاح العزم على القيمة المنخفضة التي تحددها الشركة المصنعة. فالربط الزائد يشقق الجسم البلاستيكي، والربط الناقص يؤدي إلى تحرك الملف على أنبوب القلب بفعل الاهتزاز وإلى انخفاض الكفاءة المغناطيسية.

10 **رتب المقبس والكابل:** أدخل الموصل حتى يستقر تمامًا وتسمع صوت القفل، وتأكد من وجود حشيته في مكانها، وثبت الكابل بالمشابك على مساره الأصلي دون شد. ويجب ألا يلامس الكابل الأسطح الساخنة أو القطع المتحركة.

11 **اختبر وامسح الرموز:** أعد توصيل البطارية، وأصدر الأمر وتحقق من النقرة ومن استجابة النظام المتوقعة. امسح رموز الأعطال، ثم اقرأها مرة أخرى بعد قيادة اختبارية قصيرة أو دورة تشغيل، وتحسس كذلك درجة حرارة جسم الملف باليد. فإن وجدت سخونة غير طبيعية فهذا يعني أن المشكلة لا تزال قائمة في الدائرة.

ما الأخطاء الشائعة عند استبدال ملف السولينويد؟

لا تنبع معظم الأخطاء المرتكبة عند استبدال ملف السولينويد من القطعة نفسها، بل من عدم البحث عن السبب الجذري للعطل.

استبدال ملف محترق بآخر جديد دون البحث عن السبب الجذري يعيد العطل نفسه خلال وقت قصير. فالملف لا يحترق من تلقاء نفسه؛ وسبب احتراقه عادة هو قطعة بجهد خاطئ، أو عدم الانتقال إلى وضع الإمساك في النظام المزدوج اللفائف، أو بقاء مخرج وحدة التحكم تحت الجهد باستمرار، أو خروج ثنائي الإخماد من الخدمة. وقبل تركيب الملف الجديد قس حتمًا جهد التغذية ومدة إشارة التحكم.

ربط صامولة تثبيت الملف كما يربط أي مسمار عادي «ليكون متينًا» يشقق الجسم البلاستيكي وراتنج التغليف. والرطوبة التي تدخل من الشق تعود بعد أشهر في صورة تسرب في العزل إلى الهيكل، فيتحول العطل إلى خلل متقطع يظهر بعد الغسيل. لذا تربط هذه الصامولة بعزم منخفض، ويفضل أن يكون ذلك بمفتاح العزم.

- **استبدال القطع دون قياس:** استبدال الملف في حين أن جهد التغذية لا يصل إطلاقًا هدر للوقت والمال؛ لذا يقاس الجهد عند المقبس أولًا.
- **عدم توافق الجهد:** تركيب ملف 12 فولت في نظام 24 فولت يحرق لفائفه خلال دقائق؛ لذا يجب التحقق دائمًا من قيمة الملصق.
- **سحب الموصل من الكابل:** الفك دون فتح لسان القفل يرخي الدبابيس ويحدث انقطاعات شعرية.
- **توجيه الضربات إلى سطح التغليف:** إجبار الملف العالق بالمطرقة أو بالعتلة يشوه الدائرة المغناطيسية واللفائف.
- **إعادة استخدام الحشيات:** عند فك جسم الصمام يجب تجديد الحلقات الدائرية (O-ring) وعناصر منع التسرب الموجودة في طقم الإصلاح.
- **تغيير مسار الكابل:** الكابل الذي لا يثبت في مشابكه الأصلية يقترب من العادم، ويحتك بفعل الاهتزاز، وينقطع مع مرور الوقت.
- **تركيب الملف على أنبوب قلب متسخ:** الصدأ والرواسب على سطح أنبوب القلب تمنع استقرار الملف تمامًا في موضعه وتخفض الكفاءة المغناطيسية.
- **إهمال ثنائي الإخماد:** في الدائرة التي لا يعمل فيها عنصر الحماية، تجهد نبضة الجهد لحظة القطع الملف ومخرج وحدة التحكم معًا.
- **تجاهل الحالة الميكانيكية للصمام:** إذا استبدل الملف وحده مع وجود قلب متحرك عالق فإن العطل يستمر كما هو.
- **تسليم المركبة دون اختبار:** لا يمكن اكتشاف الأعطال الحرارية بتجربة واحدة في نظام لم يبلغ درجة حرارة التشغيل.

القيم الفنية لملف السولينويد ونقاط الفحص

القيم التالية الخاصة بملف السولينويد نطاقات مرجعية عامة شائعة في أنظمة الوقود وأنظمة التحكم في المركبات التجارية الثقيلة. وتتغير هذه النطاقات بحسب التطبيق وتصميم اللفائف وسنة الصنع، والبيانات الملزمة هي دائمًا كتالوج OE الخاص بالقطعة ودليل خدمة المركبة.

القيم الفنية لملف السولينويد (مرجع عام)

المعامل	النطاق النموذجي (مرجع عام)	ملاحظة
جهد التغذية الاسمي	24 فولت تيار مستمر (12 فولت تيار مستمر في بعض التطبيقات)	يجب أن تطابق قيمة الملصق نظام المركبة تمامًا
نطاق جهد التشغيل	في حدود 85–110% من الجهد الاسمي تقريبًا	عند انخفاض الجهد تنخفض قوة السحب، وقد لا ينفتح الصمام تمامًا
مقاومة الملف (20 °C)	نحو 15–70 أوم	تختلف بحسب فئة القدرة، ونطاق القبول خاص بكل قطعة
التيار المسحوب	0.3–1.2 أمبير	أعلى لفترة قصيرة لحظة السحب في النوع المزدوج اللفائف
استهلاك القدرة	8–30 واط	يختار قريبًا من الحد الأدنى في الأنواع التي تبقى تحت الجهد باستمرار
زمن الاستجابة (التبديل)	10–60 مللي ثانية	قوة النابض وضغط المائع يؤثران في الزمن
نطاق درجة حرارة التشغيل	من -40 °C إلى +120 °C تقريبًا	يعمل قريبًا من الحد الأعلى عند تركيبه في حجرة المحرك
فئة عزل اللفائف	الفئة F أو H (نحو 155–180 °C)	تفضل الفئة الأعلى في التطبيقات التي تبقى تحت الجهد باستمرار
درجة الحماية (60529 IEC)	نطاق IP65–IP69K	تشترط الفئة الأعلى في المواضع الواقعة أسفل الشاسيه والمعرضة للغسيل
مقاومة العزل إلى الهيكل	مرتفعة في حدود الميغا أوم في الملف السليم	القراءة المنخفضة تعني دخول الرطوبة أو تشقق التغليف
ضغط تشغيل الصمام الذي يحركه الملف	جهة الوقود 0.5–10 bar · الجهة الهوائية 8–12.5 bar	الضغط من بيانات جسم الصمام لا من بيانات الملف

عزوم الربط النموذجية لملف السولينويد ومجموعة الصمام (مرجع عام، Nm)

نقطة الربط	نطاق العزم النموذجي (مرجع عام)	ملاحظة التطبيق
صامولة تثبيت الملف (على أنبوب القلب)	3–8 Nm	عزم منخفض؛ الربط الزائد يشقق الجسم البلاستيكي
تثبيت جسم الصمام على الكتلة/المشعب	15–35 Nm	مع عنصر منع تسرب جديد
مسمار حامل التثبيت	8–12 Nm	يبعد إجهاد الاهتزاز عن الملف
الوصلة الكهربائية الملولبة (إن وجدت)	1–3 Nm	الربط الزائد يشوه مقعد الدبوس

قيم العزم والمقاومة نطاقات استرشادية فقط. ففي المركبة نفسها يعطي ملفان من فئتي قدرة مختلفتين قراءتين مختلفتين للمقاومة، كما تحدد بعض الشركات المصنعة نطاق قبول منفصلًا للقياس على البارد وعلى الساخن. والمرجع في التطبيق العملي هو أحدث دليل خدمة صادر عن الشركة المصنعة للمركبة وخاص برمز المحرك أو الشاسيه، إضافة إلى صحيفة بيانات OE الخاصة بالقطعة.

- هل تقع مقاومة الملف عند القياس على البارد ضمن نطاق الكتالوج؟
- هل مقاومة العزل بين طرف الملف والهيكل المعدني مرتفعة؟
- هل دبابيس الموصل لامعة، أم يظهر عليها اسوداد أو اخضرار؟
- هل حشية المقبس في مكانها ومحتفظة بمرونتها، وهل لسان القفل سليم؟
- هل في جسم الملف تشقق أو انتفاخ أو آثار احتراق؟
- هل صامولة التثبيت مربوطة بالعزم الصحيح، وهل يتحرك الملف على أنبوب القلب؟
- هل الكابل على مساره الأصلي ومثبت بالمشابك، وهل يلامس سطحًا ساخنًا؟
- هل درجة حرارة الملف بعد التشغيل في المستوى الطبيعي؟
- هل تنقطع إشارة التحكم في الوقت المتوقع، أم يبقى الملف تحت الجهد باستمرار؟

كيف تحافظ على ملف السولينويد وتطيل عمره؟

لا توجد لملف السولينويد فترة استبدال معلنة؛ إذ يتحدد عمره بثلاثة عوامل: الحرارة والرطوبة والاهتزاز. فالملف الذي يغذى بالجهد الصحيح ويبقى جافًا ويستقر في أنبوب القلب استقرارًا سليمًا يعد من القطع الطويلة العمر في المركبة، ويمكن أن يعمل دون مشكلات لمئات الآلاف من الكيلومترات. وفي المقابل، قد يحترق الملف الذي يتسرب الماء إلى مقبسه، أو يكون كابله مشدودًا، أو تبقى دائرته تحت الجهد باستمرار، قبل أن ينقضي موسم واحد. وأكثر أسباب الأعطال المبكرة شيوعًا في الميدان ليس القطعة نفسها، بل موضع التركيب السيئ الذي تجتمع فيه الحرارة والرطوبة.

- **صيانة الموصل:** تأكد في كل عمل كهربائي من وجود حشية المقبس في مكانها، ونظف الدبابيس المسودة، واستخدم مادة مناسبة لحماية نقاط التلامس.
- **الانضباط في الغسيل:** لا توجه مسدس الغسيل العالي الضغط مباشرة إلى الملف والمقبس؛ فحتى مع ارتفاع درجة الحماية IP، فإن دفق الماء الساخن من مسافة قريبة يقصر عمر الحشية.
- **مسار الكابل:** ثبت الكابل في مشابكه الأصلية عند كل خدمة؛ فالكابل المشدود أو المحتك أو المار قرب سطح ساخن يتعطل قبل الملف.
- **فحص الاهتزاز:** حامل التثبيت المرتخي وصامولة التثبيت المرتخية يجعلان الملف يتحرك على أنبوب القلب؛ لذا يجب فحصهما باليد في كل صيانة دورية.
- **جودة الجهد:** البطارية الضعيفة، أو نقطة التأريض المتأكسدة على الشاسيه، أو المولد المتهالك، كلها توصل إلى الملف جهدًا منخفضًا؛ وعند انخفاض الجهد لا ينسحب القلب المتحرك تمامًا ويسخن الملف دون داعٍ.
- **مدة البقاء تحت الجهد:** تجنب ترك المركبة ومفتاح التشغيل في وضع التشغيل دون داعٍ، فذلك يخفض مباشرة الحمل الحراري على الملفات التي تعمل تحت الجهد باستمرار.
- **عدم إهمال جهة الصمام:** المائع المتسخ يتسبب في علوق القلب المتحرك، والملف الذي يحاول سحب قلب عالق يستهلك تيارًا أكبر فيصيبه الكلال. لذا فإن صيانة الفلتر تطيل عمر الملف أيضًا.
- **منطق المخزون الاحتياطي:** في أساطيل النقل، يؤدي الاحتفاظ في المخزون بملف احتياطي مناسب للتطبيق لكل مركبة إلى تقليص مدة التوقف على الطريق من ساعات إلى دقائق.

النهج الأكثر كفاءة بالنسبة إلى مشغلي الأساطيل هو النظر إلى الملف لا بوصفه قطعة منفردة، بل بوصفه جزءًا من مجموعة الصمام ككل. فتجديد عناصر منع التسرب بطقم الإصلاح ما دام جسم الصمام مفكوكًا بالفعل أوفر بكثير من تكلفة إعادة المركبة إلى الورشة بعد بضعة أشهر. أما فحص الحرارة والنقرة الذي لا يستغرق سوى خمس دقائق بعد استبدال الملف، فهو أرخص ضمانة ضد تكرار العطل.

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