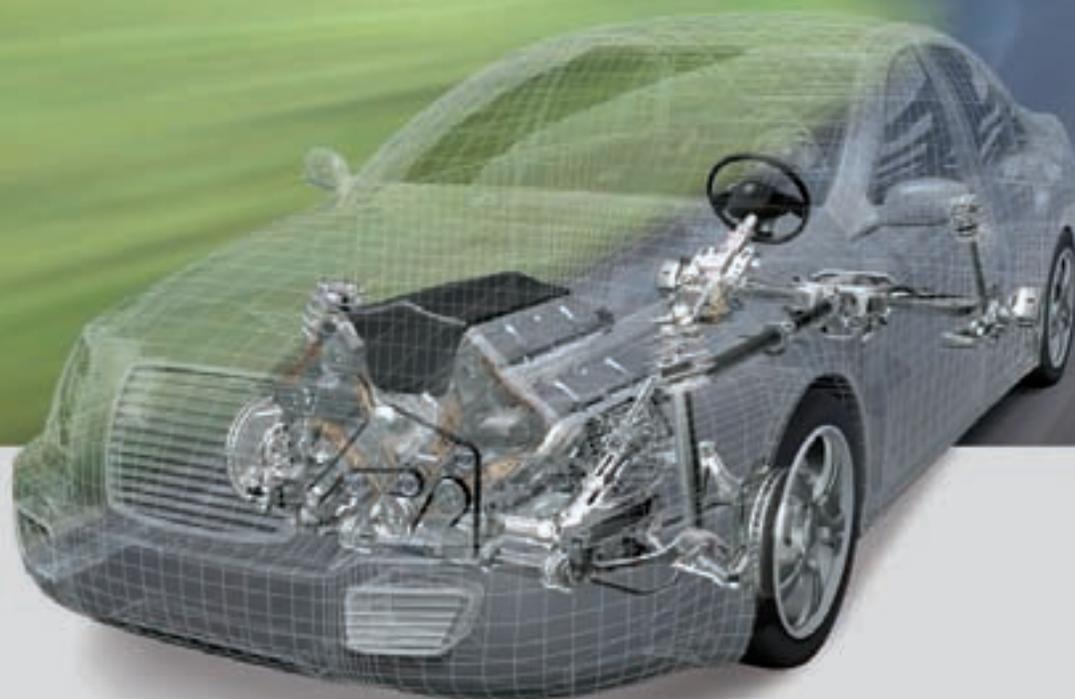


Manual de Formação



SCHAEFFLER GROUP
AUTOMOTIVE AFTERMARKET

Schaeffler Iberia, s.l.u.
C/ Lanzarote, 13
Polígono Industrial Norte
E-28703 S.S. de los Reyes
Madrid, España

www.schaeffler-aftermarket.com.pt
www.schaeffler.com.pt

Reservados todos os direitos. Não é permitido reproduzir, guardar em sistemas de recuperação de informação, ou transmitir qualquer parte deste livro, qualquer que seja o meio utilizado —electrónico, mecânico, fotocópias, gravação, etc.— sem a autorização dos titulares dos direitos da propriedade intelectual.

Impresso em Espanha – Printed in Spain

Índice

Apresentação	5
Manuais Técnicos	7
LuK, a inventar o futuro	9
Introdução à Tecnologia das Embraiagens para Automóveis Ligeiro	11
Embraiagem auto-ajustável (SAC). Tecnologia. Ferramentas especiais	61
Manual de Avarias nos Veículos de Turismo.....	69
Volante Bimassa. Manual de avarias e diagnóstico	109
INA, na vanguarda da tecnologia	137
Sistemas de Transmissão por Correia. Informação Técnica	139
Componentes de accionamento do trem de válvulas. Técnica. Diagnóstico de danos	165
FAG, inovação em movimento	207
Diagnóstico de danos. Guia para detecção de avarias nos rolamentos das rodas	209
Club RepXpert	237
Informação de Serviço	239
Notas	



Apresentação

O valor de uma empresa é definido, entre muitas outras coisas, pelos conhecimentos e experiência que possuem as pessoas que a integram.

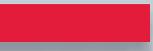
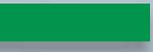
A melhoria das capacidades dos profissionais que trabalham numa empresa passa pela necessidade de estes alargarem e cultivarem dois aspectos básicos do seu conhecimento: a formação e a experiência.

Este manual apresenta-se como uma ferramenta de grande utilidade para a oficina independente, ajudando-a a incrementar o desenvolvimento, aperfeiçoamento e profissionalismo no seu trabalho.

Este manual ajudá-lo-á a melhorar a implantação dos produtos **LuK**, **INA** e **FAG** no mercado.



SCHAEFFLER GROUP
AUTOMOTIVE AFTERMARKET



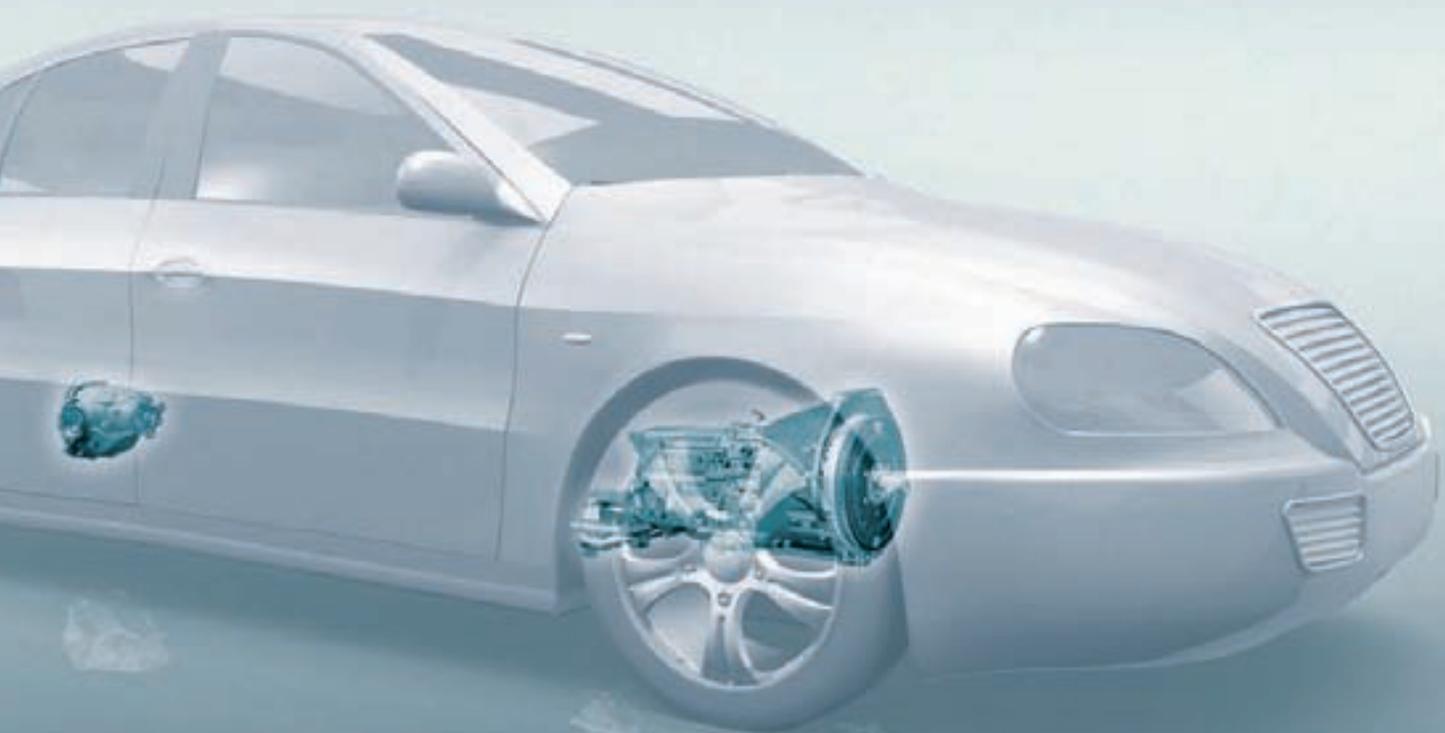
Manuais Técnicos

LUK

INA

FAG







LuK, a inventar o futuro

A **LuK** é fabricante de componentes de embraiagem para veículos de turismo, veículos industriais e tractores. Qualidade, capacidade técnica e desenvolvimento de soluções inovadoras são as características pelas quais a marca **LuK** se distingue.

A vasta gama **LuK** é constituída pelo kit de embraiagem **RepSet**, o kit de embraiagem com rolamento hidráulico **RepSet Pro**, o **Volante Biomassa**, o **Volante Biomassa Compacto**, a **Embraiagem Autoajustável SAC**, e o kit de embraiagem com volante biomassa **RepSet DMF**. Todos eles conquistaram a sua posição no mercado e fornecem directamente todos os principais fabricantes de veículos.





				
✓	✓			

Introdução à Tecnologia das Embraiagens para Automóveis Ligeiros



LIGEIRO



Índice

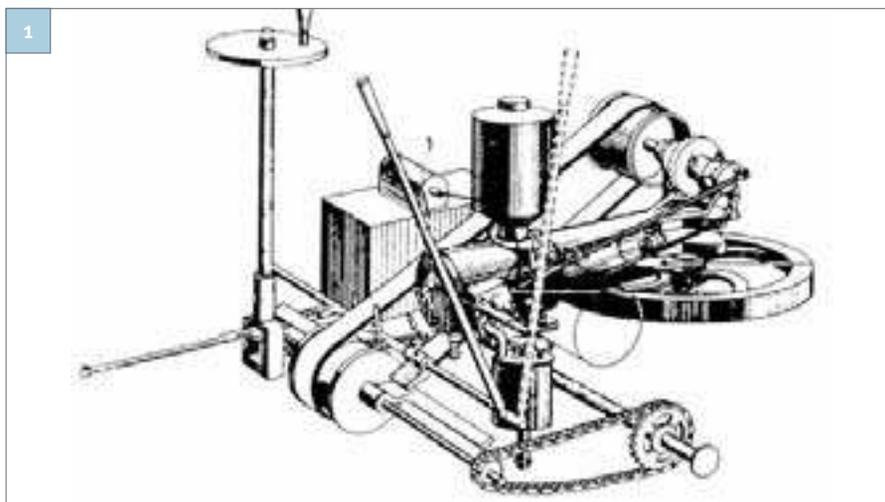
Evolução da tecnologia de embraiagem	13–20
Ligação entre o motor e a caixa de velocidades – esquema de funcionamento, componentes	21–23
Disco da embraiagem: o elemento central de ligação da embraiagem	24–27
Prato de pressão da embraiagem: tipos de construção e linhas características	28–37
Volante bimassa: Amortecimento eficaz da torção entre o motor e a caixa de velocidades	38–41
Sistemas de desembraiagem hidráulicos	42–45
Caixa de velocidades automática (ASG) para maior conforto	46–47
Dinâmica e eficácia graças à caixa de velocidades de embraiagem dupla	48–51
Caixa de velocidades CVT: conforto contínuo	52–57
Conversor de binário: Chegar cada vez mais longe com sistemas robustos e menos combustível	58–59

Evolução da tecnologia da embraiagem

Nos mais de cem anos de história do automóvel, praticamente todos os componentes beneficiaram de um enorme desenvolvimento técnico. A fiabilidade, os custos de produção e a facilidade de manutenção, assim como, mais recentemente, as características ecológicas, têm sido e continuam a ser os factores que, desde sempre, têm induzido os construtores de veículos a encontrar soluções cada vez melhores e mais inovadoras. As construções de base eram, na maior parte dos casos, já conhecidas, desde os primeiros tempos, apesar de que só o desenvolvimento de novos materiais e processos de fabrico permitiram a sua aplicação prática.

Só em finais da primeira década do século XX foi possível o motor de explosão impor-se definitivamente sobre os outros conceitos de propulsão dos veículos com os quais competia – a propulsão por vapor e a propulsão eléctrica.

Em 1902, um veículo equipado com um motor a gasolina conseguiu estabelecer pela primeira vez um recorde de velocidade absoluto: até essa data tinham dominado os veículos eléctricos e a vapor. Logo na década seguinte, os defensores dos três conceitos de propulsão continuaram a lutar pelo primeiro lugar nos recordes de velocidade. A propulsão a vapor e a propulsão eléctrica tinham uma vantagem decisiva face ao "automóvel com motor a combustíveis líquidos", nome que recebiam naquela época os automóveis com propulsão por combustão interna: graças a uma curva de binário quase ideal, não necessitavam nem de embraiagem nem de caixa de velocidades, pelo que eram muito mais fáceis de manejar, menos susceptíveis a avarias e de mais fácil manutenção. Como o motor de explosão apenas desenvolve potência a partir de um certo regime de rotações, tem a possibilidade de separação entre o motor e a caixa de velocidades. Além disso, o motor a gasolina necessita de um auxiliar mecânico para o arranque, a fim de compensar o inconveniente



Embraiagem com correia de transmissão num veículo Mercedes Benz de 1886

de apenas desenvolver potência a partir de um determinado regime de rotações e, por conseguinte, manter-se em funcionamento.

No entanto, para além desta função como embraiagem de arranque, é de igual importância a função da embraiagem de separação, para permitir as mudanças sem carga durante a marcha. Atendendo à complexidade dos problemas a solucionar, nos primeiros tempos da construção automóvel, muitos dos veículos, sobretudo os mais pequenos, não tinham qualquer embraiagem de arranque. Os veículos tinham portanto de arrancar "de empurrão".

O princípio de funcionamento das primeiras embraiagens surgiu numa relação estreita com a maquinaria da indústria emergente. Tal como as correias de transmissão ali utilizadas, os automóveis utilizavam também correias achatadas de couro. Aumentando a tensão da correia por meio de um rolo tensor, esta transmitia a força propulsora da polia do motor às rodas motrizes, enquanto que, aliviando a tensão da correia, esta patinava, ficando desaccoplada. Como este processo desgastava muito rapidamente a correia de couro, logo se passou a instalar, para além da polia motriz, uma polia de rotação livre, do mesmo tama-

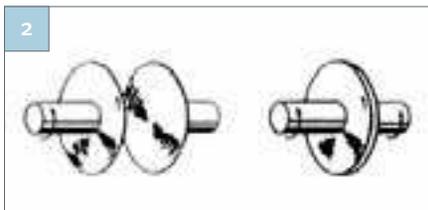
nho. Graças ao movimento de uma alavanca, a correia de transmissão desviava-se da polia motriz para a polia de rotação livre, a fim de iniciar a marcha.

O automóvel da Mercedes Benz de 1886, com o qual Bertha Benz tinha realizado a primeira viagem de longo curso da história do automóvel, entre Mannheim e Pforzheim, apresentava já esta solução de embraiagem.

Por um lado, os inconvenientes próprios do accionamento por correias, designadamente um mau rendimento, o elevado nível de desgaste e um deficiente comportamento, em especial com chuva, e, por outro lado, a necessidade de caixas de velocidades para fazer face à crescente potência dos motores, levaram os construtores a procurar soluções melhores que a embraiagem de transmissão.

Deste modo, surgiram os mais diversos tipos de embraiagens, entre os quais figuravam também os precursores das nossas actuais embraiagens, todos eles baseados no princípio da embraiagem de fricção: é aproximado de um disco montado na extremidade da cambota, um segundo disco que é colocado imobilizado e que, ao tocarem-se ambos os discos, produz-se fricção e o disco sem propulsão entra em movimento.

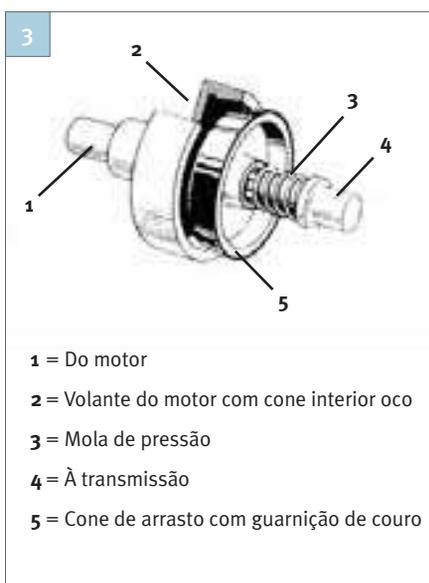
Ao aumentar a pressão de aperto, o disco mandante arrasta o disco mandado até deixar de existir fricção e ambos atingirem a mesma velocidade de rotação. Durante o engate, a energia propulsora principal transforma-se em calor, devido ao deslizamento dos discos entre si.



Princípio básico da embraiagem por fricção: o disco mandante é pressionado pelo disco mandado até à sua aderência

Esta versão satisfaz as duas principais exigências: uma engrenagem gradual e suave, de modo a não deixar o motor ir-se abaixo ao arrancar e evitar pancadas no motor e na transmissão, assim como uma transmissão sem perdas com a embraiagem engatada.

A forma básica deste princípio de construção tinha-a já em 1889 o veículo de rodas de aço da Daimler, que apresentava uma embraiagem cônica de fricção.



- 1 = Do motor
- 2 = Volante do motor com cone interior oco
- 3 = Mola de pressão
- 4 = À transmissão
- 5 = Cone de arrasto com guarnição de couro

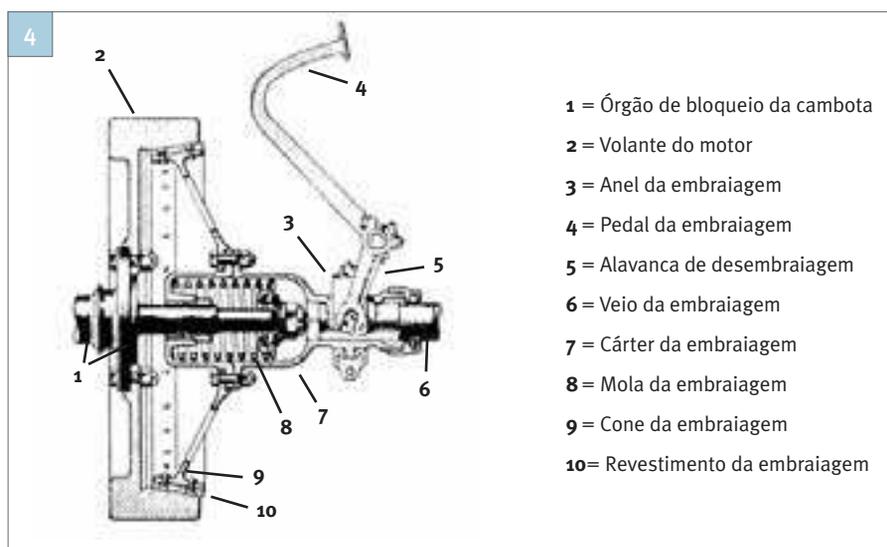
Construção da embraiagem cônica de fricção

O volante do motor tinha um torneamento sobre o qual assentava livremente um cone de fricção móvel, firmemente unido à árvore de transmissão, através da cárter da embraiagem. O cone era comprimido contra o volante do motor, por meio de uma mola, e, exercendo pressão sobre o pedal, através do anel da embraiagem de marcha livre, podia retrair-se do volante do motor, interrompendo assim o arrasto da potência. Como material de fricção sobre a superfície do cone foram inicialmente utilizadas correias de pêlo de camelo que, no entanto, acabaram por ser substituídas por correias de couro. Para protegê-las contra a humidade, ou contra a presença de massas ou óleos lubrificantes, estas correias eram embebidas em óleo de rícino.

Esta construção tinha a vantagem de ser auto-ajustável e de não sobrecarregar os semi-eixos e o eixo de transmissão, embora de facto predominassem as desvantagens: por um lado, o material de fricção desgastava-se rapidamente e a sua substituição era dispendiosa, tendo-se optado pela construção com pinos elásticos ou molas de lâminas sob a guarnição de couro.

Por outro lado, tanto o volante do motor como o cone da embraiagem eram muito pesados. Deste modo, ao desacoplar, e devido ao elevado momento de inércia, o disco demorava muito tempo a imobilizar-se – defeito ainda mais notório atendendo ao facto de os movimentos não estarem ainda sincronizados.

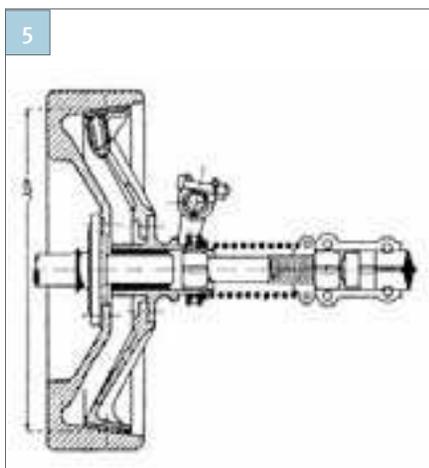
Para fazer face a esta falha, a partir de 1910, aproximadamente, optou-se por acoplar um travão de embraiagem, sobre o eixo de transmissão. Este travão devia ser accionado através de outro pedal – quase sempre combinado com o da embraiagem, e montado exactamente sobre o mesmo eixo. Por uma questão de comodidade, muitos condutores deixavam patinar a embraiagem em vez de engatar uma mudança, para regular a velocidade do veículo. Desta atitude resultava um sobreaquecimento do volante do motor, enquanto que o cone de fricção, protegido termicamente pelo revestimento de couro isolante, se mantinha a uma menor temperatura. O volante do motor dilatava e permitia que o cone engatasse mais profundamente do que o habitual. Após o arrefecimento das peças, o cone ficava bloqueado no volante do motor, sendo a sua separação praticamente impossível.



- 1 = Órgão de bloqueio da cambota
- 2 = Volante do motor
- 3 = Anel da embraiagem
- 4 = Pedal da embraiagem
- 5 = Alavanca de desembraiagem
- 6 = Veio da embraiagem
- 7 = Cárter da embraiagem
- 8 = Mola da embraiagem
- 9 = Cone da embraiagem
- 10 = Revestimento da embraiagem

Corte de uma embraiagem cônica com os elementos típicos: cone da embraiagem e volante do motor torneado de forma adequada

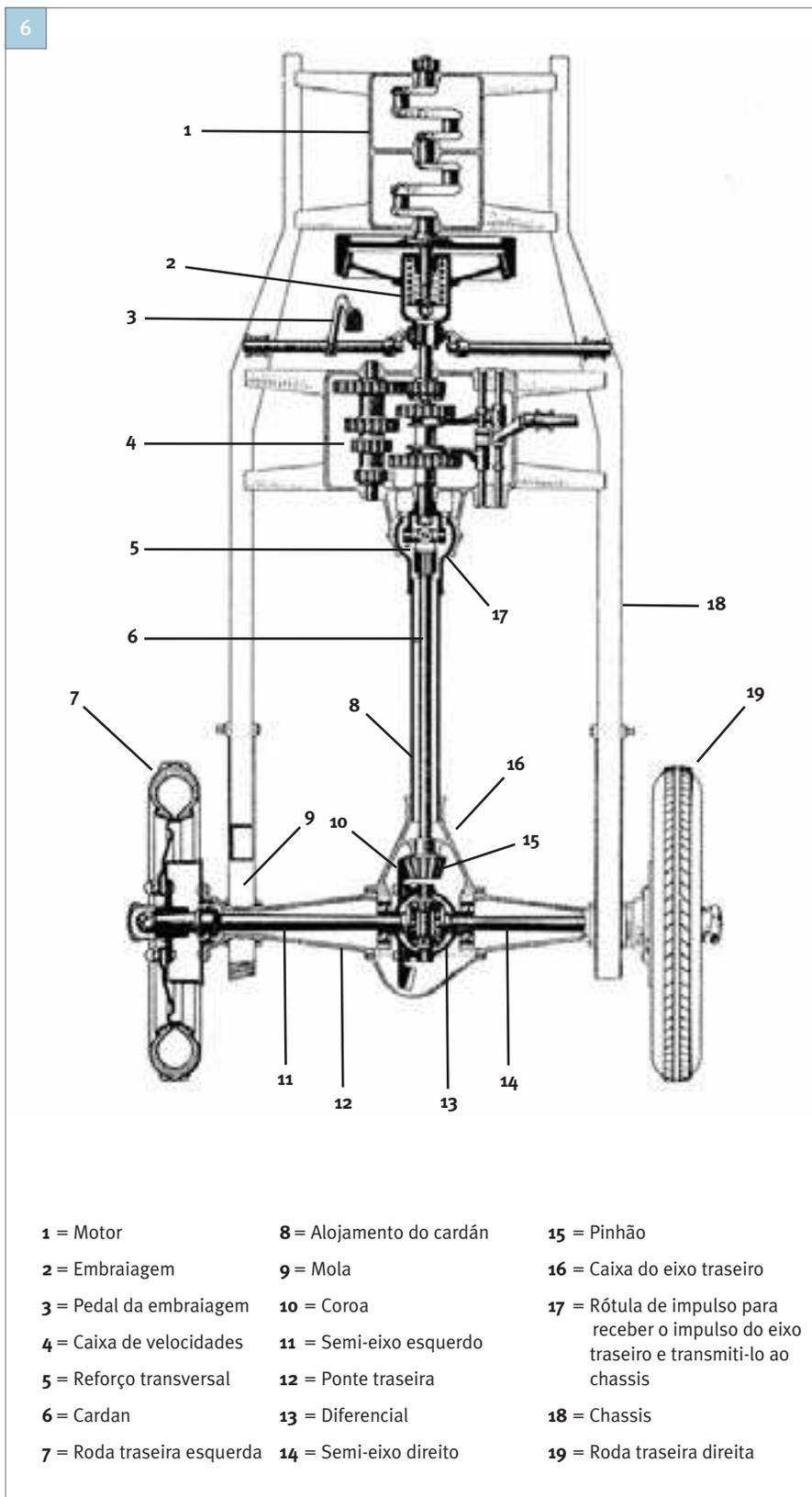
Assim, depois da Primeira Guerra Mundial, começou a impor-se cada vez mais a obrigatoriedade de aplicação de revestimentos de fricção metálicos, embora não sem antes se terem experimentado outras soluções. Por exemplo, a Nova Empresa de Automóveis (NCA) montou uma embraiagem que dispunha de um cone estampado em chapa, com revestimento de pêlo de camelo, aletas do tipo das da ventoinha, e que engrenava num anel de dois componentes, revestido a couro, aparafusado ao volante do motor. Devido à sua concepção em dois componentes, este anel podia ser desmontado sem problemas, o que simplificava a manutenção e reduzia o número de casos de bloqueio da embraiagem.



Embraiagem cônica com revestimento de couro e molas

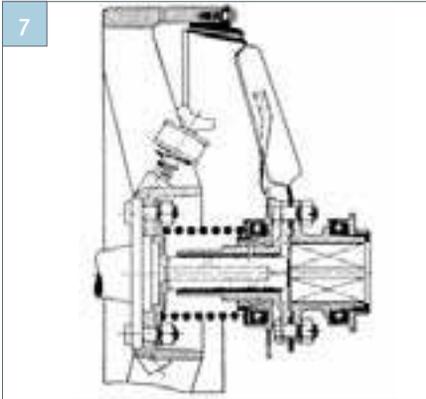
A empresa de motores Daimler fabricou uma embraiagem de fricção aberta, munida de um cone de alumínio polido. Para suavizar o seu funcionamento, eram lançadas gotas de óleo, a intervalos regulares, sobre as superfícies de fricção.

Dada a sua simplicidade, as embraiagens cônicas mantiveram-se até aos anos vinte. Em contrapartida, as embraiagens metálicas, com superfícies de fricção cilíndricas, não conseguiram impor-se, devido à sua fraca modulação.

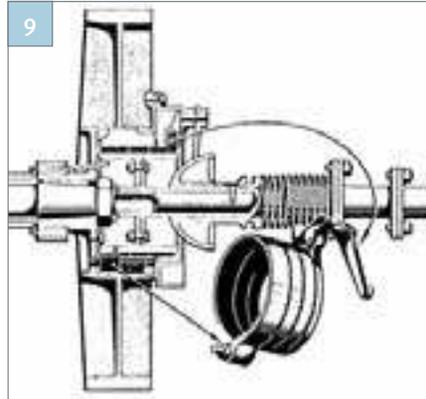


- | | | |
|----------------------------|-------------------------|---|
| 1 = Motor | 8 = Alojamento do cardã | 15 = Pinhão |
| 2 = Embraiagem | 9 = Mola | 16 = Caixa do eixo traseiro |
| 3 = Pedal da embraiagem | 10 = Coroa | 17 = Rótula de impulso para receber o impulso do eixo traseiro e transmiti-lo ao chassi |
| 4 = Caixa de velocidades | 11 = Semi-eixo esquerdo | 18 = Chassi |
| 5 = Reforço transversal | 12 = Ponte traseira | 19 = Roda traseira direita |
| 6 = Cardan | 13 = Diferencial | |
| 7 = Roda traseira esquerda | 14 = Semi-eixo direito | |

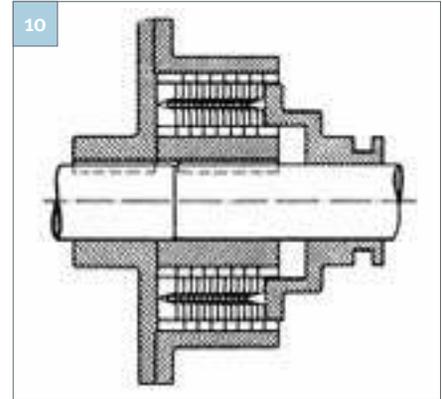
Vista de um chassi com embraiagem cônica. O accionamento da embraiagem decorre através de um pedal, que se retrai contra a mola de pressão e, portanto, a desembréia através de uma alavanca de desembréia.



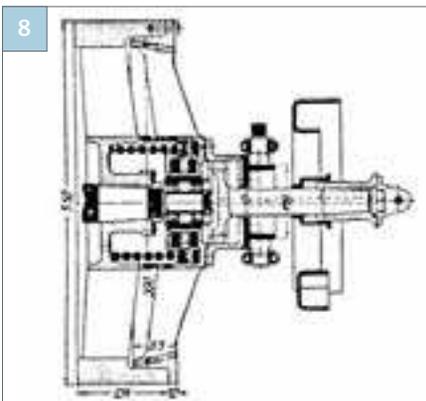
7 Embraiagem NCA com anel de cone interior dividido em duas partes e que facilita muito a manutenção.



9 A embraiagem de cinta elástica da Daimler foi mantida até à Primeira Guerra Mundial, graças ao seu princípio de construção genial e simples.



10 O professor inglês Hele-Shaw foi o primeiro a experimentar as embraiagens de lâminas ou discos múltiplos.



8 Embraiagem de cone de alumínio da empresa de motores Daimler.

Só a embraiagem de cinta elástica, uma variante das embraiagens cilíndricas montadas pela Daimler nos automóveis Mercedes até finais do século, conseguiu manter-se até à Primeira Guerra Mundial, graças à sua construção genialmente simples.

Neste tipo de embraiagem, era introduzida entre o volante do motor e a cabeça do eixo, uma cinta elástica resistente, em forma de tambor, enrolada em espiral. Uma das extremidades da mola helicoidal era unida ao volante do motor, enquanto a outra era fixada à tampa da caixa da mola. O accionamento do pedal da embraiagem exercia tensão sobre a cinta elástica, envolvendo o tambor cada vez com mais

firmeza e de forma auto-ajustável, e arrastando consigo o veio da caixa de velocidades.

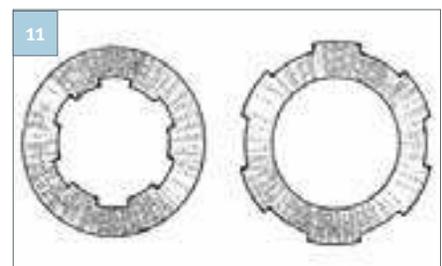
A tensão das molas necessitava assim apenas de uma pequena força para conseguir um engate suave.

Mais ou menos na mesma altura em que a empresa de motores Daimler desenvolvia a sua embraiagem de cinta elástica, o professor inglês Hele-Shaw fazia experiências com uma embraiagem de lâminas ou multidiscos que, no que se refere ao seu princípio, pode ser considerada uma precursora da embraiagem monodisco a seco, actualmente utilizada. As embraiagens de lâminas, frequentemente designadas por “embraiagens de Weston”, em honra do seu primeiro fabricante em série, possuíam vantagens significativas face à embraiagem cónica de fricção: superfícies de fricção bastante superiores, com escassa necessidade de espaço e acção contínua.

A embraiagem multidiscos consiste numa caixa em forma de tambor, unida ao volante do motor. Esta caixa é ranhurada longitudinalmente no seu interior. Os discos que giram com a cambota ou o volante do motor apresentam saliências ao longo do seu diâmetro exterior, que encaixam nos entalhes

do interior da caixa, transmitindo assim o movimento, e permitindo ao mesmo tempo o deslocamento longitudinal dos discos.

Por seu lado, a árvore de transmissão apresenta umas saliências similares ao longo do seu diâmetro exterior, nas quais encaixa um número idêntico de discos mandados, com entalhes ao longo do seu diâmetro interior. Estes discos também podem deslocar-se sobre a árvore em sentido longitudinal. Na montagem num conjunto de lâminas são intercalados discos de embraiagem interiores e exteriores, de modo a suceder-se sempre um disco mandante e outro mandado. Os pares de discos assim formados, em que inicialmente girava um disco de bronze contra um de aço, eram comprimidos por molas, através de um prato de pressão. Assim, as lâminas de embraiagem iam-se acoplando progressivamente.



11 Pares de discos de uma embraiagem de lâminas, à esquerda, o disco interior da embraiagem e, à direita, o disco exterior.

Dado este progressivo aumento da capacidade de fricção, a embraiagem de lâminas assegurava muita suavidade no engate.

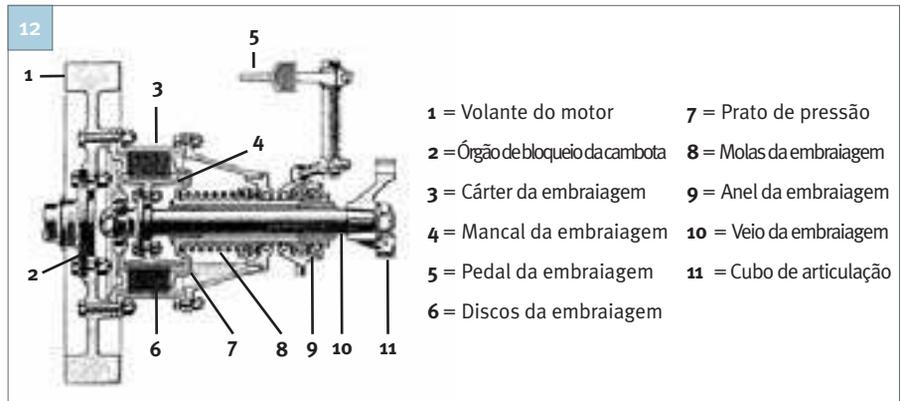
Ao diminuir a pressão da mola, voltavam a separar-se os discos, ajudados em parte por tiras elásticas dobradas para fora a partir do plano dos discos. Com esta construção era possível adaptar um tipo básico de embraiagem a qualquer potência do motor, aplicando simplesmente a quantidade necessária de pares de lâminas.

As embraiagens multidiscos trabalhavam tanto em banho de óleo ou petróleo como em seco, embora a maior parte das vezes fossem utilizados materiais de fricção especiais, com rebitegens sobre as lâminas. O efeito de arrasto deve ser considerado o maior defeito deste tipo de embraiagens. Sobretudo no banho de óleo, apenas era produzida uma interrupção insuficiente da potência, o que prejudicava o funcionamento da caixa de velocidades.

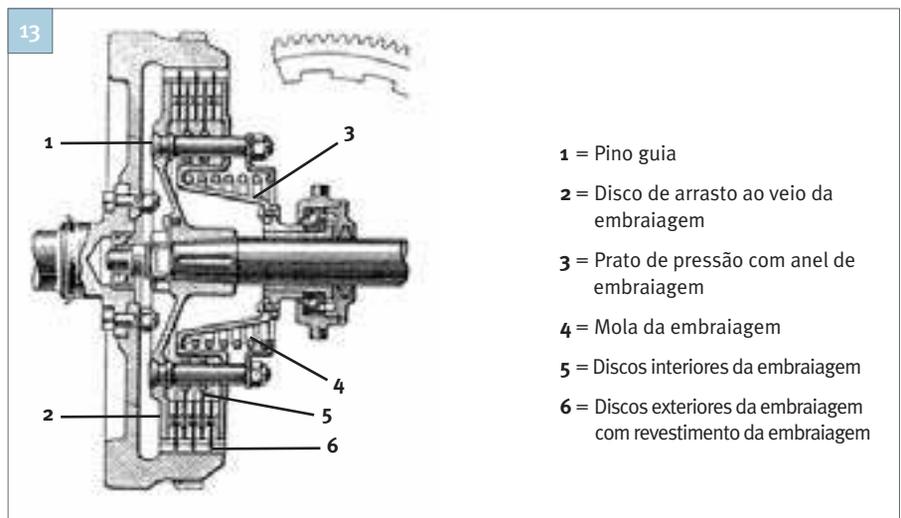
Já em 1904, a De Dion & Bouton havia apresentado o princípio da embraiagem monodisco que, devido à escassez de materiais na época, não conseguiu impor-se nos Estados Unidos, a não ser depois do grande boom automobilístico dos anos 20.

Em contrapartida, conseguiu impor-se na Europa, onde os fabricantes tinham recebido licenças da indústria americana de peças para automóveis. A embraiagem monodisco acabou, em poucos anos, com as embraiagens cónicas e de lâminas.

Enquanto que a De Dion & Bouton lubrificava ainda com grafite as superfícies de fricção dos seus discos de embraiagem, o grande progresso desta tecnologia de embraiagens foram os revestimentos de amianto da Ferodo, que foram utilizados a partir aproximadamente de



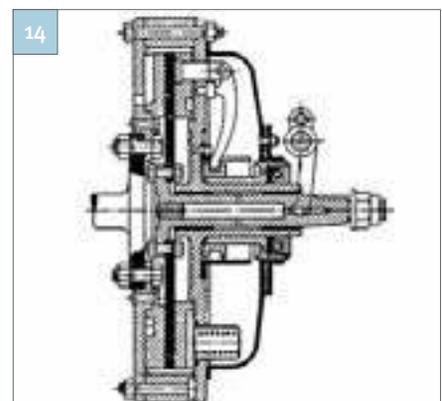
Embraiagem de discos múltiplos em banho de óleo



Embraiagem multidiscos em seco com guarnições rebiteadas

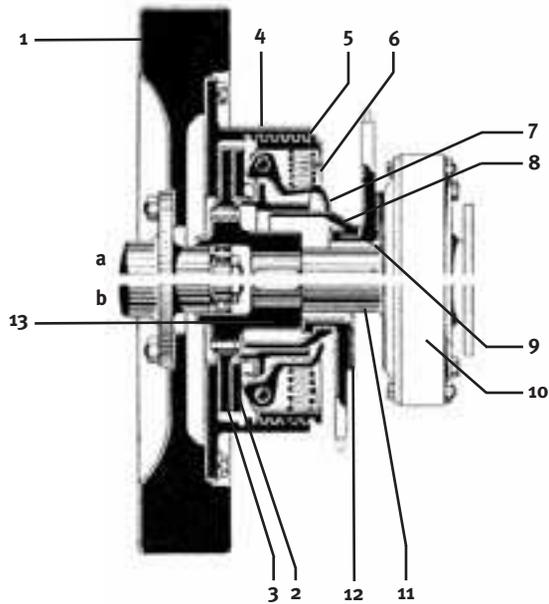
1920, até à sua substituição recente por materiais de fricção isentos deste material. As vantagens da embraiagem monodisco a seco eram evidentes: devido à menor massa do disco de arrasto, este parava mais rapidamente ao desembraiar, facilitando assim consideravelmente o funcionamento da caixa de velocidades.

O primeiro tipo de embraiagem monodisco em seco era ainda relativamente dispendioso. Sobre o volante do motor era fixado cárter da embraiagem, e sobre este era aparafusada a tampa da embraiagem. Esta tampa servia de recepção, por meio de molas, a alavancas de



A De Dion & Bouton foi a primeira empresa a reconhecer que o futuro iria pertencer à embraiagem monodisco

15



- | | | |
|--------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1 = Volante do motor | 6 = Mola | 11 = Veio de ligação |
| 2 = Disco intermédio | 7 = Alavanca | 12 = Revestimento de couro |
| 3 = Disco de fricção | 8 = Cone | 13 = Disco de arrasto |
| 4 = Cárter da embraiagem | 9 = Disco do anel coletor | |
| 5 = Tampa da embraiagem | 10 = Articulação por mola | |

Primeiro tipo de construção da embraiagem de mola helicoidal, com molas dispostas perpendicularmente em relação ao eixo central

ressaltos, comprimidas para interior, que, a partir de um disco intermédio, transmitiam a pressão e a aderência da força do volante do motor, por intermédio do disco de fricção. Este último estava unido ao veio de ligação ou ao eixo da caixa de velocidades, por meio de um arrastador. A De Dion & Bouton foi a primeira empresa a reconhecer que o futuro seria a embraiagem monodisco.

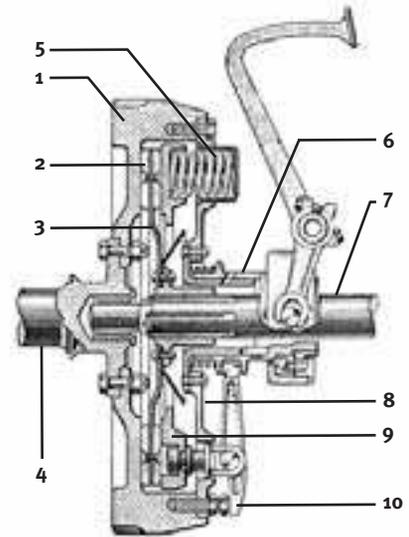
A embraiagem e desembraiagem processavam-se através de um disco com anel coletor, que movia um cone para a frente e para atrás. Os flancos do cone accionavam então a

alavanca que se encontrava sob pressão das molas, através da qual era pressionado ou aliviado o disco intermédio, ou seja, se embraiava e desembraiava. Como o cone girava em torno do disco com anel coletor estático, era necessária uma lubrificação regular.

No entanto, a embraiagem que se impôs foi a de mola helicoidal, em que a pressão de aperto era gerada por este elemento.

Em primeiro lugar, experimentou-se com uma única mola disposta centralmente, embora só a versão com várias molas heli-

16



- | | |
|--------------------------------|-------------------------|
| 1 = Volante do motor | 6 = Anel da embraiagem |
| 2 = Revestimento da embraiagem | 7 = Veio da embraiagem |
| 3 = Disco da embraiagem | 8 = Tampa da embraiagem |
| 4 = Cárter da embraiagem | 9 = Prato de pressão |
| 5 = Mola da embraiagem | 10 = Disparador |

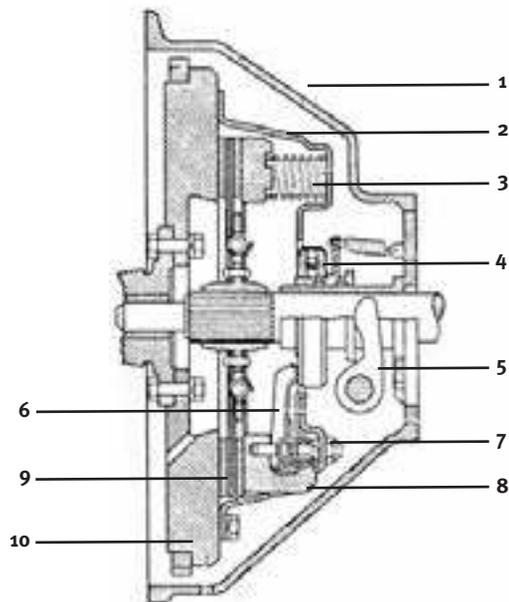
Foi com esta forma, ou seja, com molas de embraiagem dispostas paralelamente em relação ao eixo central, que a embraiagem de mola helicoidal dominou até aos anos 60

dais mais pequenas, distribuídas pelo rebordo exterior do cárter da embraiagem, tivesse passado à produção em série.

Por meio de um anel de embraiagem com deslocamento livre sobre o veio da embraiagem, era possível comprimir as molas helicoidais, por meio de uma alavanca e, portanto, aliviar o prato de pressão e permitir a desembraiagem.

Utilizando diferentes molas, obtinha-se uma pressão de aperto variável, embora com o inconveniente decisivo de as molas helicoidais, dispostas do lado exterior do prato de pressão,

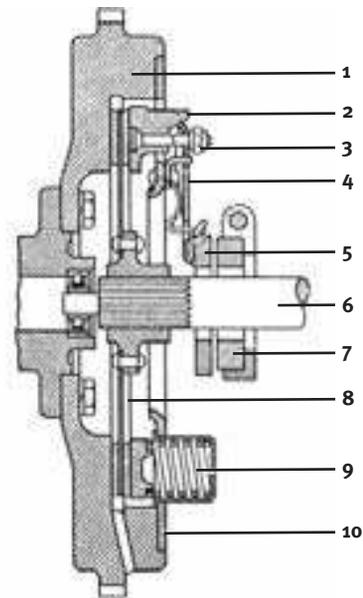
17



- | | |
|--|--|
| 1 = Câter da embraiagem | 6 = Alavanca da desembragem |
| 2 = Armação da embraiagem (tampa da embraiagem) | 7 = Porca de afinação |
| 3 = Mola de pressão da embraiagem | 8 = Prato de pressão (prato de pressão) |
| 4 = Rolamento da desembragem (com lubrificação permanente) | 9 = Disco de arrasto (de mola e com amortecimento) |
| 5 = Garfo da embraiagem | 10 = Volante do motor |

Em Inglaterra e nos Estados Unidos, o mais divulgado era o tipo Borg & Beck, com molas montadas na armação da embraiagem...

18



- | | |
|-----------------------------|--|
| 1 = Volante do motor | 6 = Veio da embraiagem |
| 2 = Prato de pressão | 7 = Comando de desembragem com anel de grafite |
| 3 = Porca de afinação | 8 = Disco de arrasto |
| 4 = Alavanca de desembragem | 9 = Mola de pressão da embraiagem |
| 5 = Anel de desembragem | 10 = Tampa da embraiagem |

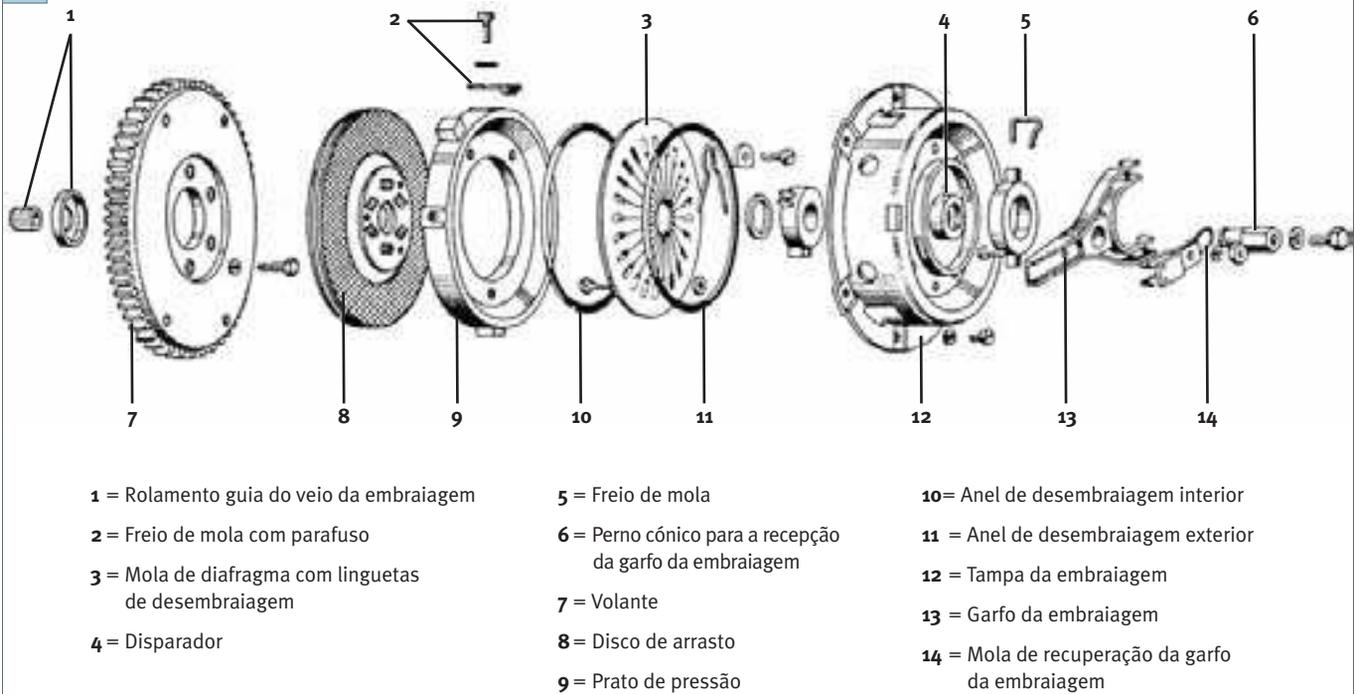
... enquanto que na Europa o que se impunha era o tipo de construção com molas dispostas no exterior, assentes na tampa da embraiagem

serem empurradas para fora, pela força centrífuga, contra os seus copos guia, com uma força cada vez maior, aumentando o regime de rotações. Deste modo, era modificada a característica de pressão, devido à fricção produzida entre a mola e o copo guia. Como consequência, o funcionamento da embraiagem era cada vez mais pesado, devido ao aumento do regime de rotações. Acresce o facto de o apoio das alavancas de desembragem, sob carga permanente, ser propenso a um forte desgaste e os copos guia da mola poderem também sofrer um desgaste rápido por fricção, em especial ao engatar as mudanças a altas rotações.

A fim de eliminar estes inconvenientes resultantes do seu princípio, foi desenvolvida a embraiagem de diafragma, que surgiu em 1936, nos "Laboratórios de Investigação" da General Motors, e cujo fabrico em série foi iniciado nos Estados Unidos em finais da década dos anos 30. Na Europa foi conhecida logo após a Segunda Guerra Mundial, sobretudo através dos camiões militares GMC americanos. A partir dos anos 50, começou a ser utilizada, primeiro de forma isolada, pelos fabricantes europeus. O Porsche 356, o Goggomobil, o BMW 700 e o DKW Munga foram os primeiros mode-

los alemães equipados com esta embraiagem, que foi produzida em série pela primeira vez em 1965, com o Opel Rekord.

Dado o facto de a embraiagem de diafragma ser simétrica em termos de rotação, e, portanto, insensível ao regime de rotações, o seu grande momento chegou nos anos 60, quando os motores muito rotativos, com árvore de cames à cabeça (Glas, BMW, Alfa-Romeo) começaram visivelmente a destronar os outros. Até finais dos anos 60, quase todos os fabricantes pas-



Na embraiagem de lâminas desenvolvida pela Chevrolet, também designada por “embraiagem Chevrolet ou nacional”, as molas de pressão foram substituídas por uma mola de diafragma

saram a montar embraiagens de diafragma. O pleno desenvolvimento da embraiagem de diafragma para a produção em série foi um mérito decisivo da LuK.

A substituição do sistema completo com alavancas e molas helicoidais por um diafragma que assume as funções de ambos – trouxe muitas vantagens. A estrutura mecânica simples, a pressão de aperto constante, a menor necessidade de espaço com uma pressão de aperto elevada (essencial nos motores com montagem transversal) e a facilidade de operação mesmo com elevados regimes de rotações, fizeram com que fosse a única utilizada actualmente e que seja cada vez montada com mais frequência nos veículos industriais, ainda por muito tempo dominado pela embraiagem de molas helicoidais.

Paralelamente a este desenvolvimento, foi também optimizado o disco da embraiagem. O

regime de rotações, em permanente alteração, e as oscilações do binário de rotação de um motor de explosão geram vibrações torsionais, que são transmitidas à caixa de velocidades a partir da cambota, da embraiagem e do veio primário, cujas consequências são a formação de ruídos e um desgaste elevado dos flancos dos dentes.

A menor massa de inércia e a construção ligeira dos veículos modernos reforçam ainda mais este efeito, pelo que os discos da embraiagem passaram a ser equipados com amortecedores de torção e guarnições elásticas.

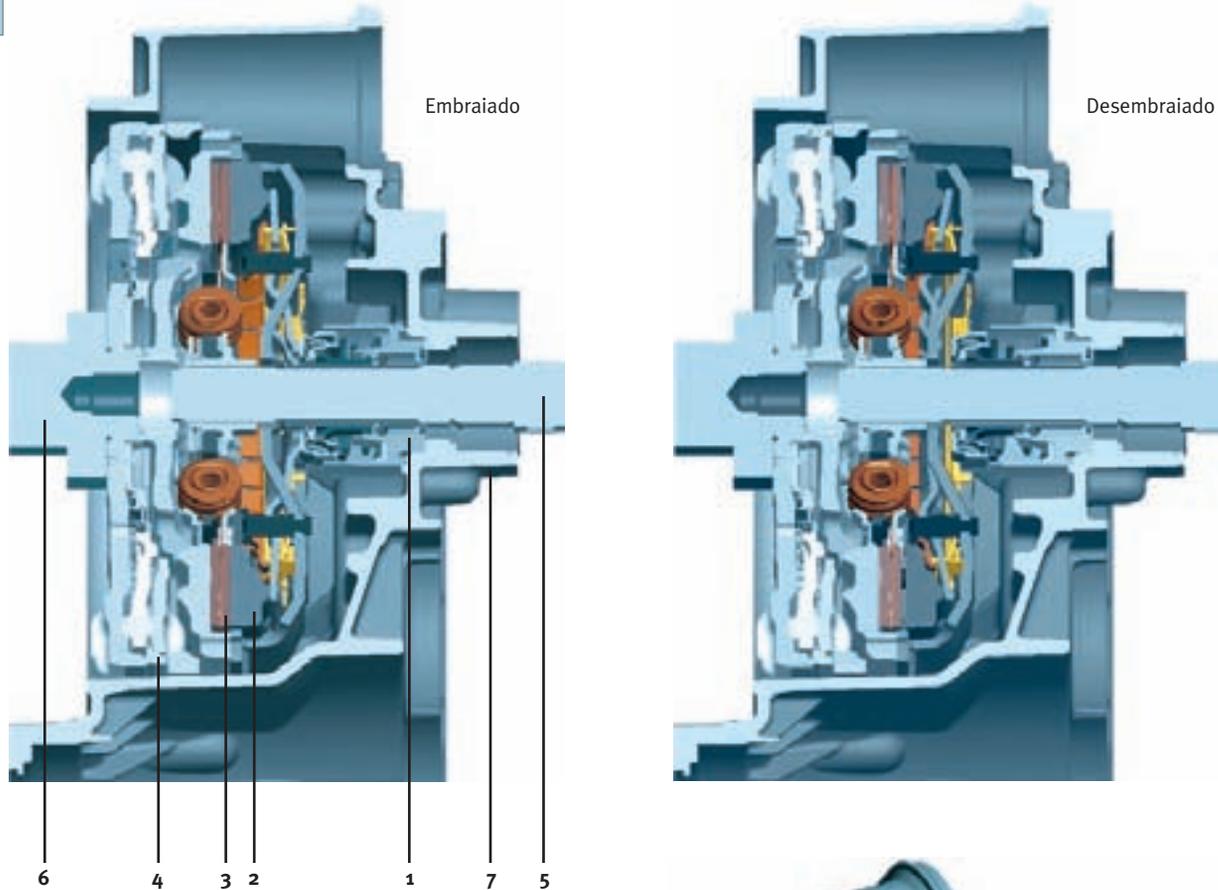
Enquanto que a embraiagem exigiu, durante muito tempo, muita força nas penas do condutor, devido ao facto de a pressão exercida pelo pé se transmitir através de tirantes e veios, os cabos de comando, a partir dos anos 30, assim como os accionamentos hidráulicos, a partir dos anos 50, aumentaram o conforto da condução.

Todos os esforços para automatizar a operação de embraiagem deveriam ter como objectivo a facilidade de manobra. Assim, as primeiras ideias para uma embraiagem electromagnética vieram da Wolseley, em 1918. No início dos anos 30, a empresa francesa Cotal construiu a sua caixa semi-automática com uma embraiagem electromagnética, que foi montada em alguns automóveis de luxo.

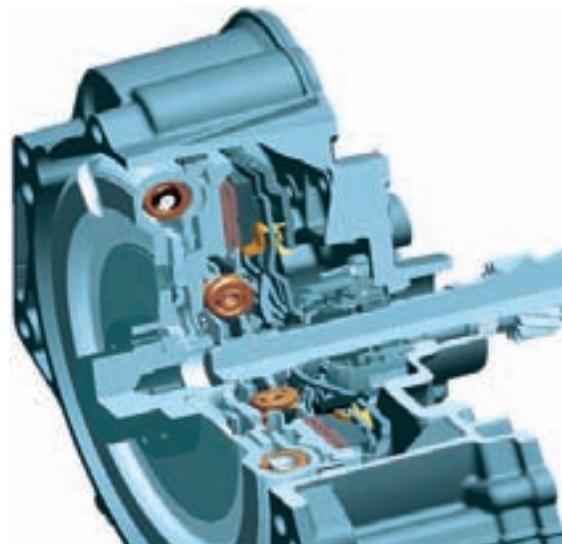
As mais conhecidas são as embraiagens centrífugas, que regulam a pressão que é exercida em função do regime de rotações, por meio da força centrífuga, e as embraiagens automáticas, como a Saxomat (Fichtel & Sachs), a LuKomat (LuK), a Manumatik (Borg & Beck) e a Ferlec (Ferodo). Nenhuma delas conseguiu impor-se, já que a concorrência entre as caixas de velocidades manuais e automáticas com conversor do binário foi sempre demasiado grande. Com a amável autorização da revista “MARKT” de motos e automóveis clássicos.

Engate entre o motor e a caixa de velocidades – esquema de funcionamento, componentes

20



Os motores de explosão apenas geram potência útil com um determinado regime de rotações. Para poder aproveitar este regime de rotações para as diferentes fases da marcha, os automóveis necessitam de uma caixa de velocidades. Actualmente, esta é, em geral, ligada ao motor por meio de uma embraiagem monodisco a seco. Devido às crescentes exigências de potência e de binários motor a transmitir, principalmente nos automóveis desportivos e nos camiões de grande tonelagem são também utilizadas embraiagens de discos duplos a seco. Para além das embraiagens “a seco”, ou seja, as embraiagens que trabalham no meio aéreo, existem as embraiagens húmidas, que funcionam num banho de óleo ou em vapor de óleo.



- | | |
|------------------------------------|---|
| 1 = Disparador central hidráulico | 5 = Veio primário da caixa de velocidades |
| 2 = Embraiagem autoajustável | 6 = Retentor da cambota |
| 3 = Disco de embraiagem amortecido | 7 = Cárter da embraiagem |
| 4 = Volante bimassa | |

O curso LuK sobre embraiagens deve transmitir conhecimentos sobre as bases e tipos da moderna tecnologia de embraiagens.

São fundamentalmente utilizadas como embraiagens de lâminas nas caixas de velocidades automáticas, nas máquinas utilizadas na construção civil, nos veículos especiais e, sobretudo, nas motos.

- As embraiagens de diafragma, conforme a representada na Figura 20, são cada vez mais utilizadas em veículos industriais. As suas vantagens face às embraiagens utilizadas anteriormente são as seguintes:
 - menor altura de construção
 - solidez mesmo com regimes de rotação elevados
 - forças de desembraiagem pequenas
 - maior duração

A figura 20, que mostra uma embraiagem e a respectiva montagem típica, ilustra o princípio da função como elemento de ligação ou separação entre o motor e a caixa de velocidades. Para além da função principal de ligação e separação da cambota e do veio primário da caixa de velocidades, uma embraiagem moderna realiza uma série adicional de tarefas importantes.

A embraiagem deve:

- permitir um arranque suave e progressivo, sem solavancos
- garantir um engate rápido das mudanças
- manter afastadas e filtrar da caixa de velocidades as vibrações de torção do motor, para desse modo reduzir as trepidações e o desgaste
- servir como meio de protecção de eventuais sobrecargas o conjunto da cadeia cinemática (p.ex., em caso de deficiente engate de uma mudança)
- ser resistente ao desgaste e poder ser substituída com facilidade.

Os componentes principais de uma embraiagem são os seguintes:

O prato da embraiagem, com os seus componentes individuais, o cárter da embraiagem (e também a tampa da embraiagem), o prato de pressão, como elemento de fricção do disco da embraiagem do lado desta, a mola do diafragma para gerar a pressão de aperto, as molas de lâminas tangenciais como elemento de ligação elástico que assegura o afastamento entre o cárter e o prato de pressão, os anéis de encosto e a cavilha espaçadora, responsáveis pela fixação e basculamento das molas do diafragma.

O disco de embraiagem, com os seus componentes individuais: mancal, amortecedor de torção com dispositivo de fricção e batedente, além de segmentos para o amortecimento do revestimento de fricção.

O volante do motor, com o rolamento piloto

(também rolamento guia da embraiagem). O dispositivo de desembraiagem com casquilho guia, rolamento de desembraiagem e garfo de desembraiagem.

Modo de funcionamento da embraiagem

A Figura 20 mostra o funcionamento de uma embraiagem monodisco a seco, com mola de diafragma. No estado de embraiado, o binário de forças proveniente da cambota passa ao volante do motor e ao prato de pressão da embraiagem. O disco de arrasto transmite o binário de forças através do mancal, ao veio primário da caixa de velocidades. O diafragma encosta ao prato de pressão, de movimento axial, contra o disco da embraiagem e o volante do motor, ficando assim estabelecida a ligação entre o motor e a caixa de velocidades.

O binário de rotação transmissível de uma embraiagem monodisco é calculado da seguinte forma:

$$M_d = r_m \times n \times \mu \times F_a$$

em que:

r_m = raio de fricção médio

n = número de superfícies de fricção

μ = coeficiente de fricção do revestimento

F_a = força de pressão exercida

M_d = binário transmissível

Um exemplo:

Diâmetro interior do revestimento $d_i = 134$ mm

Diâmetro exterior do revestimento $d_a = 190$ mm

Força exercida $F = 3500$ N

$$d_m = \frac{d_i + d_a}{2} = \frac{134 \text{ mm} + 190 \text{ mm}}{2} = 162 \text{ mm} \text{ diâmetro do meio de fricção}$$

$$r_m = \frac{d_m}{2} = \frac{162 \text{ mm}}{2} = 81 \text{ mm} = 81 \times 10^{-3} \text{ m} \text{ raio médio de fricção}$$

Coefficiente de fricção $\mu =$

0,27–0,32 (com materiais orgânicos)

0,36–0,40 (com materiais não orgânicos)

$$M_d = (81 \times 10^{-3} \text{ m}) \times 2 \times 0,27 \times 3500 \text{ N}$$

$$M_d = 153 \text{ Nm}$$

O binário transmissível de uma embraiagem deve ser sempre superior ao binário máximo do motor.

Se pretender uma interrupção do fluxo de forças, pise o pedal da embraiagem e, por meio do mecanismo de desembragem (com tirantes, cabo ou sistema hidráulico), desloque o garfo da desembragem e o rolamento da desembragem, ligado à mesma, na direcção da embraiagem, pressionando as extremidades do diafragma. Estas extremidades exercem a função de uma alavanca. Se continuar a pisar a fundo, deverá produzir-se uma inversão do sentido, através do apoio do diafragma, a pressão sobre o prato de pressão é aliviada e o disco da embraiagem é afastado, graças à acção das molas de lâminas., podendo assim voltar a rodar livremente. O motor e a caixa de velocidades ficam separados.

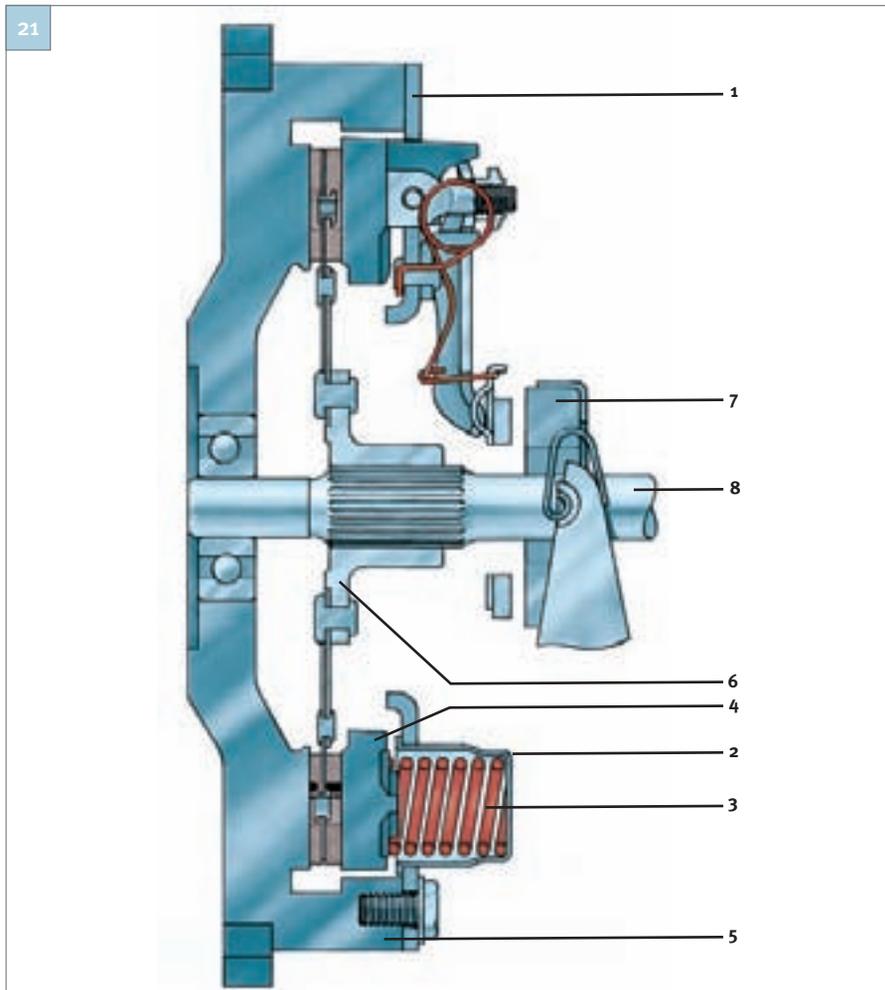
O amortecimento do revestimento encarrega-se de conseguir uma redução uniforme da pressão para um engate suave da embraiagem.

Apesar de o amortecedor de torção no disco da embraiagem não ser necessário do ponto de vista funcional, tem, no entanto, uma grande importância no que se refere ao conforto, na medida em que suaviza as rotações irregulares da cambota, através de uma combinação ajustada ao motor, entre as molas e os elementos de fricção, reduzindo assim as trepidações, os ruídos e o desgaste prematuro da caixa de velocidades.

O rolamento piloto destina-se a uma orientação e apoio correctos do veio primário da caixa de velocidades.

O casquilho guia ajuda o rolamento de desembragem a ficar centrado sobre a embraiagem.

Os retentores dos veios do e a caixa de velocidades devem manter livre de óleo a zona da embraiagem. Mesmo as mais insignificantes quantidades de massa lubrificante ou óleo sobre o material de fricção do disco alteram o coeficiente de fricção, inutilizando a peça.



Corte de uma embraiagem de molas helicoidais

Embraiagem de molas helicoidais

Para completar a informação, está representada nesta secção um tipo de embraiagem de molas helicoidais, em vez de uma embraiagem de diafragma.

Na câmara da embraiagem (1) estão embutidas recepções em chapa (2), onde se alijam as molas helicoidais (3). Estas molas empurram o prato de pressão (4) na direcção do volante do motor (5), prendendo assim o disco da embraiagem (6). Portanto, o binário de rotação pode ser transmitido através do volante do motor (5), do cárter da embraiagem (1) e do prato de pressão (4), ao disco da embraiagem (6), com deslocamento axial, que se encontra sobre o veio primário (8).

Enquanto que o elemento de pressão e a alavanca formam uma peça única na embraiagem de diafragma, a embraiagem de molas helicoidais necessita tanto da alavanca de desembragem como dos elementos de pressão. O prato de pressão move-se através de toda a extensão do seu curso contra a pressão cada vez maior da mola, o que provoca uma força de acionamento comparativamente superior numa embraiagem de molas helicoidais, com pressão igual à de uma embraiagem de diafragma.

Outras desvantagens são a menor resistência do conjunto face às elevadas rotações do motor, assim como a maior altura de construção da embraiagem de molas helicoidais.

Disco da embraiagem: elemento central de ligação da embraiagem

Funcionamento

A principal função do disco da embraiagem consiste em transmitir, como parceiro da fricção, entre o volante do motor e o prato de pressão, o binário do motor ao veio primário da caixa de velocidades. A compensação do regime de rotações do motor e da caixa de velocidades e a transmissão do binário do motor são, neste caso, asseguradas pelos revestimentos de fricção que, para além dos requisitos técnicos, como desgaste reduzido, coeficiente de desgaste constante e formação suave do binário, devem também cumprir as actuais especificações de compatibilidade com o meio ambiente. Os revestimentos utilizados nos discos de embraiagem foram desenvolvidos pela LuK, que os fabrica e adapta aos actuais requisitos técnicos e legais.

Uma característica de todos os discos de embraiagem LuK é o amortecimento do assegurado pelo revestimento, adaptado aos requisitos de conforto do cliente, que permite uma formação suave do binário durante o arranque e um desenvolvimento da pressão no pedal ergonomicamente adequado.

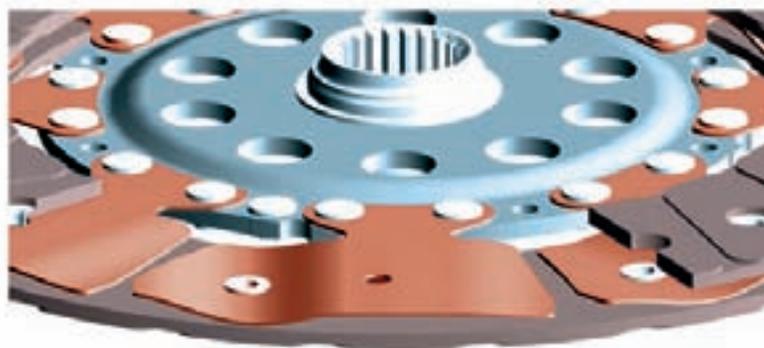
Para além da versão standard com segmentos individuais, para as aplicações mais exigentes, são utilizados segmentos duplos, com ondulação múltipla. Graças ao eficaz apoio dos revestimentos, consegue-se assegurar um diagrama de contacto constante.

Reduz-se ao mínimo a introdução e assentamento com temperaturas elevadas e, desse modo, a modificação do amortecimento do revestimento durante toda a sua vida útil.

Disco da embraiagem com amortecedor de torção

Para reduzir as irregularidades de rotação provocadas pelos motores de combustão interna, que podem provocar vibrações na

22



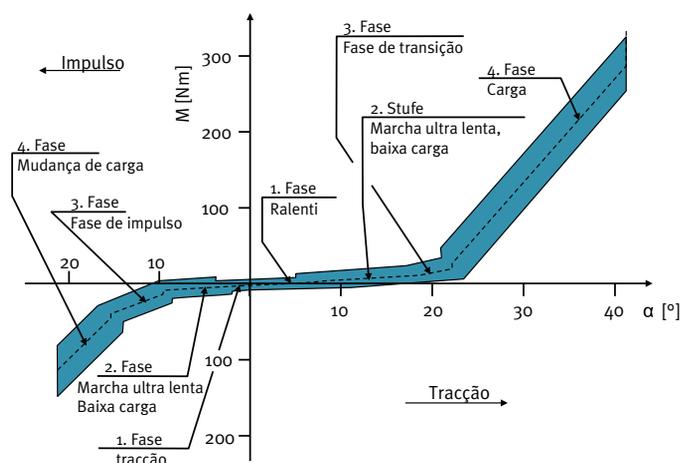
Segmento individual



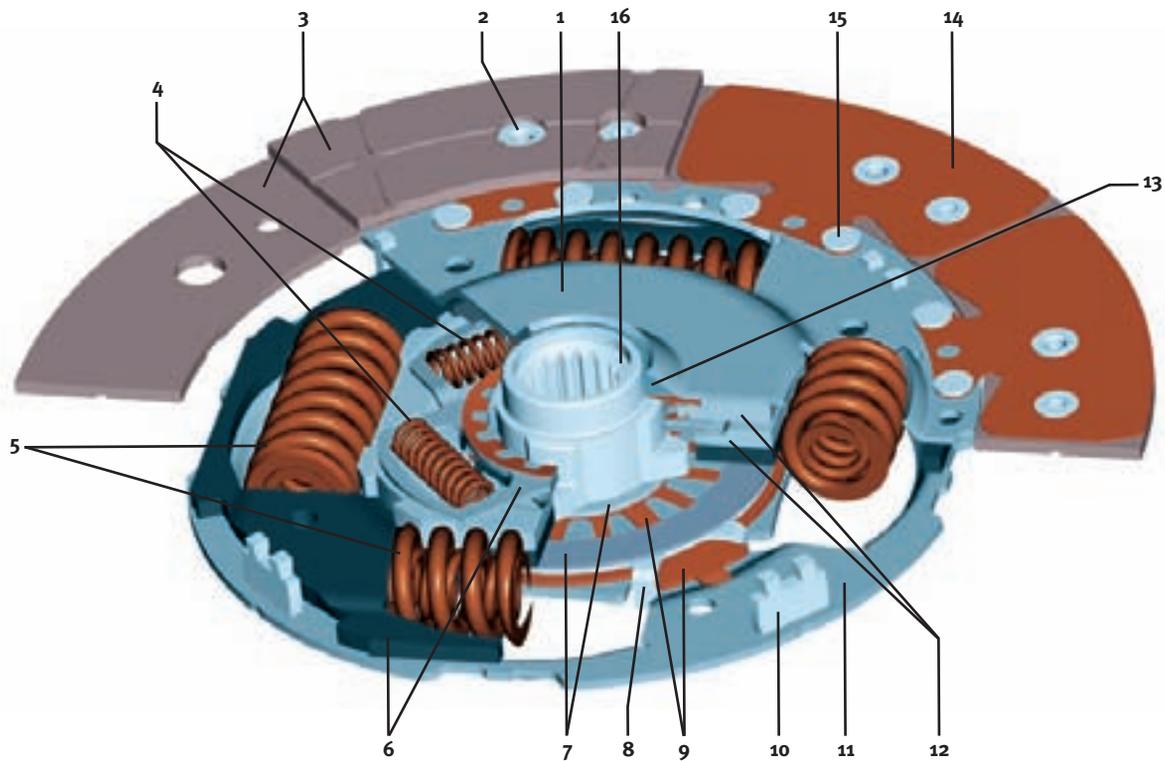
Segmento duplo

Para além da versão padrão, com segmentos individuais, estão disponíveis segmentos duplos, com ondulação múltipla, para as aplicações mais exigentes

23



A curva característica do amortecedor de torção pode adaptar-se às pretensões do cliente



- | | | | |
|--|---|---|---------------------------------|
| 1 = Disco de arrasto | 5 = Molas de pressão (amortecedor de carga) | 9 = Diafragmas | 13 = Cone de centragem |
| 2 = Rebite do revestimento de fricção | 6 = Órgão de bloqueio do mancal | 10 = Chapa espaçadora | 14 = Segmento de mola axial |
| 3 = Revestimentos de fricção | 7 = Anéis de fricção | 11 = Prato em contraposição | 15 = Rebite de segmento de mola |
| 4 = Molas de pressão (amortecedor de ralenti ou baixa carga) | 8 = Prato de apoio | 12 = Armação de amortecimento (amortecedor de ralenti ou baixa carga) | 16 = Mancal |

Actualmente são utilizados sistemas sofisticados de molas e amortecedores

caixa de velocidades e, desse modo, a produção de ruídos incomodativos, são utilizados amortecedores de torção. Se, por razões de custos ou de espaço estrutural, não for possível utilizar um volante bi-massa, a melhor opção será...

Além disso, da versão padrão, com segmentos individuais, estão disponíveis segmentos duplos com ondulação múltipla para as aplicações mais exigentes.

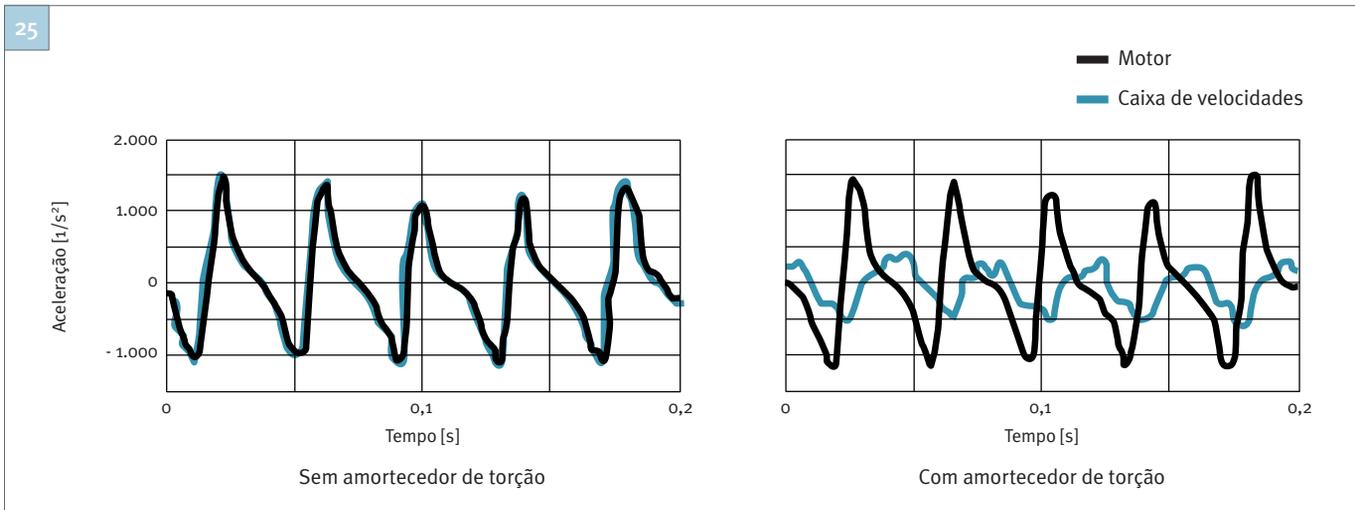
Apesar da otimização do peso da cadeia cinemática e dos motores otimizados em ter-

mos de emissões e consumo, para satisfazer os actuais requisitos de conforto são necessários sofisticados sistemas de molas e amortecedores, com elementos de controlo da fricção. Neste sentido, existe a necessidade de adaptar, para cada estado operativo ou de carga, uma característica de amortecimento de torção independente, com uma resistência definida da mola e amortecimento de fricção definida (histérese).

Assim, a curva característica do amortecedor de torção pode ser adaptada às correspondentes pretensões do cliente: desde a

versão multifásica, com a melhor adaptação técnica das vibrações de todos os valores característicos, passando por soluções de compromisso, com optimização do preço e com pré-amortecimento para o ralenti, até à curva característica monofásica.

A centragem do cone desenvolvido pela LuK compensa o possível deslocamento axial entre o motor e a caixa de velocidades. Deste modo, fica também garantido, em ralenti, um funcionamento preciso do amortecedor (amortecedor prévio), concebido especialmente para este estado de carga.



Vibrações em ralenti – para determinar los valores característicos del amortiguador de torsión se emplea la tecnología de medición más moderna

Os amortecedores prévios permitem um bom isolamento das vibrações, mesmo com regimes de ralenti reduzidos e, desse modo, contribuem para a redução do consumo e das emissões.

Afinação da curva característica

Para definir os valores característicos necessários do amortecedor de torção, está disponível a mais moderna tecnologia de medição e simulação, assim como um vasto conhecimento de engenharia.

As cadeias cinemáticas dos veículos que devem ser optimizadas dispõem de sensores. São registados os diferentes estados de vibração e avaliados de forma subjectiva. A seguir, é elaborado e comparado um modelo de simulação.

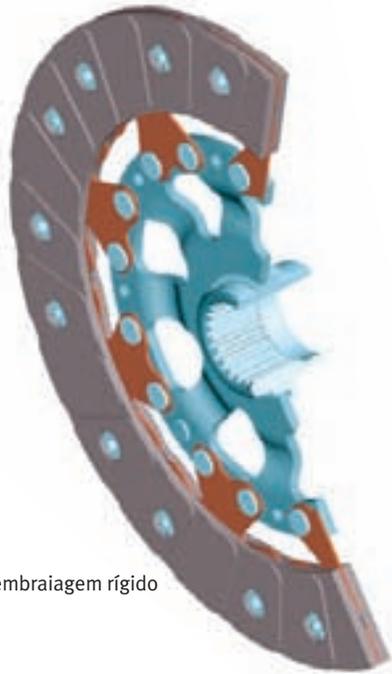
Após a variação matemática de parâmetros para calcular a linha característica adequada, a implementação estrutural das funções e a verificação mediante protótipos no veículo, o cliente dispõe do amortecedor de torção que melhor se adapta aos seus objectivos.

Disco de embraiagem para volante bimatassa (ZMS)

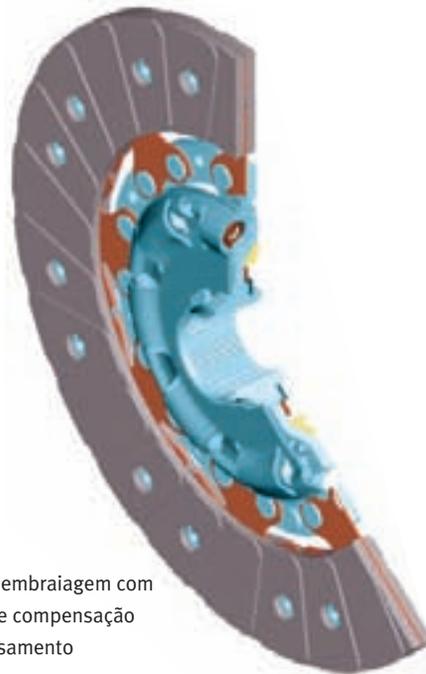
Se, na cadeia cinemática for utilizado um volante bimatassa para reduzir as vibrações torsionais, o disco da embraiagem pode dispor de um amortecedor de torção monofásico, ou então o amortecedor de torção pode ser totalmente suprimido, caso se verifiquem condições correspondentes. Nesse caso, será utilizado um disco de embraiagem rígido ou um disco de em-

braiagem com compensação de defasamento.

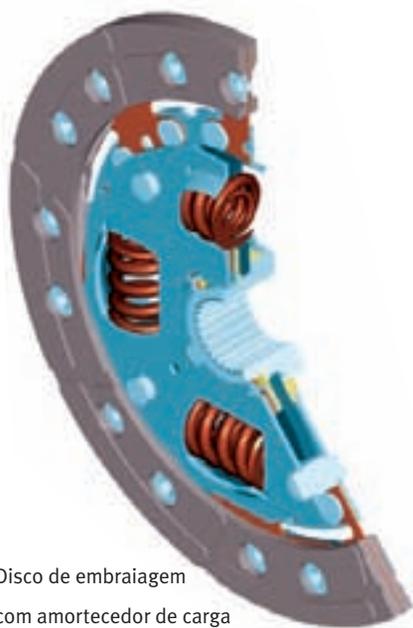
Devido às tolerâncias no motor e na caixa de velocidades, em especial no caso de veios primários sem rolamento guia, pode ocorrer um defasamento entre a cambota e a caixa de velocidades. Juntamente com discos de embraiagem rígidos, é possível que este defasamento, em casos extremos, provoque ruídos no ralenti e um maior perfil de desgaste. Uma solução para este problema consiste num disco de embraiagem com compensação de defasamento, que, em marcha ao ralenti e em regimes de baixa carga, possa levar a um deslocamento radial do mancal e, desse modo, compensar as possíveis forças radiais. As molas de pressão do disco de embraiagem com compensação de defasamento actuam apenas nos regimes de baixa carga.



Disco de embraiagem rígido



Disco de embraiagem com função de compensação do desfasamento



Disco de embraiagem com amortecedor de carga



Disco de embraiagem com amortecedor de carga, ralenti e baixa carga

Prato de pressão da embraiagem: construção e curvas características

Objectivos

O prato de pressão da embraiagem forma um sistema de fricção com o volante do motor e o disco da embraiagem. Está fixado ao volante do motor por meio dos parafusos da caixa e induz a transmissão do binário de rotação do motor, através do disco da embraiagem, ao veio primário da caixa de velocidades. Um dos elementos de construção mais importantes das embraiagens de veículos modernos é a mola de diafragma (3), que substituiu quase por completo as molas helicoidais antes utilizadas nas embraiagens dos automóveis.

Outros componentes importantes: o cárter (1), que serve como suporte para o diafragma

(3) e que se apoia sobre o mesmo por meio de pernos (5) e / ou anéis (4); o diafragma (3), que comprime a prato de pressão (2) contra o revestimento da embraiagem; as molas de lâminas tangenciais (6), que formam uma ligação de modificação axial entre o cárter (1) e o prato de pressão (2); os orifícios de centragem (7), que servem para a montagem, assegurando um alinhamento exacto do cárter da embraiagem (1) sobre o volante do motor.

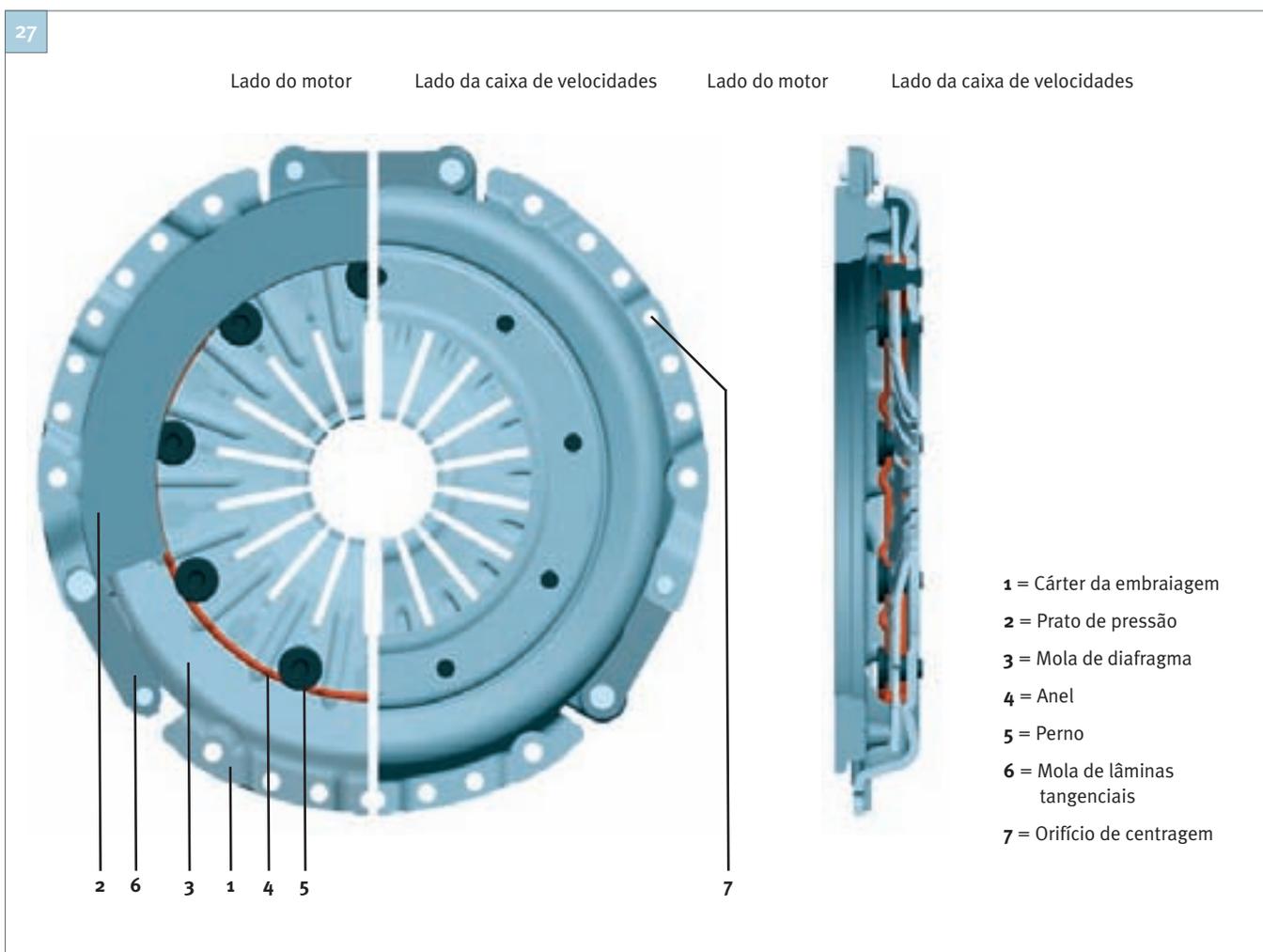
A mola do diafragma

O elemento central de todos os tipos de construção apresentados é a mola do diafragma. Sendo muito mais leve que as molas helicoidais, a sua construção é também muito mais

plana. A curva característica das molas do diafragma, que se distingue consideravelmente da curva característica linear de uma mola helicoidal, tem especial importância.

Graças ao design correcto dos diâmetros exterior e interior das molas de diafragma, à espessura, ao ângulo de montagem e ao tratamento térmico do material, é possível estabelecer uma curva característica como a representada no diagrama esquerdo da Figura 28.

Enquanto que a pressão gerada numa embraiagem de molas helicoidais diminui devido ao desgaste, ao reduzir-se a espessura



Versão padrão de uma embraiagem de diafragma

do revestimento, neste caso começa por aumentar, voltando a diminuir depois. O design foi concebido de modo a que a embraiação comece a patinar antes de o revestimento atingir o limite de desgaste. Fica assim provada a necessidade de substituição da embraiação com uma antecedência suficiente para evitar danos significativos, p.ex., devido à fricção dos rebites contra as superfícies de fricção. Devido à curva característica da mola de diafragma, o esforço sobre o pedal é, além disso, menor do que nas embraiações de molas helicoidais.

Curvas características da embraiação e diagramas de força

Na Figura 28 estão representadas, a título de exemplo, as curvas características da embraiação e os diagramas de força. Estes não se referem directamente aos tipos de construção ilustrados acima, mas antes aos que têm validade geral.

À esquerda é registada a força; em baixo, no eixo das abcissas, o curso da desembriação (ou, no diagrama da esquerda, também o curso do rolamento da desembriação), e no eixo das ordenadas, à di-

reita, o curso do afastamento do prato de pressão.

O gráfico da esquerda mostra, na linha contínua, o desenvolvimento da pressão exercida sobre o disco. Ao montar um disco novo, é superado o ponto de força elástica máxima do diafragma (ponto de montagem da nova embraiação).

Com o desgaste progressivo do revestimento e a consequente diminuição da sua espessura, aumenta a pressão sobre o diafragma, até atingir o máximo. A seguir, a pressão volta a diminuir um pouco, até que, com o desgaste admissível do revestimento, é novamente atingido o valor inicial.

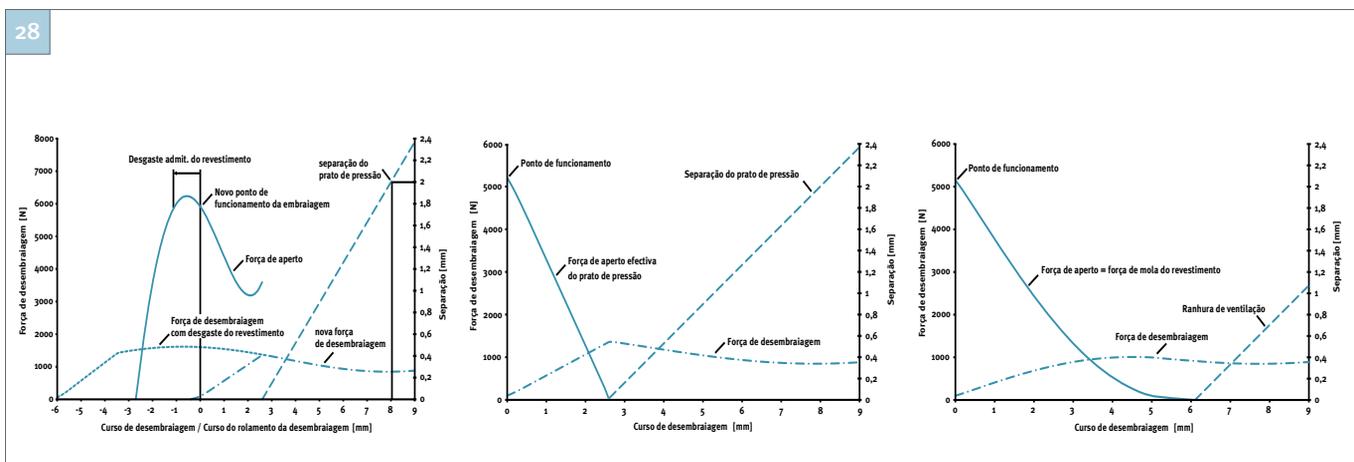
Durante a sua vida útil, a espessura do disco da embraiação diminui aproximadamente entre 1,5 e 2 mm. As pressões sobre o diafragma foram concebidas para que a embraiação comece a patinar pouco antes de os rebites que fixam o revestimento baterem no prato de pressão ou no volante do motor, o que provocaria danos desnecessários.

A linha de pontos e traços indica a evolução da pressão de desembriação, ou seja, a

pressão necessária para fazer accionar a embraiação enquanto é nova, enquanto que a linha de pontos, para a esquerda, indica o desgaste do revestimento. Inicialmente, a pressão de desembriação aumenta até ser atingido o ponto de montagem, para depois voltar a baixar lentamente. A curva para a pressão de desembriação, em caso de desgaste do revestimento, apresenta um deslocamento para a esquerda, ilustrando assim a sua relação com a força de pressão. A uma maior pressão opõem-se, nos revestimentos sujeitos a desgaste, uma pressão de desembriação correspondentemente superior.

A linha de traços representa o desenvolvimento do curso de afastamento do prato de pressão em relação ao curso do rolamento da desembriação. Aqui verifica-se claramente a relação da alavanca na embraiação: 8 mm de curso de desembriação correspondem a 2 mm de curso de afastamento, isto é, uma relação de transmissão de 4:1 (sem ter em conta as elasticidades da embraiação). Esta relação tem a mesma validade para as forças de pressão e desembriação acima expostas.

Nos diagramas central e direito foram comparadas entre si as medições da embraia-



Curvas características da embraiação (exemplo)

Diagrama de força sem amortecimento do revestimento (exemplo)

Diagrama de força com amortecimento do revestimento (exemplo)

gem, quer tendo quer não tendo em conta o amortecimento do revestimento do disco da embraiagem. As vantagens de um amortecimento deste revestimento são um engate mais suave e um comportamento ao desgaste mais favorável. Sem amortecimento do revestimento, a pressão efectiva desce linearmente e com relativa rapidez (linha contínua) ao desembraiar. No curso de engate, esta força aumenta segundo a mesma curva de inclinação e com igual rapidez.

No gráfico da direita, pelo contrário, é possível apreciar, através de uma curva mais suave, que o curso de desembraiagem disponível, através do qual diminui a pressão de aperto, é aproximadamente o dobro. Ao embraiar, a pressão aumenta lentamente e seguindo uma curva de forma inversa, já que primeiro deve ser comprimido o amortecimento do revesti-

mento. Devido à trajectória mais suave, ou ao aumento da pressão de aperto (linha contínua), reduz-se também o pico característico da pressão de desembraiagem. Enquanto o prato de pressão (2) estabelecer contacto com a superfície do disco de embraiagem, a pressão de aperto e a força elástica do revestimento serão correspondentes.

Tipos de construção

Consoante a construção ou o tipo de accionamento da embraiagem, são reconhecidos os seguintes tipos:

- embraiagem de diafragma de impulso
- embraiagem de diafragma de tracção

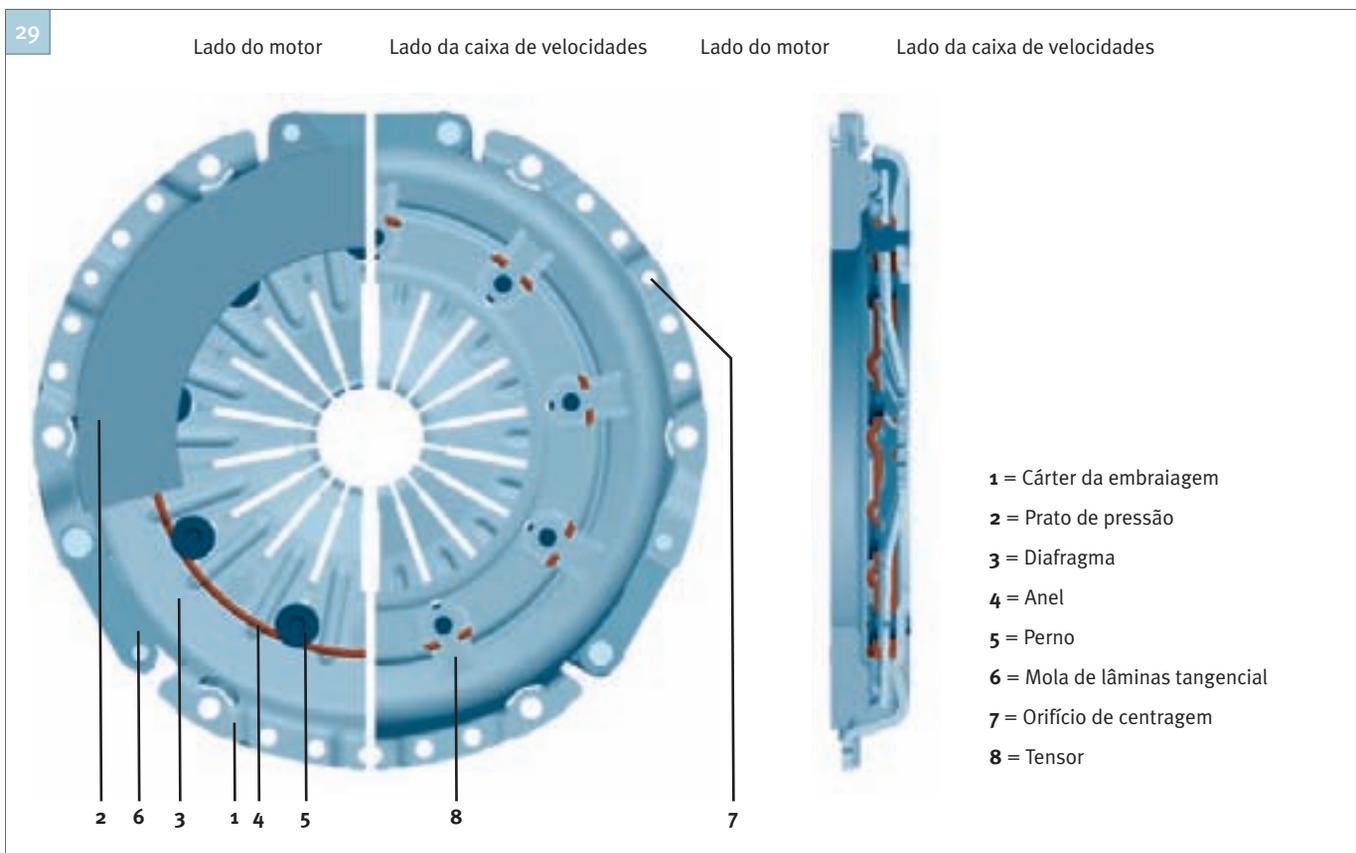
Embraiagem de diafragma standard

A Figura 27 mostra uma embraiagem de diafragma standard. A caixa (1) inclui o diafragma (3) e o prato de pressão (2).

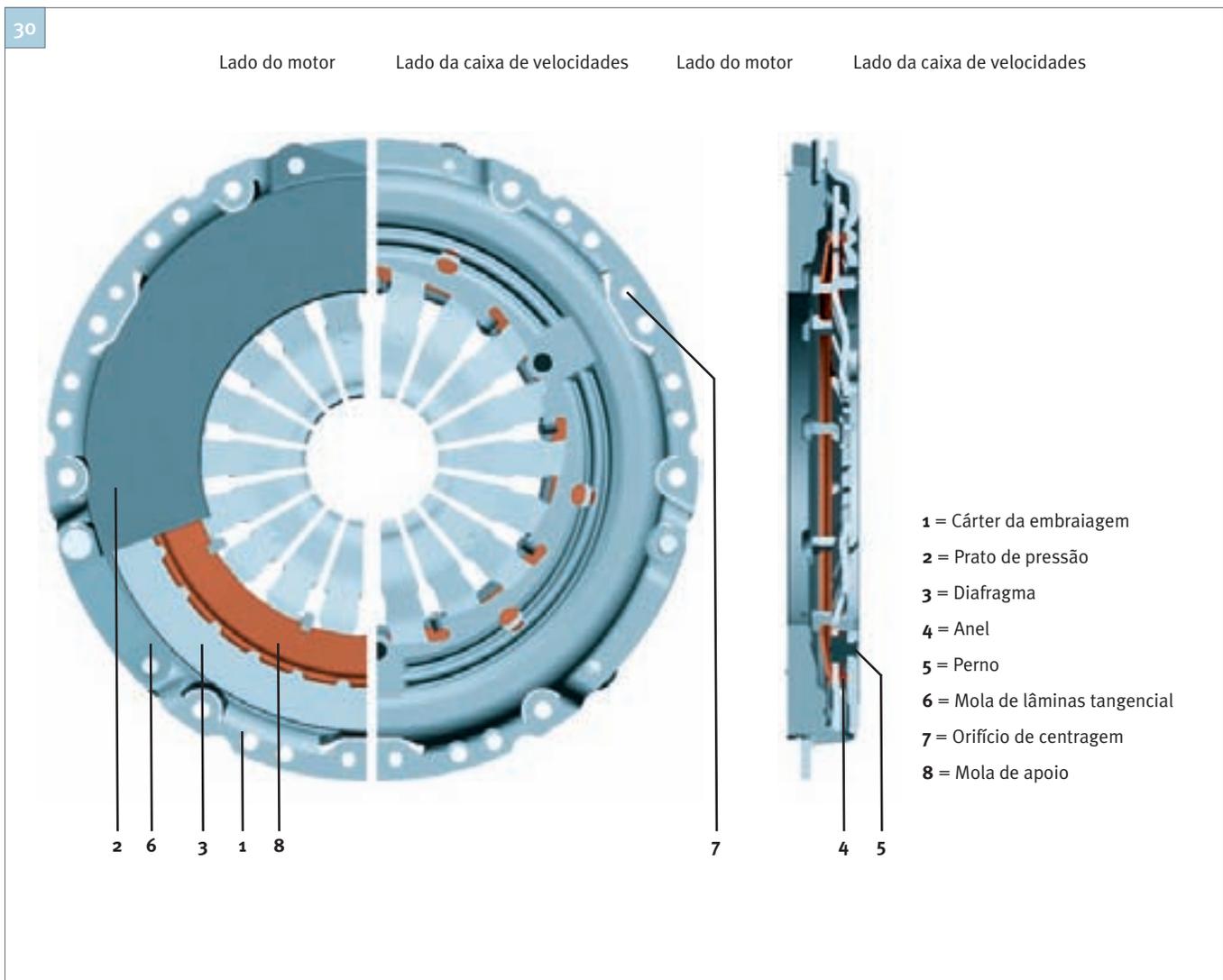
O prato de pressão (2) está ligado ao cárter da embraiagem (1) por meio de molas de lâminas tangenciais (6), rebitadas ao prato de pressão (2) em três saliências. As molas de lâminas tangenciais (6) cumprem três funções essenciais:

- Apoiar o prato de pressão no seu curso de retrocesso ao desembraiar
- Transmitir o binário de rotação do motor da caixa ao prato de pressão
- Centrar o prato de pressão

O diafragma está sob tensão entre o prato de pressão (2) e o cárter da embraiagem (1) de modo a gerar a força de pressão necessária para que o disco da embraiagem adira totalmente entre o volante do motor e o prato de pressão (2), ficando, ao mesmo tempo, apoiado numa acanaladura do cárter da embraiagem (1) por meio de um anel (4), que também pode ser substituído, em opção, por uma arame.



Embraiagem de diafragma com tensores integrados



Embraiagem de diafragma com molas de apoio

O anel (4), que é fixado com pernos, forma o elemento de apoio em contraposição. No diâmetro exterior, fica apoiado sobre a prato de pressão (2). Ao pisar o pedal da embraiagem, o rolamento da desembragem pressiona as extremidades das linguetas do diafragma (3). O prato de pressão (2) afasta-se e liberta o disco de embraiagem.

Embraiagem de diafragma com tensores integrados

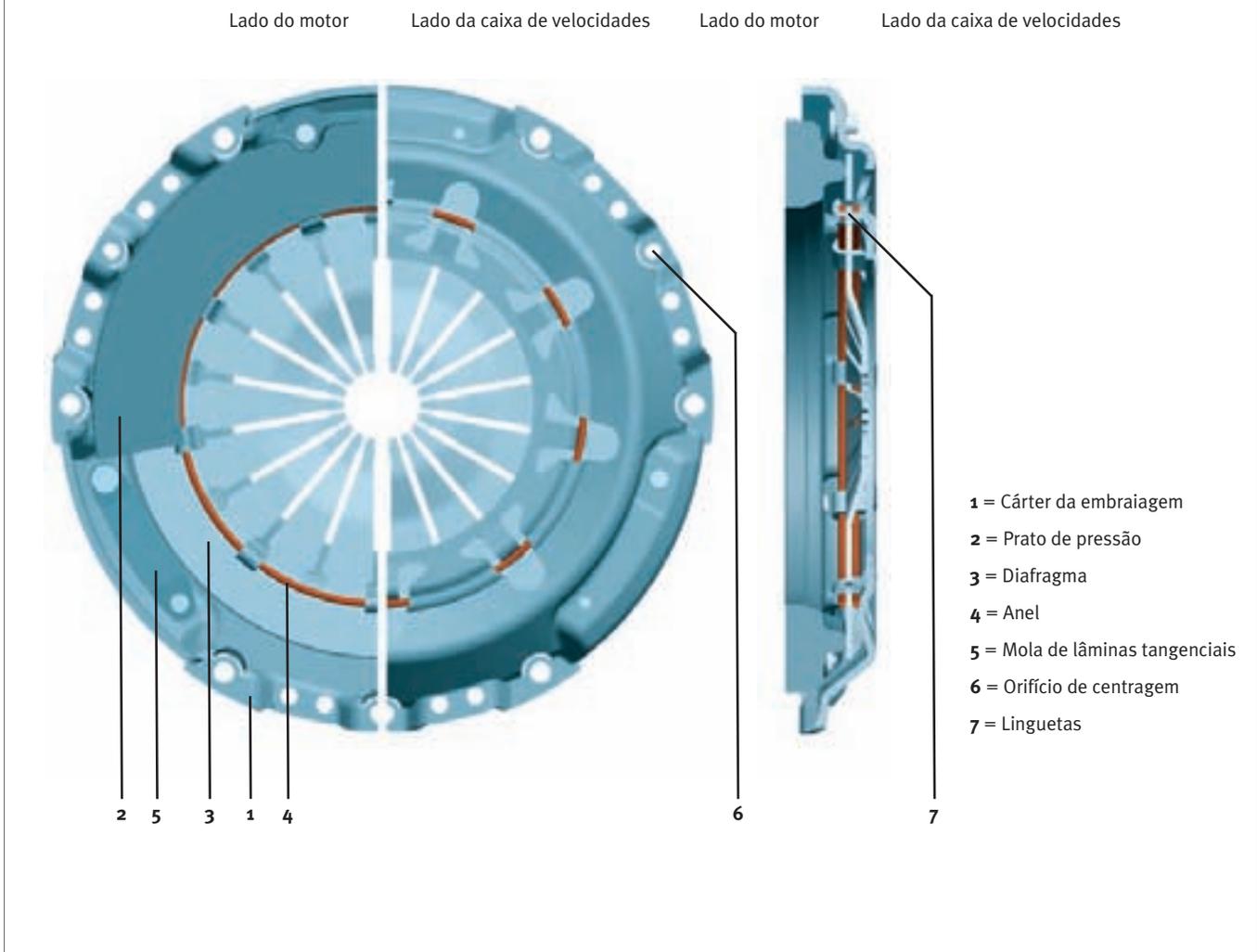
A embraiagem de diafragma com tensores integrados (9), representada na Figura 29, é um aperfeiçoamento da versão standard repre-

sentada na Figura 27. Os tensores estão configurados de modo a saírem para fora dos pernos (5), o que faz com que o diafragma (3) não ganhe folga no seu ponto de rotação, mesmo após o desgaste do suporte do mesmo. A vantagem deste sistema é que permite manter o mesmo curso de retrocesso ao longo de toda a vida útil do conjunto.

Embraiagem de diafragma com molas de apoio

A embraiagem de diafragma com molas de apoio é uma construção especial. O apoio do diafragma no cárter da embraiagem (1)

é assegurado por meio de um anel (4) que, em opção, também pode ser substituído por uma zona estriada no cárter da embraiagem. O contra-apoio é constituído por uma mola de apoio (8). Deste modo, o diafragma consegue ficar alojado sem folgas nem fugas e com afinação automática do desgaste. Além disso, este tipo de construção não se distingue dos tipos de construção representados na Figuras 27 e 29.

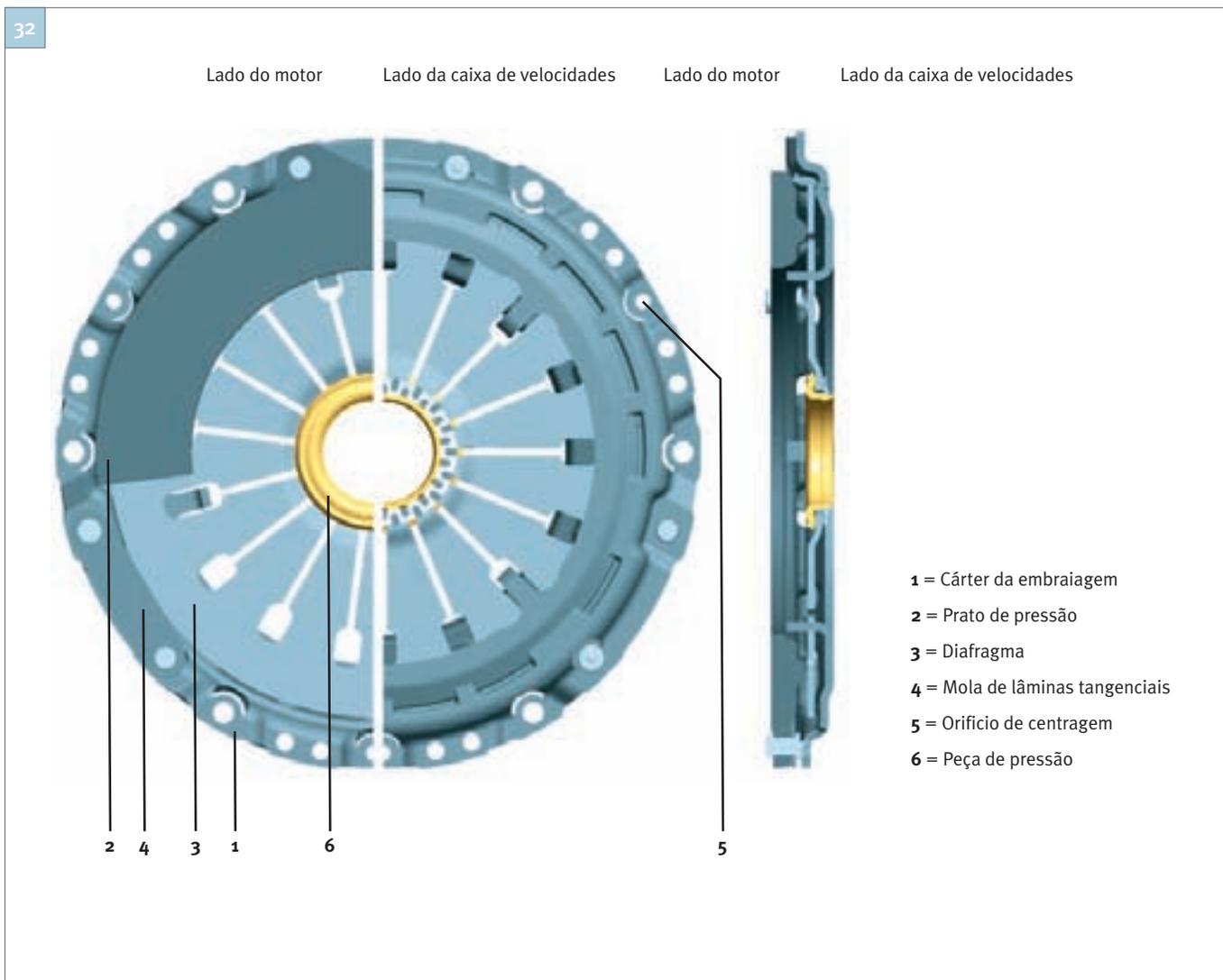


Embraiagem de diafragma sem pernos (Bolo)

Embraiagem de diafragma sem pernos (Bolo)

Uma realização especial é a embraiagem de diafragma sem pernos, conforme mostra a Figura 31. Com forma similar à versão com molas de apoio, o apoio do diafragma no cárter da embraiagem (1) é assegurado através de um anel (4) que, em opção, pode ser substituído por uma estria no cárter. Como contra-apoio, e de forma similar às embraiagens com perno, existe um anel de arame. No entanto, e como particularidade, este anel é fixado através de linguetas (7), formadas a partir da tampa da

embraiagem. De uma forma similar à embraiagem de tensores, as linguetas são submetidas a uma tensão prévia, pelo que, nesta variante de embraiagem, também é possível compensar automaticamente o desgaste do suporte do diafragma e garantir a ausência de folgas no diafragma durante toda a vida útil da embraiagem.



Embraiagem de diafragma puxada

Embraiagem de diafragma puxada

A embraiagem mostrada na Figura 32 é uma embraiagem de diafragma puxada. A diferença comparativamente à embraiagem de diafragma pressionada é o modo de montagem invertida do diafragma. No entanto, neste tipo de embraiagem, o accionamento apenas pode actuar puxando.

Esta construção requer que o diafragma (3) apoie o seu rebordo exterior sobre o cárter da embraiagem (1) e o rebordo interior sobre o prato de pressão (2).

A vantagem desta variante de embraiagem é a possibilidade de, com igual força de pressão, poder atingir menores forças de desembraiagem comparativamente a uma embraiagem de diafragma pressionada. No entanto, a eficácia das embraiagens puxadas, devido ao facto de o diafragma estar colocado no diâmetro exterior do cárter da embraiagem, é superior à das embraiagens de diafragma pressionada. Como desvantagens das embraiagens puxadas poderia citar-se a maior dificuldade de desmontagem da caixa de velocidades, assim como um design fundamentalmente

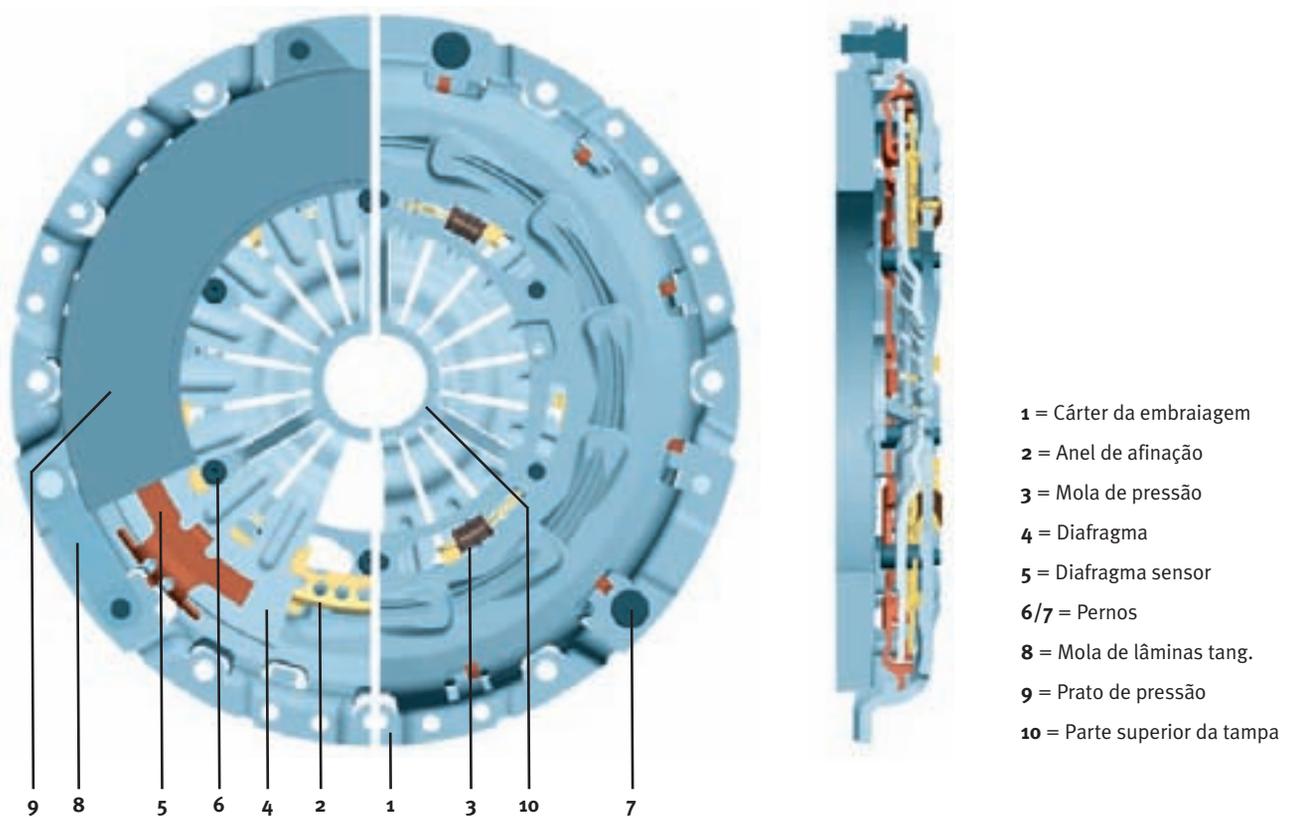
mais complexo do rolamento da desembraiagem.

Lado do motor

Lado da caixa de velocidades

Lado do motor

Lado da caixa de velocidades



Embraiagem de diafragma auto-ajustável SAC (Self Adjusting Clutch)

Embraiagem de diafragma auto-ajustável SAC (Self Adjusting Clutch)

Nos últimos anos, devido a aplicações com maior binário ou em aplicações com elevados requisitos de desgaste, têm vindo a ser cada vez mais utilizadas as embraiagens SAC.

As principais vantagens deste tipo construtivo face aos anteriores são as seguintes:

- Forças de desembraiagem baixas, que se mantêm constantes durante toda a vida útil do conjunto
- Deste modo, maior conforto de marcha durante toda a vida útil do conjunto
- Elevadas reservas de desgaste e, portanto, maior duração graças à afinação automática
- O curso restante do rolamento de desembraiagem está limitado pela parte superior do diafragma

Resulta deste facto uma série de vantagens secundárias:

- Supressão dos sistemas de servofreio (nos veículos industriais)
- Sistemas de desembraiagem mais simples
- Percursos mais curtos do pedal
- Esforço do pedal constante em toda a gama de motores
- Novas possibilidades para a redução do diâmetro da embraiagem (mantendo a transmissão do binário)
- Curso do rolamento de desembraiagem mais curto durante toda a vida útil do conjunto

Princípio da embraiagem auto-ajustável (SAC)

Sensor de força

Na embraiagem auto-ajustável, o aumento da força de desembraiagem que se regista ao ficarem desgastados os revestimentos pode ser combatido através da compensação da perda de espessura do disco.

A figura 35 mostra uma representação esquemática. Ao contrário das embraiagens convencionais, neste caso o diafragma (principal) não pode ser rebitado firmemente à tampa, uma vez que se apoia através do chamado “diafragma-sensor”.

Este diafragma-sensor apresenta uma faixa suficientemente longa, com uma força praticamente constante, ao contrário do diafragma principal, fortemente degressivo.

A faixa horizontal do diafragma-sensor ajusta-se com precisão um pouco acima da força de embraiagem pretendida. Enquanto a força de embraiagem for inferior à força do diafragma-sensor, este permanece rígido, assegurando um ponto de desembraiagem fixo.

No entanto, se aumentar a força de embraiagem, devido ao desgaste do revestimento, será superada a força do sensor e o ponto de desembraiagem é deslocado até ao volante do motor tanto quanto seja necessário para equilibrar a força de desembraiagem.

Nesse momento, e devido ao deslocamento do sensor como ponto de apoio, surge um espaço livre entre o cárter e o ponto de apoio, que poderá ser compensado, por exemplo, com uma cunha.

Construção de uma embraiagem auto-ajustável com sensor de força

O sensor de força mais a compensação do desgaste por meio de cunhas pode ser efectuado de uma forma muito elegante e simples. Comparativamente à embraiagem convencional, juntam-se apenas o diafragma-sensor (vermelho) e um anel de afinação (amarelo). O diafragma-sensor está suspenso na parte exterior da tampa e, com as suas linguetas interiores, forma o alojamento para o diafragma principal. As cunhas, que asseguram a própria afinação, estão dispostas, devido à força centrífuga, em circunferência. Para isso, um anel de afinação em

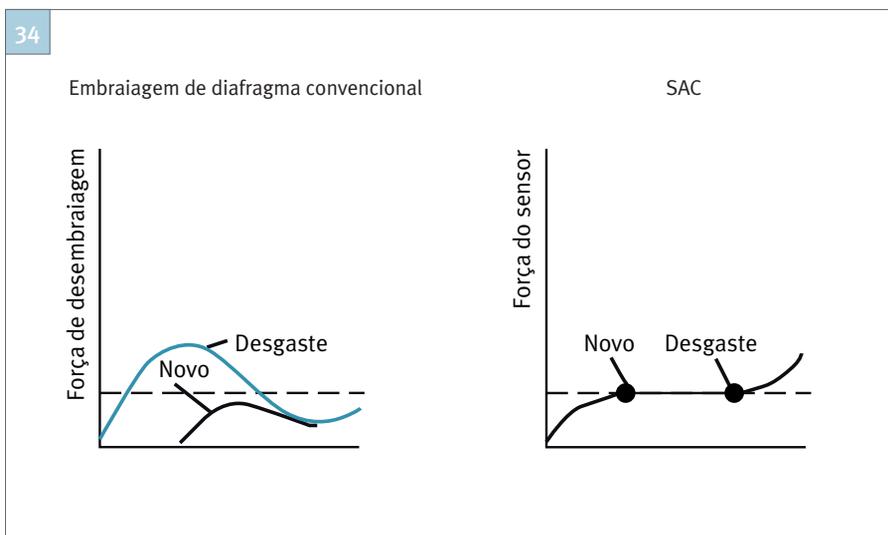
aço, com abas, é ajustado na tampa contra as abas situadas do lado oposto.

O anel de afinação em aço deve ser colocado em círculo, a fim de poder preencher o espaço livre entre o alojamento do diafragma e a tampa.

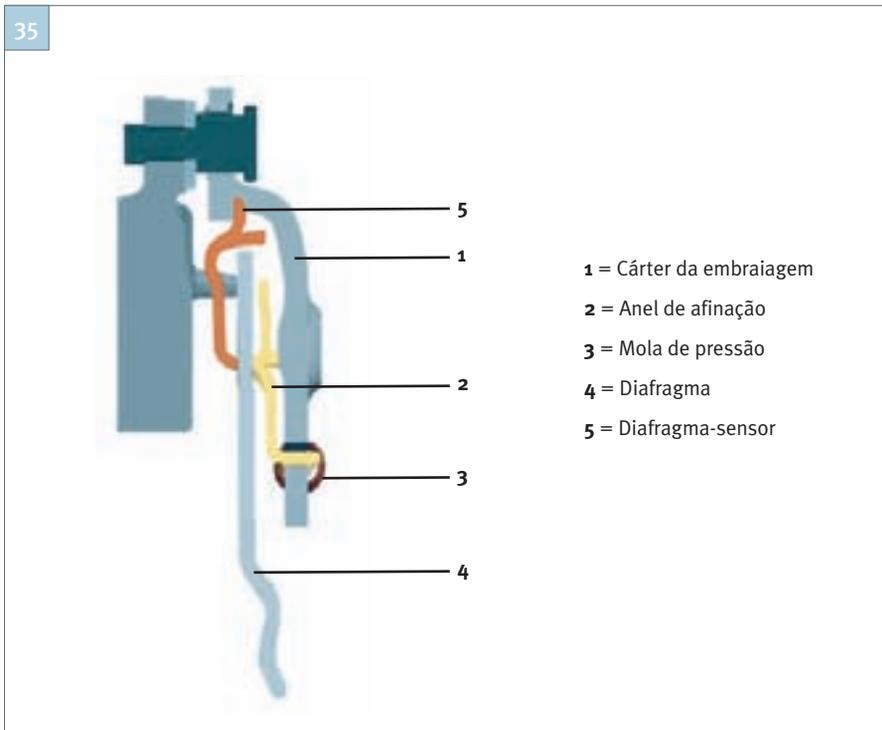
A Figura 34 mostra os desenvolvimentos da força de embraiagem para uma embraiagem convencional, tanto em estado novo como com desgaste dos revestimentos.

Comparativamente, a força de embraiagem é muito mais baixa que com a embraiagem auto-ajustável (SAC), cuja característica não varia praticamente ao longo da sua vida útil.

Como segunda vantagem resulta uma maior reserva de desgaste, que agora já não depende, como nas embraiagens convencionais, do comprimento da curva característica do diafragma, mas sim da altura da aba e, por conseguinte, pode ser aumentada até aproximadamente 3 mm nas embraiagens pequenas e aproximadamente 10 mm nas embraiagens grandes. Este é um passo decisivo para uma maior duração das embraiagens.



Comparação entre a embraiagem convencional e a SAC



Princípio da embraiagem auto-ajustável (SAC)

Embraiagem de diafragma auto-ajustável

SAC em versão multidiscos

Os motores mais potentes com binários > 500 Nm também necessitam de maiores binários de transmissão. Portanto, é praticamente inevitável, apesar de utilizar sistemas de embraiagem auto-ajustáveis, incrementar também a pressão sobre o pedal.

Foi possível manter este incremento entre limites, graças a diversas medidas (p.ex. através de sistemas de embraiagem melhorados), mas as exigências de embraia-gens com uma pressão de accionamento reduzida eram cada vez maiores.

SAC com discos múltiplos

A principal diferença face à versão monodisco é a complementação da embraiagem SAC com um prato de aperto intermédio e três conjuntos de lâminas tangenciais adicionais para garantir o curso de retrocesso do prato de aperto intermédio. Para obter um desgaste o mais homogêneo possível dos discos da embraiagem, os denominados “rebites de curso de retrocesso” assumem o controlo do disco de aperto intermédio e garantem que o curso de retrocesso do prato de aperto intermédio corresponda a metade do curso de retrocesso do disco de aperto. Para os veículos em que, por motivos de isolamento, se pretende um disco de embraiagem amortecido, isto também pode ser feito através da aplicação de um disco de embraiagem especial.

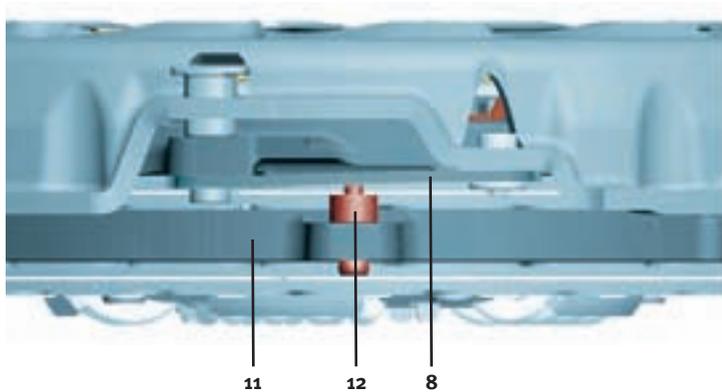
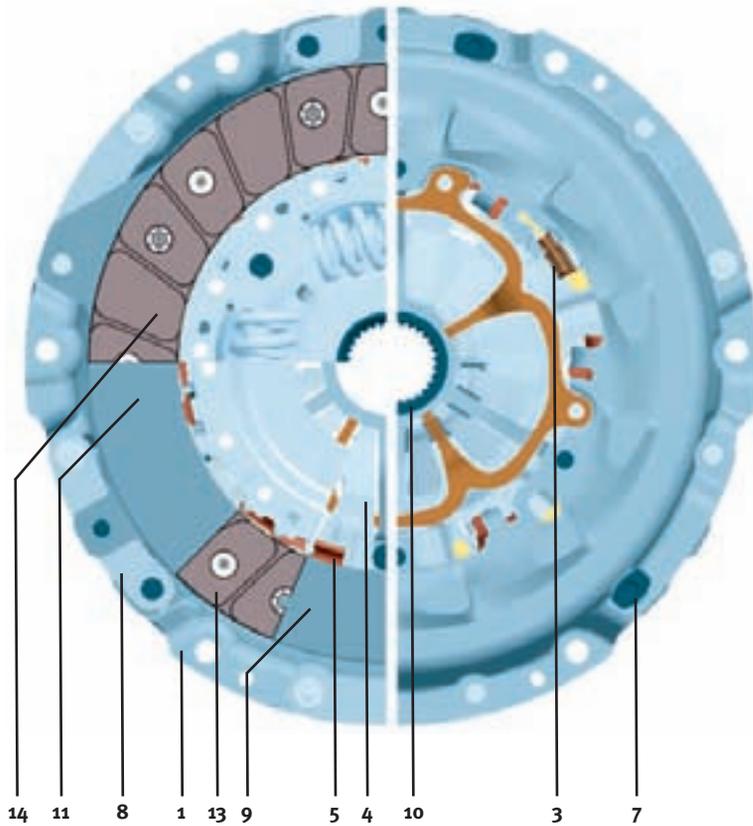
A vantagem da embraiagem SAC multidiscos é a possibilidade de redução da pressão de embraiagem ou o incremento do binário do motor transmissível com igual pressão sobre a embraiagem. Nos conceitos de motor que apresentam elevados binários do motor com elevado número de rotações do motor, a embraiagem SAC multidiscos oferece também a possibilidade de reduzir o diâmetro exterior do revestimento e, desse modo, aumentar o número crítico de rotações no sobrecarga dos discos de embraiagem. Além disso, através da redução do tamanho dos discos de embraiagem, o momento de inércia mantém-se neutro, ou reduz-se mesmo ligeiramente, em comparação com o tamanho dos discos de embraiagem necessário numa variante monodisco.

Lado do motor

Lado da caixa de velocidades

Lado do motor

Lado da caixa de velocidades



- 1 = Cárter da embraiagem
- 2 = Anel de afinação
- 3 = Mola de pressão
- 4 = Diafragma
- 5 = Diafragma sensor
- 6/7 = Pernos
- 8 = Mola de lâminas tangenciais
- 9 = Prato de aperto
- 10 = Parte superior da tampa
- 11 = Prato de aperto intermédio
- 12 = Rebite do curso de retrocesso
- 13 = Disco de embraiagem 1
- 14 = Disco de embraiagem 2

Volante bimassa: amortecimento eficaz da torção entre o motor e a caixa de velocidades

O aumento das fontes de ruídos perturbadores, devido a um amortecimento natural defeituoso, é um factor de atenção na moderna indústria da construção automóvel. As causas deste facto estão na redução do peso dos veículos, assim como na optimização das carroçarias no túnel aerodinâmico que, actualmente, devido a menores ruídos de vento, tornam perceptíveis outras fontes de ruídos. Porém, para isso contribuem também conceitos de economia de combustível e motores que não funcionam com regimes de rotações sumamente baixos, assim como também caixas de 5 e 6 velocidades e a utilização de óleos de elevada fluidez. Os processos periódicos de combustão do motor de pistão alternativo provocam vibrações torsionais na cadeia cinemática, que, sob a forma de ruídos da caixa de velocidades e zumbidos da carroçaria, não satisfazem as expectativas de conforto do condutor.

A importância dos veículos de classe média e a denominada “classe compacta”, com mo-

tores de montagem transversal é cada vez maior, assim como também as exigências de motores com menor consumo e menor nível de emissões.

No entanto, isto leva, ao mesmo tempo, a um maior nível de irregularidade do motor, sobretudo no que se refere aos motores diesel de injeção directa. Para conseguir nestes veículos o mesmo nível de conforto de condução dos veículos de classe superior, a LuK desenvolveu o volante bimassa (ZMS).

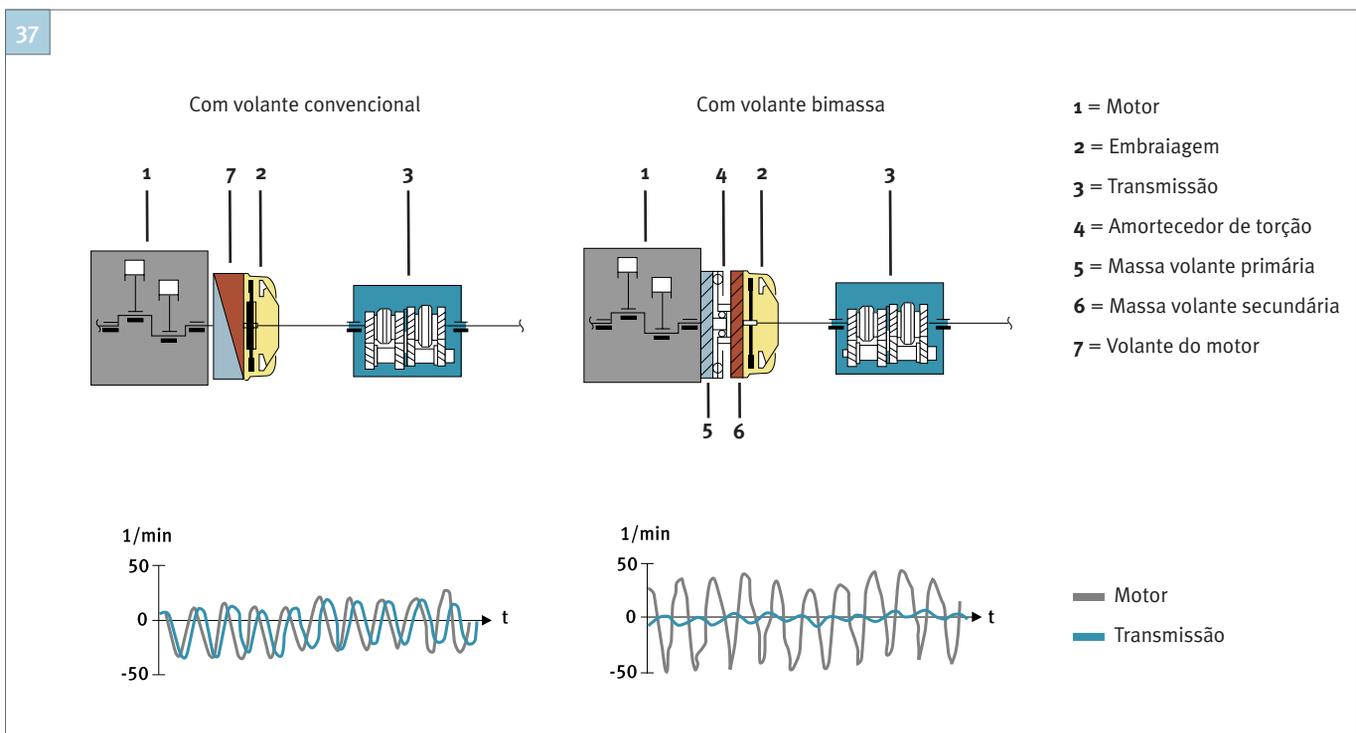
O volante bimassa isola, mesmo ao ralenti, de forma eficaz, as vibrações do motor, ou seja, os ruídos da transmissão deixam de se produzir e o desagradável zumbido da carroçaria, em determinados regimes de rotações, desaparece. Deste modo, os fabricantes de automóveis dispõem, graças ao volante bimassa, de um sistema extraordinariamente potente para amortecer as vibrações torsionais na cadeia cinemática.

Construção

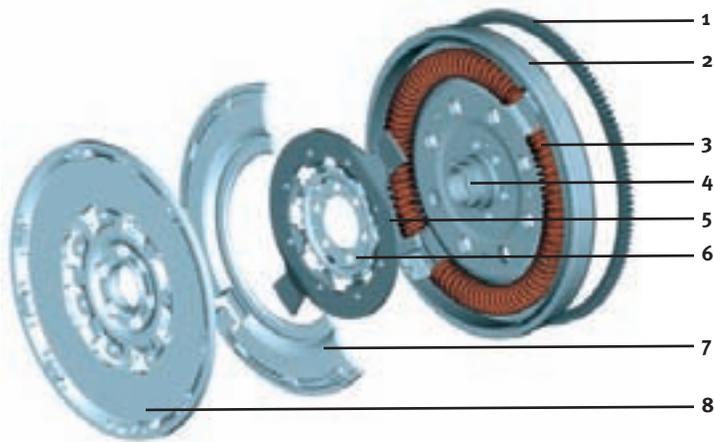
O volante convencional é dividido de forma transversal, a fim de se conseguirem dois discos que constituem, por um lado, a massa volante primária, subordinada ao motor, com respectiva coroa de arranque, e, por outro lado, a massa volante secundária, que aumenta o momento de inércia da massa do lado da transmissão.

As duas massas desacopladas estão ligadas entre si por um sistema de molas e amortecimento, de modo que podem girar uma contra a outra através de um rolamento sem esferas ou rolamento de deslizamento. Duas peças de chapa soldadas a laser no rebordo exterior formam o compartimento de massa lubrificante anelar, no qual se encontram as molas de pressão curvas com as respectivas sedes. O fecho é assegurado por uma membrana de retenção.

O órgão de bloqueio engrena com os respectivos ressaltos entre as molas de pressão curvas.



Transmissão de vibrações torsionais



- 1 = Coroa de arranque
- 2 = Volante primário
- 3 = Mola curva
- 4 = Rolamento de deslizamento
- 5 = Órgão de bloqueio
- 6 = Dispositivo de fricção flutuante
- 7 = Tampa primária (seccionada)
- 8 = Volante secundário

Volante bimassa standard

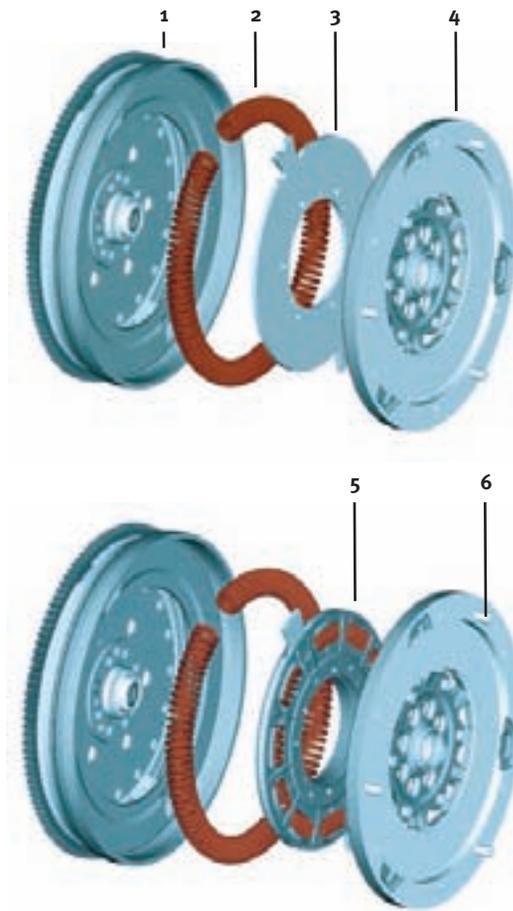
Este órgão de bloqueio pode ser uma chapa rígida, incluir um amortecedor adicional, ou limitar picos de binário prejudiciais, devido ao seu design como acoplamento de patinagem.

Outro dispositivo de fricção, de alojamento flutuante sobre o mancal, é arrastado, por cima da folga, por uma das chapas de aperto e pode gerar a fricção pretendida com um grande ângulo de rotação.

Como o sistema de molas / amortecimento está integrado no volante bimassa, na maioria dos casos é utilizada como disco de embraiagem uma realização rígida, sem amortecedor de torção. Como prato de pressão da embraiagem serve geralmente uma embraiagem de diafragma, que é posicionada por meio de espigões de centragem.

Funcionamento

A análise física da cadeia cinemática dá como resultado o facto de a gama do regime de rotações de ressonância poder ser deslocada mediante uma redistribuição dos momentos de inércia da massa. Aumentando o momento de inércia da massa da



- 1 = Volante primário
- 2 = Molas curvas
- 3 = Órgão de bloqueio
- 4 = Volante secundário
- 5 = Órgão de bloqueio com amortecedor interior
- 6 = Espigão de centragem

Volante bimassa com diferentes versões do órgão de bloqueio

caixa de velocidades, faz-se baixar o regime de rotações de ressonância no qual se produzem ruídos muito prejudiciais, abaixo do regime de rotações do ralenti, situando-se assim fora do âmbito de utilização do automóvel.

Com o volante bimassa (ZMS), a LuK conseguiu desenvolver um produto fabricado em série, que cumpre este princípio físico e que, ao mesmo tempo, mantém significativamente baixa a amplitude de ressonância.

Ao contrário das disposições convencionais, no volante bimassa é reduzido o momento de inércia das massas antes do amortecedor de torção, o qual depois aumenta. Ao momento de inércia do motor fica agora sujeita apenas a massa volante primária do volante bimassa, enquanto que ao momento de inércia da transmissão é adicionada a massa secundária, o disco de embraiagem e o prato de pressão da embraiagem. Deste modo, o regime de ressonância passa de cerca de 1300 r.p.m., nos sistemas convencionais, para 300 r.p.m., pelo que já não chama a atenção a sua perturbadora vibração em marcha, porque o motor não funciona nesta gama de rotações.

Na construção habitual – com volante convencional e disco de embraiagem com amortecedor de torção – as vibrações torsionais ao ralenti são transmitidas à caixa apenas parcialmente filtradas, provocando assim o choque entre si dos rebordos dos dentes das engrenagens (ruídos na transmissão). Em contrapartida, utilizando um volante bimassa, as vibrações torsionais introduzidas pelo motor são completamente filtradas pelo amortecedor de torção, bastante mais sensível e de construção mais dispendiosa, conseguindo que estas vibrações não cheguem às engrenagens e que,

por isso, não se produzam ruídos, ao mesmo tempo que aumenta significativamente o conforto de condução.

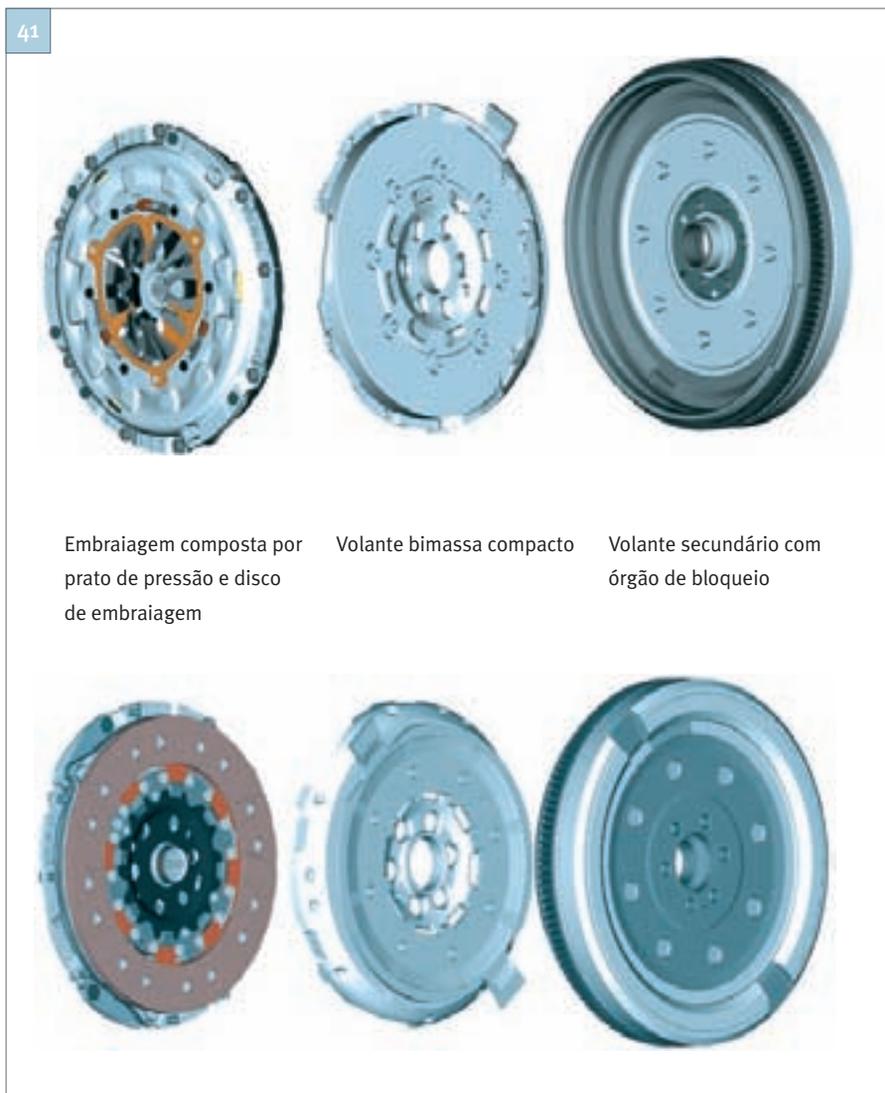
Mola curva

O sistema de amortecimento de molas deve cumprir duas exigências contraditórias:

1. No funcionamento normal, a irregularidade do motor gera apenas pequenos ângulos de trabalho no amortecedor. Neste intervalo de funcionamento, para o amortecimento óptimo das vibrações, são necessárias molas com uma constante



O volante bimassa compacto: unidade composta por volante bimassa, disco de embraiagem e prato de pressão da embraiagem



Volante bimassa compacto

elástica muito baixa e com amortecimento escasso.

2. Nas mudanças de carga típicas (p.ex., ao pisar a fundo o pedal do acelerador), são produzidas oscilações de mudança de carga, que levam, em grande medida, à formação de ruídos. Este efeito apenas pode ser combatido com um amortecedor de torção que possua uma constante elástica bastante baixa e, ao mesmo tempo, um elevado amortecimento.

O amortecedor de molas curvas integrado no volante bimatassa soluciona esta contradição, isto é, com grandes ângulos de trabalho e constantes elásticas muito baixas, proporciona um amortecimento elevado, ao mesmo tempo que isola perfeitamente as vibrações, graças a um baixo amortecimento e constantes elásticas adequadas, no funcionamento normal da marcha.

Inciso: Volante bimatassa compacto

O volante bimatassa compacto é a solução adequada para os estreitos espaços de montagem nos veículos de tração à frente. Esta variante do conjunto de embraiagem, que requer apenas um espaço reduzido, integra o volante bimatassa, o prato de pressão da embraiagem e o disco da embraiagem.

O módulo completo é fornecido pré-montado e pode ser ligado à cambota como uma unidade integral. Através de orifícios no diafragma, no prato de pressão da embraiagem e no disco da embraiagem, podem ser apertados os parafusos da cambota. Deste modo, são também simplificadas as operações de gestão para o cliente: em vez de três componentes individuais e dos kits de parafusos, passa assim a ser necessário um único pacote global.

As vantagens do volante bimatassa LuK, num relance:

- Conforto de marcha de primeira classe
- Absorção total das vibrações
- Isolamento de ruídos
- Economia de combustível, graças a uma condução em regimes de rotações mais baixos
- Maior comodidade nas mudanças
- Menor desgaste da sincronização
- Protecção contra as sobrecargas da cadeia cinemática

Também no que se refere à protecção do meio ambiente são visíveis os efeitos positivos:

- Graças ao excelente comportamento dinâmico desta construção, é possível conduzir com um regime de rotações menor e, de um modo geral, com menos mudanças.
- Deste modo, aumenta o rendimento do sistema e reduz-se o consumo de combustível e as emissões de substâncias nocivas que isso implica.

Sistemas de desembragem hidráulicos

Funcionamento

Nos veículos de embraiagem a seco, accionada com o pé, é necessário um mecanismo que permita a transmissão da pressão entre o pedal e a embraiagem. A realização desta função suscitou as mais diversas soluções entre os fabricantes de veículos.

Originalmente, a pressão exercida sobre o pedal da embraiagem eram transmitidas, através do cabo de comando do pedal, a um mecanismo de alavanca na campânula da embraiagem. Através da alavanca e do rolamento era accionada a embraiagem. No entanto, a quota de mercado destes sistemas é muito reduzida, dado que nos espaços reservados ao motor, cada vez mais estreitos, torna-se também cada vez mais difícil colocar um cabo de comando, em linha o mais recta possível, entre o pedal e a alavanca. Com um cabo de comando não podem realizar-se raios estreitos, dado que, desse modo, a fricção e o desgaste aumentariam de forma

inadmissível, acabando por sair prejudicado o conforto no accionamento da embraiagem.

Nos modernos sistemas de embraiagem accionados com o pé, é utilizado um sistema de accionamento hidráulico. Basicamente, distinguem-se dois sistemas: no sistema semi-hidráulico, o cabo de comando é substituído por uma secção hidráulica composta por um cilindro principal no pedal, um cabo e um cilindro receptor na transmissão.

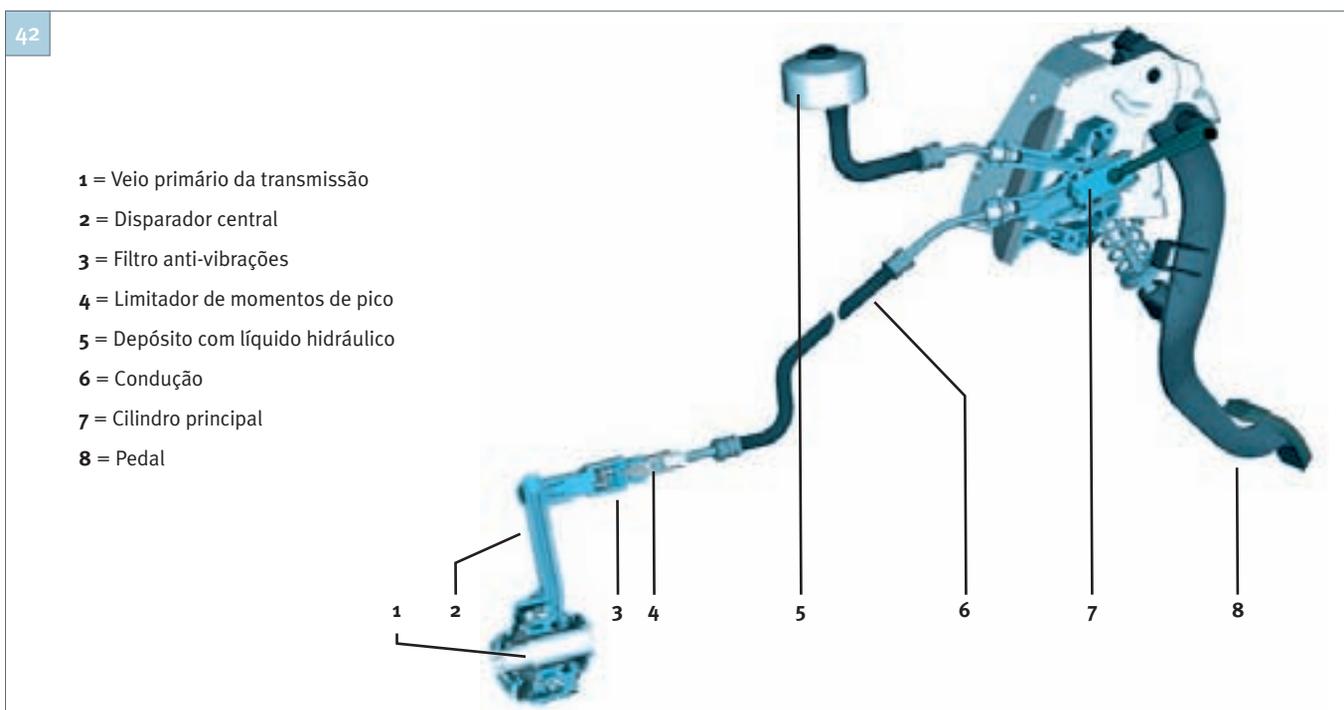
Nos sistemas de embraiagem com disparador central, é suprimida a alavanca na campânula da transmissão e, em vez desta, é utilizado um cilindro hidráulico anelar, com rolamento integrado, que é disposto na campânula da embraiagem, entre a caixa de velocidades e a embraiagem, centrado em relação ao veio primário da caixa de velocidades. Os sistemas totalmente hidráulicos, tendo em conta o reduzido número de peças, têm a vantagem de uma montagem mais simples para o fabri-

cante do veículo. Além disso, a colocação do cabo hidráulico no espaço do motor proporciona uma grande flexibilidade estrutural. (Figura 42).

Construção e função dos diferentes componentes

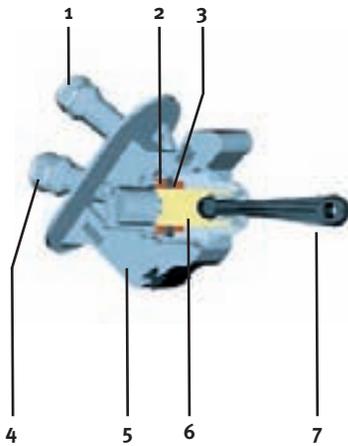
Cilindro principal

O cilindro principal (Figura 43) é composto por uma caixa, um pistão com biela e uma disposição composta por duas juntas (junta primária e junta secundária). Possui uma ligação hidráulica do cabo de pressão ao cilindro receptor, o qual, na maioria dos casos, funciona como dispositivo de ligação rápida. No entanto, em algumas aplicações, encontram-se ainda as uniões roscadas, habituais na tecnologia dos sistemas de travagem. Além disso, o cilindro principal possui um dispositivo de ligação para a alimentação do sistema com líquido hidráulico.



Nos modernos sistemas de embraiagem accionados com o pé, é utilizada a embraiagem de accionamento hidráulico.

43



- 1 = Ligação ao depósito
- 2 = Junta primária
- 3 = Junta secundária
- 4 = Ligação ao cabo de pressão
- 5 = Caixa
- 6 = Pistão
- 7 = Biela

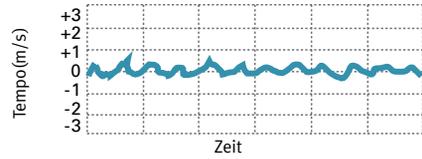
Cilindro principal

Frequentemente, esta está ligada ao depósito de líquido dos travões, através de uma mangueira de ligação. No entanto, também existem soluções nas quais o cilindro de embraiagem tem um depósito próprio. A guarnição primária separa o depósito da câmara de pressão hidráulica e permite a formação de pressão para o accionamento da embraiagem. A guarnição secundária separa a câmara de vácuo do depósito do meio circundante. Ao soltar o pedal, uma mola colocada no pedal ou no cilindro principal faz com que o êmbolo regresse totalmente à sua posição inicial. Nesta posição estática do pedal, a ligação entre o depósito e a câmara de pressão está aberta. Deste modo, pode sair o ar fechado no sistema e fluir líquido. Ressalta o mecanismo auto-ajustável do sistema hidráulico.

Sem filtro anti-vibrações



Com filtro anti-vibrações

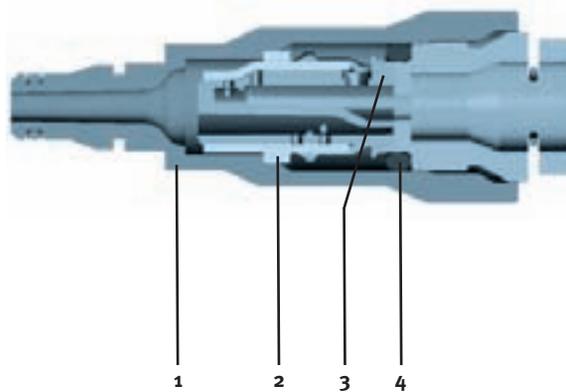


Vibrações no pedal da embraiagem

44

ao rolamento da embraiagem

de pedal



- 1 = Caixa
- 2 = Mangueira
- 3 = Suporte da mangueira
- 4 = Anel insuflável

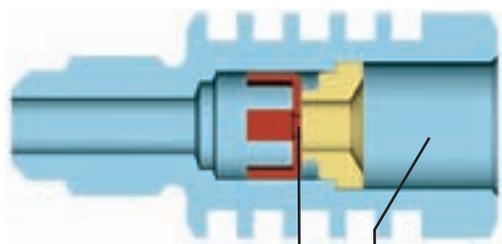
Filtro anti-vibrações com válvula de pneumático

Cabo

O cabo de pressão hidráulica baseia-se nos cabos dos travões do veículo e é composto por uma mangueira e um tubo de aço, ou então é fabricado totalmente em plástico. No caso de utilização de tubo de aço, é necessária uma mangueira para compensar os movimentos entre a cadeia cinemática e o chassis do veículo. Durante a colocação do cabo, há que ter em conta que este não deve entrar em contacto com outros componentes do compartimento do motor. Além disso, há que garantir que os tubos não sofram quaisquer danos, dobrem, ou sejam afectados pela corrosão. Os cabos de plástico e as mangueiras não devem ser colocadas próximo de zonas quentes, como por exemplo, o turbocompressor ou os cotovelos do escape.

Amortecedor de vibrações (filtro anti-vibrações)

Devido ao processo de combustão do motor, podem ocorrer nos veículos vibrações na embraiagem que, através do sistema de desembraiagem, chegam até ao pedal. O condutor apercebe-se então destas vibrações como uma espécie de cócegas desagradáveis no pé, ou então sob a forma de ruídos. Para evitar a transmissão de vibrações podem ser utilizados elementos de filtro no cabo. Estes podem ser filtros anti-vibrações ou amortecedores de membrana (Figura 44), com duas válvulas de retenção opostas, ou uma válvula de pneumático.



1 = Obturador móvel
2 = Caixa

Limitador de momentos de pico. A montagem de obturadores móveis no cabo hidráulico limitam o caudal durante o engate de mudanças a altas velocidades.

Limitador de momentos de pico

Os limitadores de momentos de pico (Figura 45) são obturadores móveis no cabo hidráulico, que limitam o caudal apenas durante o engate de mudanças a altas velocidades. Deve deste modo evitar-se uma sobrecarga da cadeia cinemática através de um engate brusco de mudanças, por exemplo, devido à patinagem do pedal da embraiagem (Figura 46). Os limitadores de momentos de pico não devem ser separados do sistema hidráulico durante a manutenção, pois de contrário podem ocorrer danos na caixa de velocidades, nas árvores de propulsão ou no volante bimatassa (ZMS).

Cilindro receptor

Num sistema semi-hidráulico, o cilindro receptor está disposto fora da campânula da transmissão e serve para o accionamento do garfo giratório da embraiagem (Figura 47). Neste caso, o cilindro receptor é composto por uma caixa, um pistão com junta, uma mola de pré-carga e um

parafuso de purga de ar. A mola de pré-carga faz com que exista uma pré-carga suficiente do rolamento da embraiagem, para que este também gire de forma segura com a embraiagem, quando o sistema não se encontra sob pressão, e se evitem os ruídos prejudiciais entre o rolamento e as linguetas do diafragma. O parafuso de purga de ar facilita a lavagem ou enchimento do sistema durante a manutenção.

Disparador central

Num sistema com disparador central (Figura 48), o rolamento da embraiagem está ligado directamente ao pistão. O movimento de desembragem da embraiagem é produzido por pressão hidráulica; ao embraiar, o diafragma da embraiagem pressiona o pistão central até atingir a posição de saída e o líquido flui novamente para o cilindro principal. Graças ao grande curso estrutural previsto, o cilindro receptor consegue compensar as tolerâncias de montagem e o desgaste da embraiagem.

Sistema de sensores

Cada vez mais, os cilindros principal e receptor estão dotados de sensores para medir o curso de accionamento e transmiti-lo à unidade de comando do motor e à caixa de velocidades. Normalmente, os sistemas dotados de sensores distinguem-se porque, no cilindro principal ou no cilindro receptor, está fixada uma pequena caixa com um dispositivo de ligação ou cabo. Cada um dos sensores está ajustado de forma individual ao cilindro principal ou receptor, formando com este uma unidade. Os sensores não devem ser separados do cilindro e fixados a outro cilindro. Em caso de defeito de um dos componentes, deve sempre ser montado um novo conjunto de cilindro-sensor.

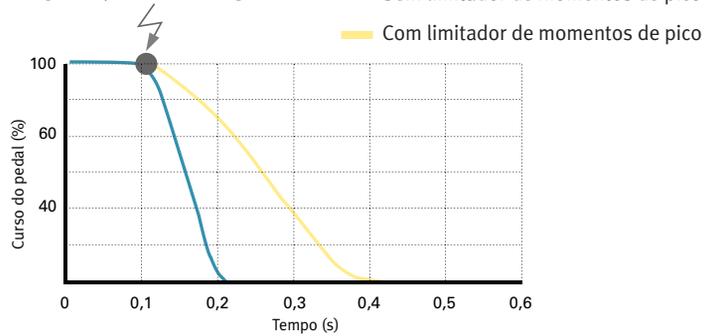
Líquido hidráulico

Se o fabricante do veículo não especificar algo em contrário, os sistemas hidráulicos utilizam líquido de travões. Quando o veículo é entregue, o sistema vem de fábrica já cheio. Com o uso do veículo, o líquido de travões aumenta o seu teor em água, o que faz com que desça o seu ponto de ebulição. Em casos extremos, pode ocorrer a formação de bolhas de vapor no cilindro receptor, as quais podem provocar problemas ao desembraiar. Por conseguinte, e para prevenir este problema, é necessário substituir o líquido dos travões a cada dois ou três anos. Ao escolher o líquido de substituição, devem obrigatoriamente ser seguidas as recomendações do fabricante do veículo, dado que, caso contrário, podem ocorrer danos nas juntas, ou surgir ruídos no cilindro principal.

A manutenção de um sistema de desembragem hidráulico está normalmente limitada à substituição do líquido dos travões.

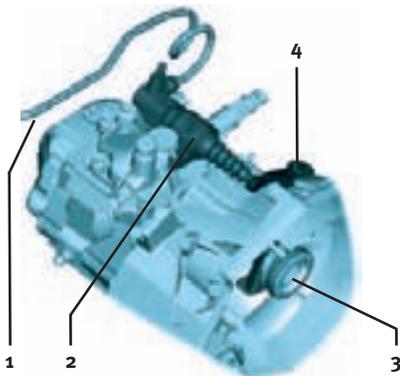
46

Patinagem do pedal da embraiagem



Limitação de corrente por limitador de momentos de pico

47



- 1 = Cabo de pressão da embraiagem
- 2 = Cilindro receptor
- 3 = Rolamento da embraiagem
- 4 = Garfo giratório da embraiagem

Cilindro receptor fora da campânula da caixa de velocidades

48



- 1 = Mola de pré-carga
- 2 = Pistão
- 3 = Junta
- 4 = Caixa
- 5 = Fole - guarda pó
- 6 = Rolamento da embraiagem

Num sistema com disparador central, o rolamento da embraiagem está ligado directamente ao pistão.

De forma idêntica ao caso dos travões, o novo enchimento decorre bombeando o pedal, através da abertura e fecho sincronizados do parafuso de purga de ar. Para que o processo de lavagem decorra da forma o mais completa possível e para que as bolhas de ar não atinjam o sistema, também devem ser observadas neste caso as recomendações específicas do fabricante.

A limpeza é imprescindível na realização de qualquer trabalho num sistema hidráulico. As mais insignificantes impurezas podem provocar falta de estanqueidade e avarias. Nos sistemas previstos para o líquido dos travões, sob pretexto algum poderá chegar óleo mineral ao interior. Por este motivo, deve prescindir-se de uma lubrificação posterior dos cilindros ou dos dispositivos de ligação. Mesmo pequenas quantidades de óleo mineral podem danificar as juntas. Nos sistemas de embraiagem que dispõem de um depósito conjunto com o sistema de travagem, existe também o risco de as impurezas atingirem o sistema de travagem.

Importante

Ao substituir a embraiagem, basicamente deveria também ser substituído o disparador central. Este está especialmente adaptado à vida útil da embraiagem e, por conseguinte, não foi concebido para resistir à vida útil de uma segunda embraiagem. Devido a este facto, os dois componentes são oferecidos conjuntamente, de acordo com o veículo correspondente no LuK RepSetPro.

Vantagens do sistema de embraiagem hidráulico:

- Flexibilidade na colocação do cabo
- Comodidade no accionamento graças a uma fricção reduzida
- Optimização dos ruídos e vibrações
- Facilidade de montagem e manutenção
- Ajustamento de desgaste integrado

Caixa de velocidades automática (ASG) para maior conforto

Uso

A caixa de velocidades automática é uma ampliação da conhecida caixa de velocidades manual. Permite mudar automaticamente de velocidade, com um conforto equivalente ao da caixa de velocidades manual e, com a adaptação correspondente, reduzir também o consumo de combustível.

Estas características fazem com que esta tecnologia seja interessante para os veículos de gama média e baixa, dado que os custos também se situam claramente abaixo dos de um sistema totalmente automático. As caixas de velocidades automáticas também são utilizadas nos veículos industriais, no tráfego pesado, e mesmo parcialmente como equipamento de série.

Descrição

Manuseamento

De modo idêntico às caixas de velocidades automáticas, a alavanca de selecção tem a posição de ponto morto e marcha atrás, automática e manual. A alavanca selectora é totalmente electrónica e não está ligada mecanicamente à caixa de velocidades.

Como a caixa de velocidades automática se baseia na caixa de velocidades manual, a diferença está em que na caixa de velocidades automática não existe uma posição de estacionamento. Tal como nas caixas de velocidades manuais, ao desligar a ignição, é introduzida a marcha actual e a embraiagem fecha automaticamente.

O motor pode arrancar de forma idêntica às das caixas de velocidades automáticas se:

- a alavanca de velocidades se encontrar na posição “N”
- a caixa de velocidades indicar a posição de ponto morto
- estiver pisado o pedal do travão

Tecnologia

Na caixa de velocidades são fixados motores eléctricos adicionais que efectuam os movimentos da embraiagem e da caixa de velocidades pelo condutor. Uma unidade de comando da caixa de velocidades assume a função de coordenação e tratamento dos sinais. A maioria dos sinais são recebidos e emitidos através do bus CAN. A este está ligada a unidade de comando do motor, a unidade de



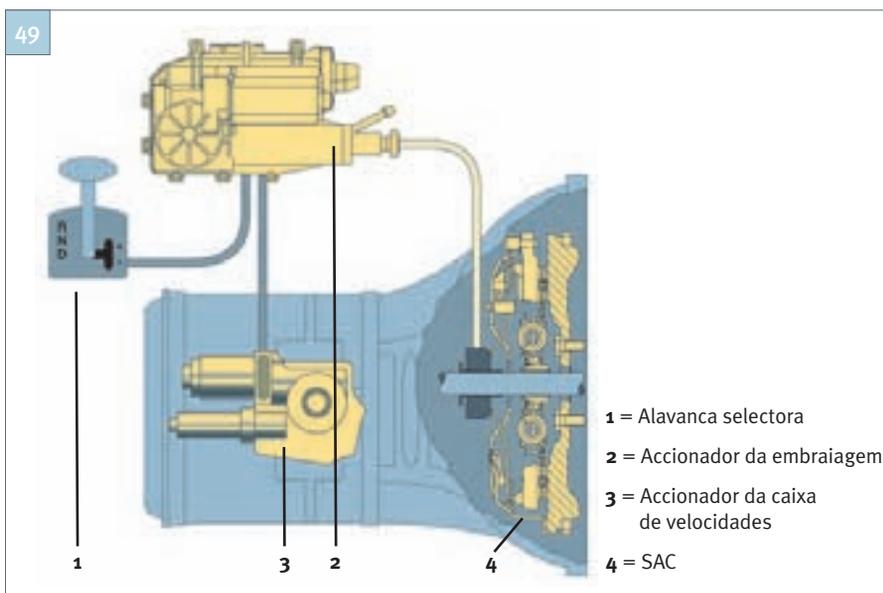
50
Cremalheira da caixa de velocidades automática
Fonte: Opel

comando ABS ou ESP e a unidade de controlo do painel de comandos, que também mostra informação sobre a marcha actual e o estado da caixa de velocidades.

Ao substituir a unidade de comando, deve ser instalado o software correspondente ao tipo de veículo e efectuada uma colocação em serviço. As outras unidades de comando também estão adaptadas à unidade de comando da caixa de velocidades, pelo que, sob o ponto de vista técnico e económico, não será útil equipar posteriormente uma caixa de velocidades manual numa caixa de velocidades automática.

Para conseguir reduzir o mais possível o tamanho e o peso dos motores eléctricos, assegurando a sua elevada rapidez de reacção, é necessária uma pressão de accionamento minimizada da embraiagem, o que se consegue utilizando uma embraiagem auto-ajustável (SAC).

Para a caixa de velocidades, substitui-se a esfera de mudança manual da caixa de velocidades manual por um módulo com dois motores eléctricos. Um motor eléctrico encarrega-se da selecção das mudanças em conformidade com o movimento transversal da mão direita ao mudar a velocidade. O segundo motor eléctrico, maior, encarrega-se da introdução das velocidades.



Representação esquemática da caixa de velocidades automática (ASG)

Funções

Função ultra lenta

Ao soltar o travão, a embraiagem torna-se mais leve. O veículo roda suavemente sobre o terreno, sem necessidade de pisar o acelerador. O binário é limitado para proteger a embraiagem e, ao aumentar a temperatura da embraiagem, o binário reduz.

Determinação do ponto de contacto da embraiagem

As oscilações de temperatura e outras influências do exterior fazem variar o ponto no qual a embraiagem começa a transmitir o binário do motor às rodas. Este ponto é designado por “ponto de contacto”. A caixa de velocidades automática adapta este ponto de contacto sempre que o veículo permanece durante um longo intervalo de tempo com o motor a trabalhar e sem accionar o travão, por exemplo, num semáforo.

Neste caso, a embraiagem fecha sempre brevemente, até que o ligeiro contacto do prato de pressão com o disco da embraiagem provoca uma reacção do motor. Em seguida, a embraiagem volta a abrir de imediato. O condutor normalmente não se apercebe deste processo e pressupõe um ralenti estável do motor.

Para um correcto funcionamento, também é importante que, ao substituir uma unidade de comando, ou a embraiagem, seja efectuada uma colocação em serviço adequada com o dispositivo de verificação da oficina. Um ponto de contacto correcto garante que as operações de embraiagem sejam efectuadas suavemente na embraiagem, mas sem tempos prolongados de patinagem.

Protecção da embraiagem

A caixa de velocidades automática consegue detectar quando a embraiagem está sobreaquecida, por exemplo, devido a múltiplos arranques sucessivos numa subida. Para minimizar o aumento adicional da temperatura, é desactivada então gradualmente a função ultra lenta e, ao arrancar, a embraiagem fecha mais depressa, a fim de evitar longos intervalos de tempo com a embraiagem a patinar.

Apoio do travão ABS

Si la unidad de mando ABS comunica una operación de frenado con actuación del ABS, el sistema ASG puede abrir el embrague. Con ello, se mejora la eficacia de la regulación ABS mediante el desacople del motor.

Controlo de segurança

O sistema de controlo de segurança inteligente ISM (Intelligent Safety Monitoring) controla o

processador principal através de um segundo processador. São verificadas as funções de memória e o desenvolvimento dos programas, assim como também se verifica se as actividades da unidade de comando ASG LuK correspondem à situação de marcha actual.

Em caso de avaria, a unidade de comando pode reagir de duas formas diferentes:

- desligar as fases finais dos accionadores, ou seja, já não ser possível nenhum movimento
- reiniciar a unidade de comando, ou seja, após alguns segundos, a unidade de comando recupera novamente o seu funcionamento normal.

Deste modo, são descartadas quaisquer reacções indesejadas do veículo devidas a avarias na unidade de comando.

Vantagens

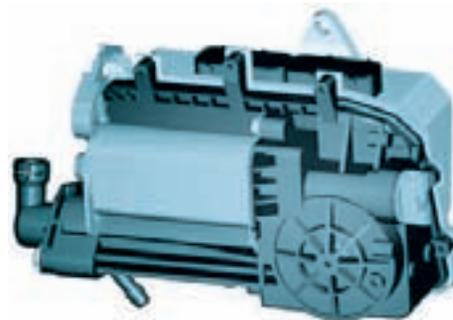
- alta eficácia e baixo consumo com pontos de mudança óptimos
- possível funcionamento em regime manual ou automático
- maior facilidade de manobras sem o motor ir abaixo
- componentes pequenos e leves
- elevado conforto de condução
- preço económico

51



Accionador da caixa de velocidades

52



Accionador da embraiagem

Dinâmica e eficácia graças à caixa de velocidades de dupla embraiagem

Caixa de velocidades paralela (PSG) – Duas caixas de velocidades numa.

Numa época em que os preços dos combustíveis aumentam continuamente, os fabricantes e concessionários de automóveis vêm-se obrigados a desenvolver conceitos de propulsão inovadores, capazes de fazer face à necessidade de reduzir os consumos e as emissões. Isto é especialmente necessário nas caixas de velocidades automáticas que, até ao momento,

não podiam aliar as exigências de conforto continuamente crescentes dos condutores a uma optimização do consumo dos veículos.

Graças à conciliação entre as caixas de velocidades manuais e automáticas, conseguiu-se desenvolver uma caixa de velocidades automática confortável, de elevada eficácia, e com a agilidade do comportamento de resposta de uma caixa de velocidades manual.

Princípio básico da caixa de velocidades paralela

A ideia básica da caixa de velocidades paralela é simples: para conseguir uma elevada eficácia, esta caixa de velocidades, em termos de funcionamento, foi concebida como uma caixa de velocidades manual. No entanto, para obter o conforto de uma caixa de velocidades automática, deve ser possível meter uma mudança sem que a força de tracção seja interrompida. Para isso, a caixa de velocidades paralela foi dividida em duas caixas de velocidades secundárias. Numa delas estão as velocidades pares e na outra as ímpares.

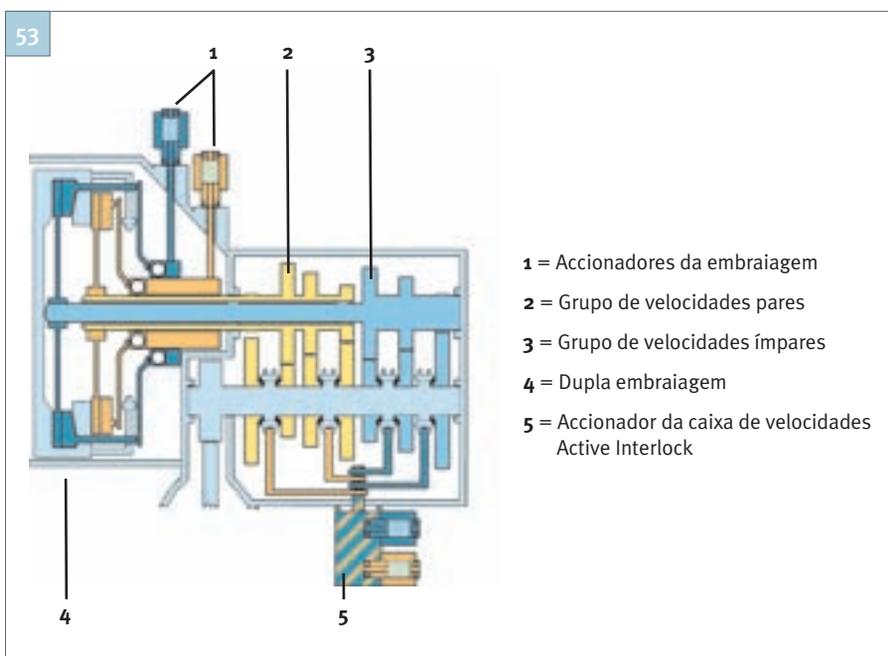
Cada uma destas caixas de velocidades secundárias está, por sua vez, associada a uma embraiagem. Uma unidade de comando inteligente da caixa de velocidades regula, abre e fecha as duas embraiagens, através do accionamento do sistema de embraiagem.

Durante a marcha, há sempre uma subcaixa de velocidades em arrasto de força, enquanto na subcaixa inactiva está já pré-seleccionada a velocidade seguinte, em função da situação da marcha. Deste modo, meter uma mudança, pode mudar-se directamente de uma velocidade para a velocidade seguinte. Como nesta fase as duas embraiagens abrem e fecham simultaneamente, o binário de rotação é transmitido de uma forma fluida de uma subcaixa para a outra. Por conseguinte, a mudança de velocidades decorre sem interrupção da força de tracção. A mudança e selecção das velocidades são realizadas de forma automática e o condutor praticamente não se apercebe.

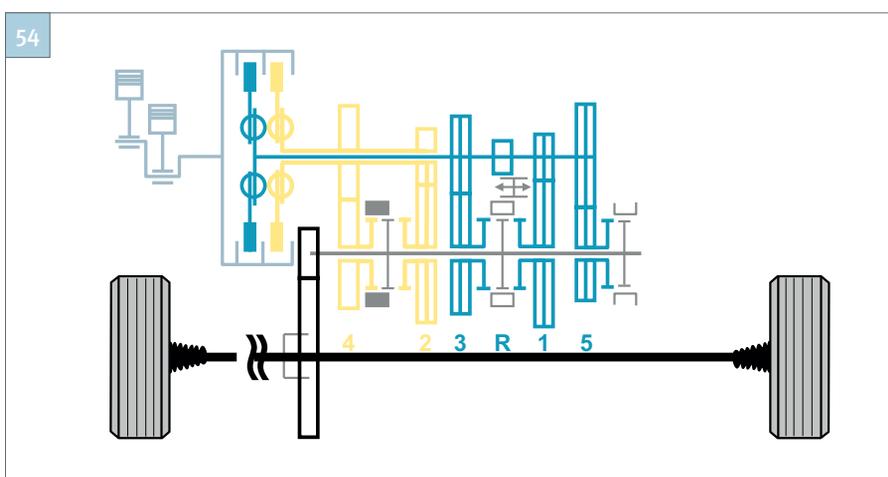
Agora, o desafio dos responsáveis pelo desenvolvimento consiste em dispor os trens de engrenagens paralelos entre si no menor espaço estrutural possível.

Construção da embraiagem dupla

A peça principal desta caixa de velocidades é a embraiagem dupla. Esta deve introduzir



O binário de rotação é transmitido de forma fluida de uma caixa de velocidades secundária à outra.



Caixa de velocidades paralela

55



Doble embrague

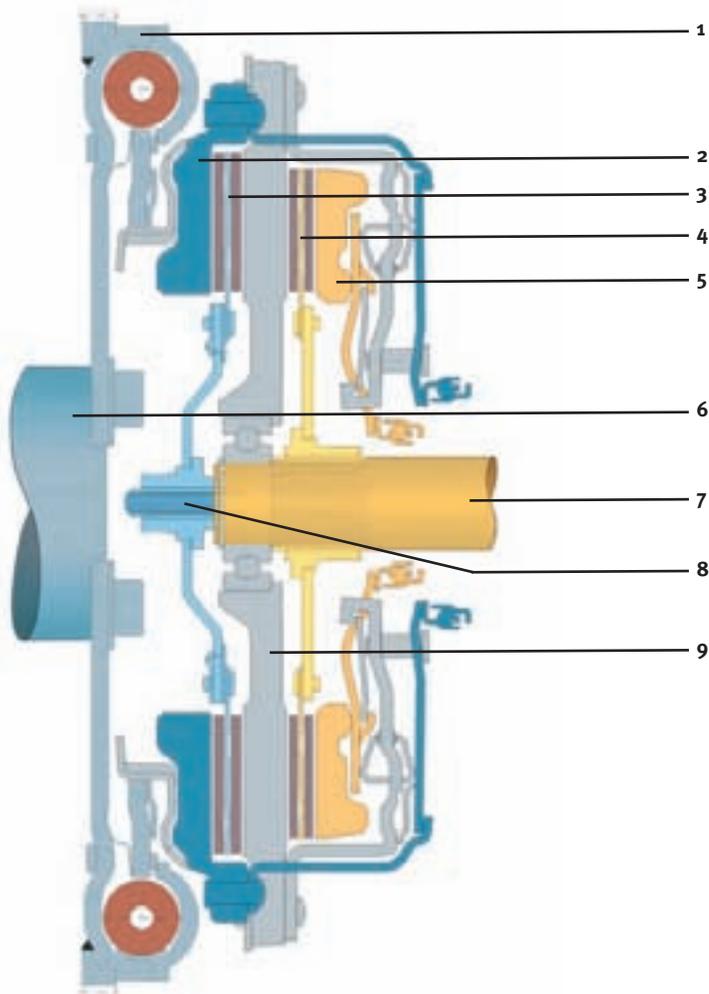
o binário motor nas duas subcaixas de velocidades. As duas embraiações secundárias estão dispostas uma atrás da outra e, com os respectivos discos, accionam os dois veios primários da caixa de velocidades, dispostos um dentro do outro. Devido ao seu peso, a dupla embraiação, ao contrário das embraiações das caixas de velocidades manuais, não fica alojada juntamente com o volante bimassa na cambota, mas antes no veio primário da caixa de velocidades 2.

O binário de rotação do motor é transmitido através do recorte dentado interior do vo-

lante bimassa ao prato central da embraiação dupla. Se for accionada uma das duas embraiações, o binário de rotação é transmitido a partir do prato central, através do disco da embraiação, ao veio primário da transmissão correspondente.

Como as duas caixas de velocidades são accionadas a partir do mesmo lado, a caixa de velocidades 1 experimenta uma inversão da força que transforma o movimento de pressão do sistema de embraiação num movimento de tracção do prato de pressão. Deste modo, aperta-se o disco da embraiação

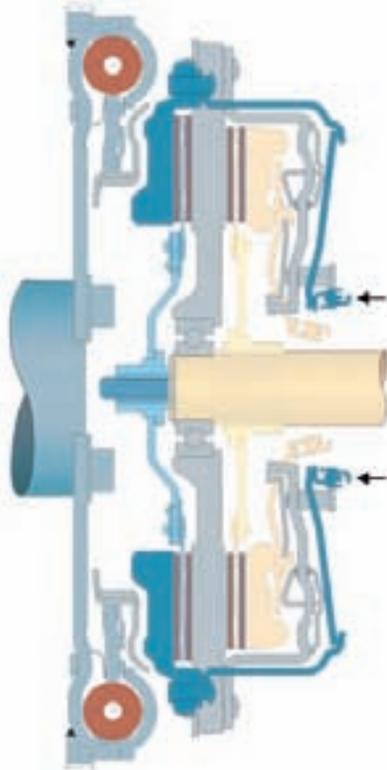
56



- 1 = Volante bimassa
- 2 = Prato de pressão K1
- 3 = Disco da embraiação K1
- 4 = Disco da embraiação K2
- 5 = Prato de pressão K2
- 6 = Cambota
- 7 = Veio primário da transmissão (árvore oca) K2
- 8 = Veio primário da transmissão (árvore maciça) K1
- 9 = Disco propulsor

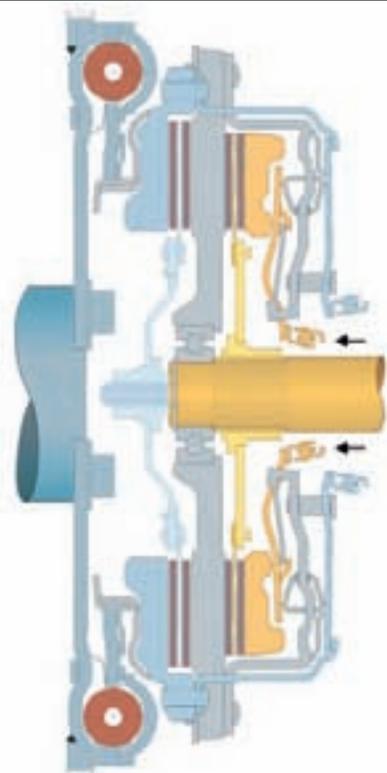
Construção da embraiação dupla

57



Embraiagem fechada

58



Embraiagem fechada 2

entre a placa central e o prato de pressão, sendo transmitido o binário de rotação pretendido.

Para a caixa de velocidades 2 não é necessária uma inversão da força. A mola da alavanca apoia-se na tampa da embraiagem, pressionando desse modo o prato de pressão na direcção do prato central.

Tal como se sabe já da embraiagem auto-ajustável (SAC) da LuK, a embraiagem dupla dispõe de um mecanismo de afinação que pode compensar o desgaste do disco da embraiagem através da distância percorrida, garantindo assim, por um lado, um curso de accionamento reduzido e constante ao longo de toda a sua vida útil e, por outro, uma curva característica constante da embraiagem, com grandes vantagens sobre a capacidade de controlo e regulação de um sistema deste tipo.

Vantagens e inovações da caixa de velocidades paralela

A maior e mais significativa inovação é a dupla caixa de velocidades. Ao contrário das caixas de velocidades de embraiagem dupla conhecidas, aqui foi desenvolvida e aplicada pela primeira vez uma dupla embraiagem a seco. Como os revestimentos da embraiagem não se encontram num banho de óleo, este conceito caracteriza-se por uma elevada eficácia. Para além da elevada inclinação de uma caixa de velocidades de 7 velocidades, conseguiu-se também reduzir significativamente o consumo e as emissões de CO₂, chegando mesmo, em algumas aplicações, o consumo com caixa de velocidades paralela a ser inferior ao da variante de caixa de velocidades manual.

O manuseamento e conforto desta nova geração de caixas de velocidades são equivalentes aos das caixas de velocidades

automáticas conhecidas. A estratégia da embraiagem permite ao veículo trabalhar a velocidades super-lentas em primeira e marcha atrás, sem necessidade de accionar o acelerador.

Deste modo, a marcha pode ser consideravelmente facilitada durante as manobras ou com trânsito em pára-arranca contínuo. No entanto, a característica de arranque lembra a condução com caixa de velocidades manual. Dado que o accionamento da embraiagem e a caixa de velocidades são automáticos, o pedal da embraiagem é totalmente suprimido, tendo a alavanca das mudanças sido substituída por uma alavanca selectora. Naturalmente, o condutor pode também meter as mudanças manualmente em modo Tiptronic.

Desde princípios de 2007 que é fabricada em série a primeira caixa de velocidades de dupla embraiagem a seco do mundo. Com este conceito de embraiagem / caixa de velocidades podem ser combinados, de forma impressionante, o conforto, a agilidade e a eficácia do combustível.

Caixa de velocidades CVT: conforto contínuo

CVT (Continuously Variable Transmission)

– transmissão variável contínua.

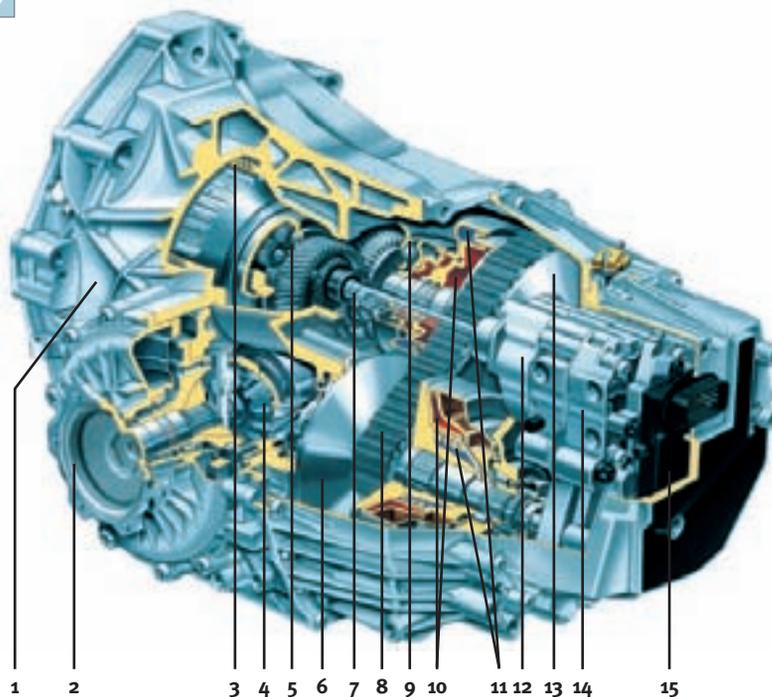
Os sistemas automáticos escalonados e as caixas de velocidades manuais apresentam fases de marcha fixas, que não permitem que o motor opere sempre num regime óptimo. Isto só é possível se se conseguir alternar gradualmente entre a transmissão máxima (arranque) e a mínima. À supressão das fases da transmissão está aliado também um maior conforto durante a condução, assim como maiores potências com um consumo reduzido.

A LuK dedica-se desde 1993 ao desenvolvimento de componentes para caixas de velocidades graduais, segundo o denominado “princípio de polia e correia”. O objectivo deste desenvolvimento era conseguir um binário de motor transmissível, de 300 Nm, melhorando ao mesmo tempo as potências da velocidade e reduzindo o consumo de combustível. Deste modo, a LuK conseguiu distinguir-se consideravelmente da concorrência.

Segundo este princípio, a cadeia LuK reflecte entre dois pares de polias cónicas, compostos em cada caso pela denominada “polia fixa” e por uma “polia móvel”. A polia móvel está colocada axialmente sobre o veio, tem mobilidade e pode deslocar-se hidráulicamente em direcção axial. Ao deslocamento axial da polia móvel está associada uma mudança do raio da cadeia e, desse modo, uma modificação correspondente da caixa de velocidades.

A transmissão do binário decorre de forma análoga à da embraiagem, por fricção. Portanto, há que garantir que as forças de compressão que actuam sobre as polias cónicas sejam suficientemente grandes para, por um lado, poderem transmitir de forma segura o binário do motor, mas também para que possam transmitir impulsos do binário das rodas, sem que o conjunto da polia-correia patine. A compressão e a afinação das folgas das polias é um processo hidráulico.

59



- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1 = Caixa de metal leve | 9 = Sensor de binário |
| 2 = Tomada de força | 10 = Pontos de pressão |
| 3 = Embraiagem de lâminas | 11 = Pontos de afinação |
| 4 = Diferencial | 12 = Bomba |
| 5 = Jogo de embraiagem planetária de inversão | 13 = Jogo de polias primário |
| 6 = Jogo de polias secundário | 14 = Unidade de comando hidráulico |
| 7 = Accionamento da bomba | 15 = Sistema electrónico de controlo |
| 8 = Cadeia de eclissas | |

Audi multitronic com componentes CVT LuK

Construção de uma caixa de velocidades CVT

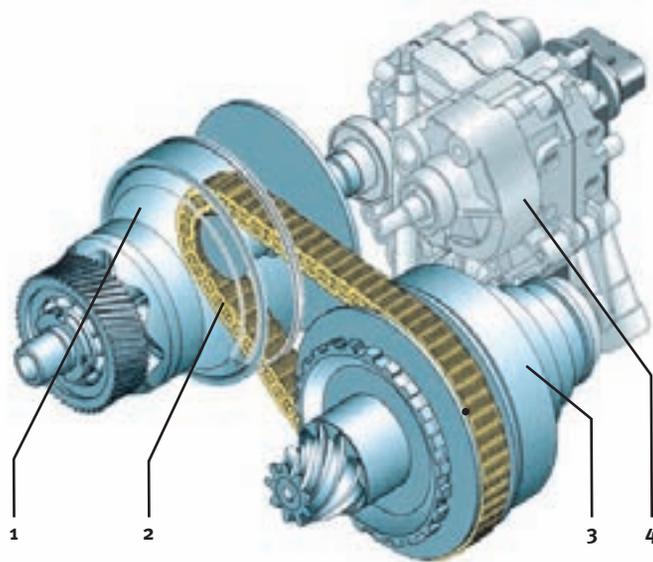
Para além da afinação da transmissão pretendida, a caixa de velocidades deve também garantir outras funções, entre as quais se inclui, por exemplo, a função de arranque ou a marcha atrás.

A figura acima mostra a construção de uma caixa de velocidades CVT tomando como exemplo uma caixa de velocidades Audi multitronic®, que é fabricada de série desde 1999 e montada em diversos modelos. Na figura (59) pode observar-se a engrena-

gem de inversão planetária, com a embraiagem de marcha para a frente e para trás. Neste caso, trata-se de um conjunto planetário duplo, no qual se obtém a mesma transmissão para a frente e para trás.

Também estas funções, para além da compressão e da afinação, são realizadas através do accionamento hidráulico das embraiagens correspondentes. Por sua vez, este sistema hidráulico obtém as instruções de uma unidade de comando electrónica.

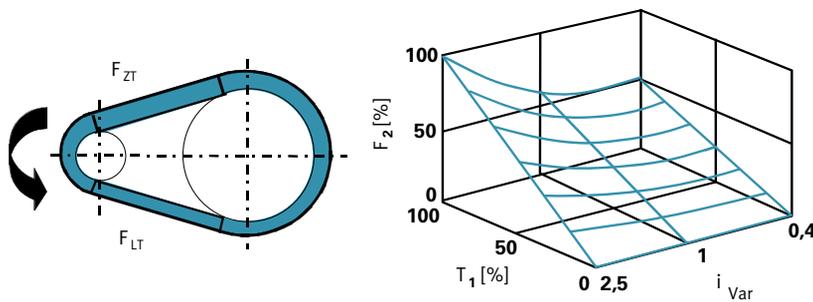
60



- 1 = Conjunto de polias primário
- 2 = Cadeia de eclissas
- 3 = Conjunto de polias secundário
- 4 = Controlo hidráulico com bomba

Componentes da caixa de velocidades CVT LuK

61



F_{ZT} : Pressão no ramal de tracção
 F_{LT} : Pressão no ramal frouxo

F_2 : Pressão axial no jogo de polias secundário
 T_1 : Binário primário FLT

i_{Var} : Transmissão de variador

Transmissão de potência contínua por fricção

Como elemento de arranque, foi escolhida para a multitronic® uma embraiagem húmida, de lâminas. No entanto, para a caixa de velocidades CVT também podem ser utilizados conversores de binário hidrodinâmicos ou embraiagens hidráulicas. Através da fase de roda dentada, o binário é transmitido ao conjunto primário das polias.

Esta fase de roda dentada permite a adaptação da transmissão total a diferentes motores. No conjunto de polias primário pode observar-se o sensor de binário de

duas fases, cuja função irá ser explicada de forma mais detalhada. Os conjuntos de polias são realizados com o denominado “princípio do pistão duplo”, ou seja, cilindros independentes para a função de pressão e afinação. Entre os dois conjuntos de polias está disposta a cadeia LuK.

O conjunto de polias secundário é montado directamente sobre o veio do pinhão, que acciona por sua vez a coroa do diferencial. A partir daqui é realizada a transmissão do binário, através do diferencial,

ao órgão de bloqueio nos veios de accionamento do veículo. A Figura 60 mostra o sistema hidráulico (incluindo a bomba) com a unidade de comando electrónica montada. Também pode observar-se claramente o accionamento da bomba, que pode ser realizada como roda dentada interior ou bomba de aletas.

Transmissão de potência contínua por fricção

Uma transmissão de força contínua por fricção apenas é possível de forma fiável se for possível garantir um aperto suficiente em

todos os estados operativos. O aperto óptimo representa sempre um equilíbrio entre um variador deslizante e uma má eficácia por sobrecompressão. A Figura 61 mostra a relação entre o binário primário e a força de compressão necessária no conjunto de polias secundário como função da transmissão.

Este aspecto resulta especialmente importante. Para além do binário do motor variável, a transmissão do binário inconstante a partir da roda, por exemplo no caso de uma travagem com o sistema ABS em asfalto gelado ou saltos do lancil para a estrada com a roda a rodar, que estão associados a elevados gradientes de binário e a um elevado número de rotações.

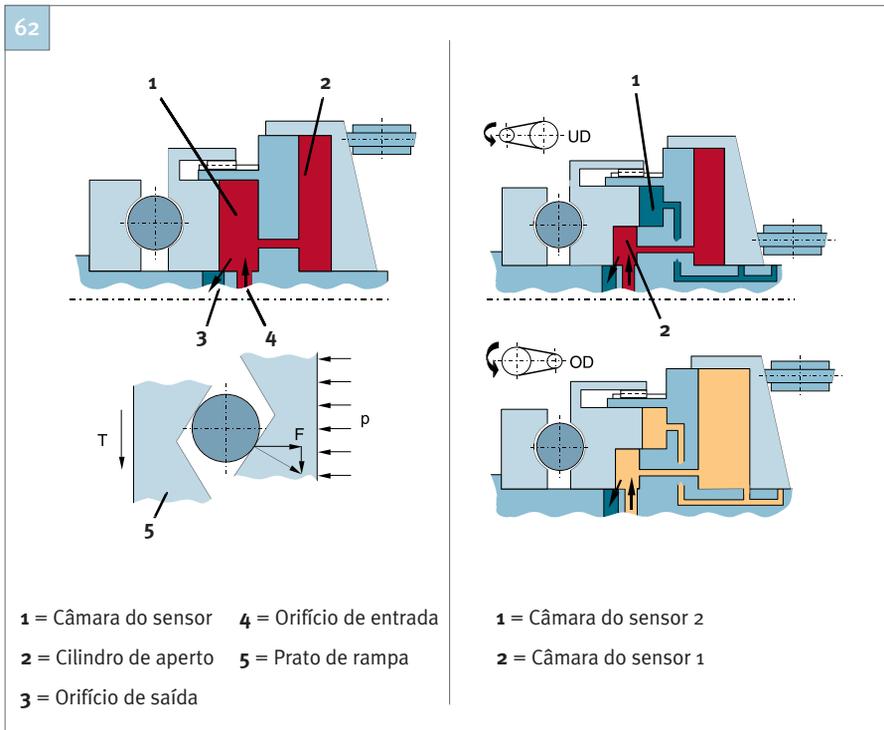
A LuK solucionou estes problemas graças ao sensor de binário hidromecânico.

O sensor de binário bifásico

A função do sensor de binário bifásico está orientada segundo o princípio a seguir descrito. A Figura 62 mostra o sensor de binário monofásico e bifásico.

O binário de rotação é introduzido através de um prato em rampa ou plano inclinado, a partir do qual ocorre o fluxo da pressão, através de esferas, até um pistão de sensor com mobilidade axial, apoiado contra pressão de óleo.

O óleo procedente da bomba de óleo flui através de um orifício de saída, cuja resistência à corrente é modificada pelo deslocamento do pistão do sensor, de modo a estabelecer sempre o equilíbrio de forças entre a pressão axial dos planos inclinados do sensor e a força de pressão. Deste modo, a pressão que é conduzida directamente no cilindro de compressão, e é ajustada pelo sensor de binário, de uma forma estritamente proporcional ao binário existente. Ao apresentar-se um impulso de binário, o



Sensor de binário monofásico e bifásico

prato do sensor móvel fecha o orifício de saída. Ao aumentar novamente o binário, o prato do sensor expulsa então de forma activa o volume de óleo para fora da câmara do sensor de binário, para as folgas das polias, a fim de aumentar a compressão.

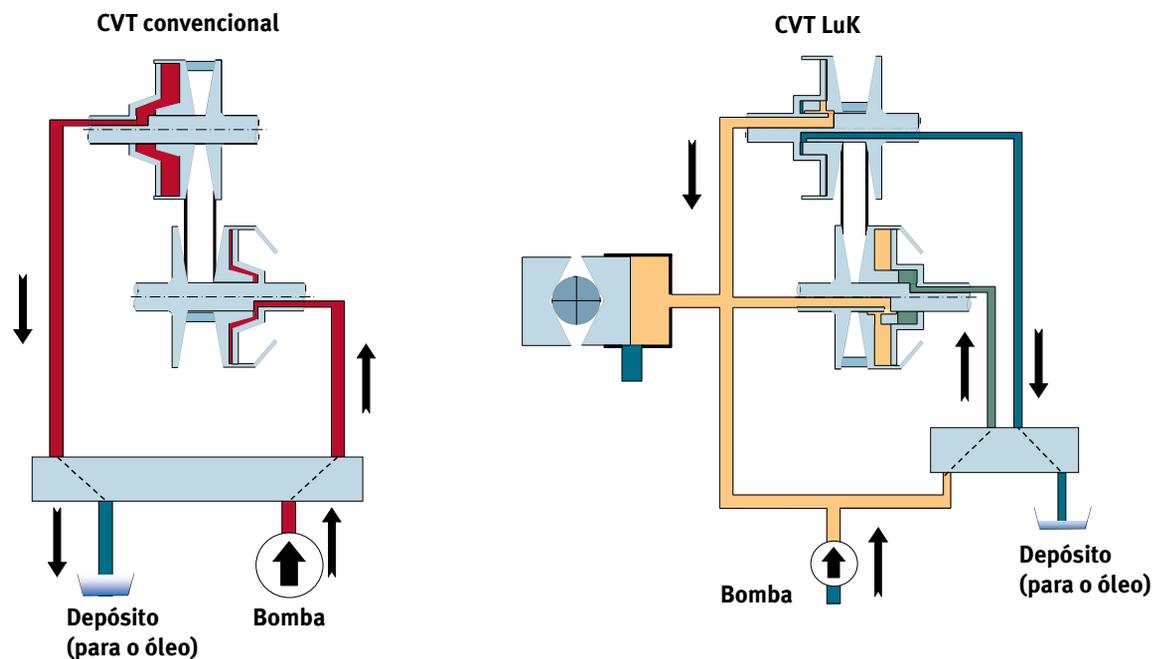
Isto significa que o sensor de binário actua então brevemente como uma bomba. Esta bomba adicional pode emitir, num curto intervalo de tempo e durante um impulso de binário, uma corrente de transporte superior a 30 l/min.

Para a realização de uma linha característica do sensor bifásico divide-se a superfície de pressão do pistão do sensor em duas superfícies parciais. No intervalo de transmissão reduzido, em que, devido ao curto raio de acção da cadeia, é necessária uma pressão de compressão elevada para a transmissão do binário, apenas se solicita com pressão uma superfície parcial. Com a força de inclinação proporcionada pelo bi-

nário, é ajustada, para atingir o equilíbrio de forças, uma elevada pressão no sensor de binário e, ao mesmo tempo, no cilindro de compressão. No intervalo de transmissão elevada, mais além do ponto de mudança, são solicitadas com pressão as duas superfícies parciais. Por conseguinte, com igual binário primário, é ajustada uma menor pressão de compressão. A mudança da linha característica, devido à ligação ou desligação da segunda superfície parcial, ocorre directamente, através do deslocamento axial da polia cónica móvel da folga primária das polias, que ocorre com a mudança da transmissão.

Comparação do sistema hidráulico convencional / LuK

Conforme se mostra na figura, a segunda superfície parcial, no regime de baixa transmissão, alimenta-se de ar à pressão do ar ambiente, através do orifício de comutação. No regime de elevada transmissão, este orifício fecha e o orifício de comutação



Comparação da hidráulica convencional/LuK

do lado esquerdo estabelece a ligação com o óleo de compressão.

Este sistema está actualmente a ser aperfeiçoado. O sensor de binário bifásico descrito pode ser realizado de forma contínua, mediante uma configuração correspondente das rampas ou planos inclinados. No entanto, em alternativa, pode também ser utilizada uma regulação electrónica da compressão, aliada a uma compressão controlada por deslizamento (SGA).

Sistema de duplo pistão LuK com sensor de binário

Os sistemas convencionais apresentam, em cada caso, um cilindro de pressão – é frequente também uma disposição em tandem ligada – na folga das polias de accionamento e da tomada de força, conforme se mostra na Figura 63. Desde a bomba, o óleo flui para uma unidade de comando, que conduz a pressão que deve ser ajustada nos dois cilindros. Entre as funções combinadas

destes está incluída tanto a compressão como o afinamento da transmissão.

Frequentemente, a superfície do cilindro primário é muito maior que a do cilindro secundário. O motivo principal deste facto é que muitos sistemas hidráulicos CVT realizados não garantem a possibilidade de ajustar uma pressão maior no cilindro primário do que no cilindro secundário. Para um afinamento rápida até ao regime de baixa transmissão, a bomba deve satisfazer todos os requisitos de caudal da superfície do cilindro secundário. Ao mesmo tempo, sai óleo à pressão da folga das polias anteriores ao cárter, o que representa uma perda de energia. Isto é aplicável de forma análoga no caso de uma afinamento até um regime de elevada transmissão. Portanto, para satisfazer os requisitos de dinâmica, é necessária uma bomba com um grande volume de transporte, o que se repercute desfavoravelmente sobre o requisito de potência da bomba.

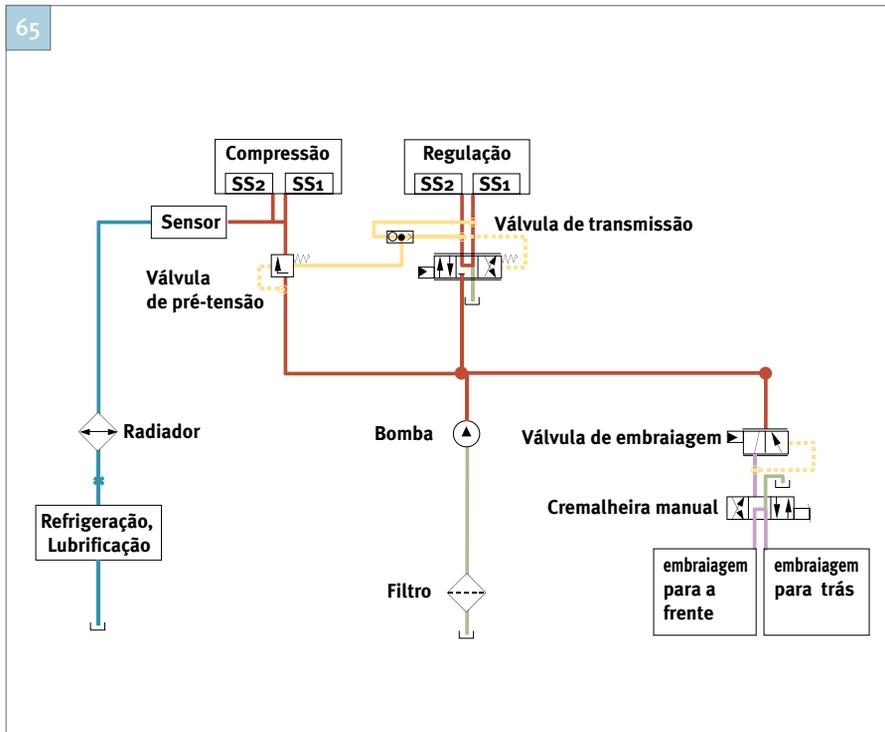
Nos sistemas de duplo pistão LuK, as superfícies do cilindro estão divididas em superfícies parciais, mostradas em cor amarela, que garantem a compressão, e em pequenas superfícies parciais, separadas destas (mostradas a azul ou verde), que realizam a afinamento. A compressão é garantida pelo sensor de binário bifásico já descrito. Para a afinamento apenas é necessário um menor caudal para o manuseamento das superfícies de afinamento menores. Ao ajustar o variador para um elevado nível de pressão, o óleo de compressão é conduzido directamente de um conjunto de polias para outro, sem que para isso seja necessário um esforço energético adicional. Deste modo, a bomba segundo o princípio de duplo pistão da LuK pode ser desenhada fundamentalmente mais pequena do que nos sistemas convencionais, o que melhora a eficácia geral da transmissão e, por conseguinte, o consumo de combustível.

Construção do conjunto de polias primário

A Figura 64 mostra, a título de exemplo, a construção do conjunto de polias primário com pistão duplo, da LuK, assim como o sensor de binário bifásico, cujo funcionamento já foi explicado de forma detalhada. É mostrada, a vermelho, a condução do óleo para o cilindro de compressão; de cor verde, a alimentação do cilindro de afinação; e de cor azul, a câmara 2 do sensor de binário e a sua alimentação. A transmissão do binário entre o veio e a polia móvel decorre através de um recorte dentado de arrasto.

Os jogos de polias podem ser fabricados de forma económica, mediante a utilização de peças moldadas, de chapa. Além disso, a LuK conseguiu aproveitar para isso a experiência da construção de embraiagens. A geometria dos componentes foi consequentemente otimizada, através do cálculo de elementos finitos e, desse modo, também foi possível tirar partido da máxima inclinação possível.

Como elementos de obturação são utilizados anéis de obturação para as juntas dinâ-



Esquema hidráulico simplificado

micas. A obturação estática é efectuada através de juntas tóricas.

CVT com embraiagem de arranque

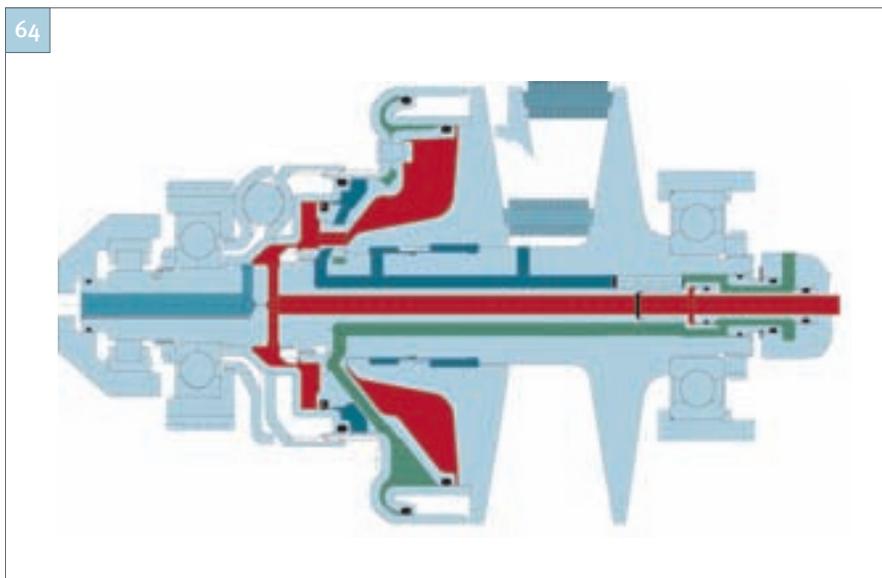
A Figura 65 mostra, de forma simplificada, o esquema hidráulico para a caixa de velo-

cidade CVT com embraiagem de arranque. O sistema é alimentado por uma bomba com filtro de sucção anteposto.

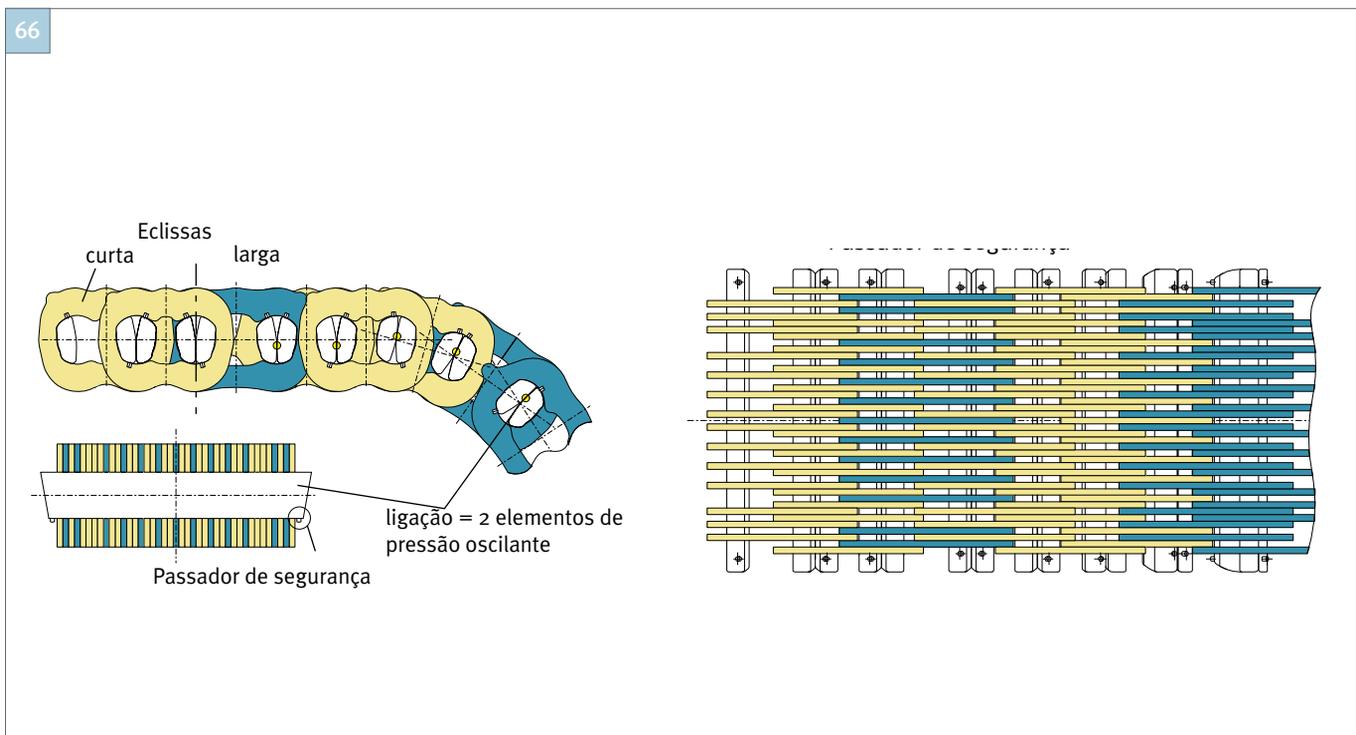
Alimenta-se a denominada válvula de pré-tensão, a válvula de transmissão e a válvula da embraiagem. A cremalheira manual é responsável pela solicitação, com a pressão da embraiagem para a frente e para trás.

A válvula de pretensão é uma válvula limitadora da pressão. Tem a função de facilitar qualquer diferença de pressão em caso de uma pressão reduzida do sensor e de um elevado requisito de pressão de transmissão na válvula de transmissão. Em função do estado operativo, é decisiva a pressão do sensor de binário ou a pressão de afinação num dos conjuntos de polias.

Mediante um desfasamento, fica garantida a existência de uma pressão de controlo prévio. No actual esquema não são mostra-



Conjunto de polias 1 com sensor de binário integrado (de forma esquemática)



Construção e componentes da cadeia LuK

das as linhas de controlo prévio. O óleo que flui pelo orifício de saída do sensor de binário é conduzido através do radiador e é utilizado para refrigerar e lubrificar o sistema.

Construção e componentes da cadeia LuK

A unidade de comando, com um total de apenas 9 cremalheiras e 3 válvulas proporcionais, é de construção ligeira e compacta. Em plena carga, são ajustadas pressões de 60 bar. As pressões de pico situam-se nos 100 bar. Graças a uma elevada precisão de fabrico, são criadas folgas reduzidas das cremalheiras e, desse modo, fugas reduzidas.

A cadeia LuK

Na base da cadeia de elementos de pressão oscilante do accionamento P.I.V., a Werner Reimers aperfeiçoou de forma consequente a cadeia CVT LuK para aplicação em automóveis. Os pontos fortes eram e continuam a ser as medidas para aumentar a resistência, para a elevada densidade de potência

requerida, assim como a optimização do comportamento acústico.

A Figura 66 mostra a cadeia para aplicações até cerca de 300 Nm de binário. É composta por diferentes eclissas de cadeia, que formam o ramal, os elementos de pressão oscilante da ligação e os elementos de segurança.

As principais características da cadeia CVT são as seguintes:

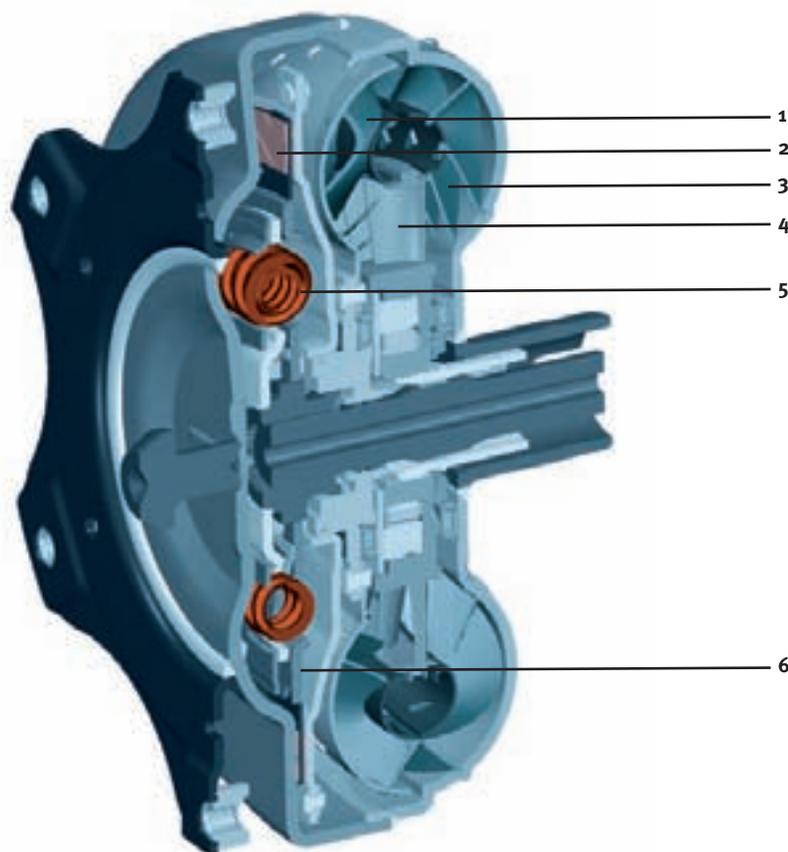
- Devido a ela conseguem-se baixos consumos e uma surpreendente dinâmica da marcha. Isto só é possível graças à construção de uma ligação oscilante, com fricção reduzida, da cadeia CVT, o que proporciona uma redução dos ciclos de curso das polias cónicas e, desse modo, uma elevada extensão da caixa de velocidades.
- Com a cadeia CVT podem ser transmitidos binários elevados. Mediante os corres-

pondentes padrões de entrelaçado é possível otimizar a solicitação na cadeia.

- O elemento caracteriza-se por reduzidas perdas por fricção interna, devidas à rotação dos elementos de pressão oscilante, garantindo desse modo uma elevada eficácia da caixa de velocidades.
- Graças às superfícies frontais esféricas dos elementos oscilantes, e graças à sua construção em elos de corrente, a cadeia não está sujeita a falhas de alinhamento. Graças à combinação com polias cónicas curvas, é possível reduzir, nos componentes adicionais, a falta de alinhamento resultante inevitavelmente, do ajustamento. Por conseguinte, a cadeia CVT não é sensível às deformações das folgas das polias sob carga, aos erros de ângulo e às rotações relativas entre as polias cónicas fixas e móveis.

Conversor de binário: Chegar cada vez mais longe com sistemas robustos e menos combustível

67



- 1 = Turbina
- 2 = Revestimento de fricção
- 3 = Bomba
- 4 = Roda directriz
- 5 = Amortecedor de torção
- 6 = Acoplamento de transição com amortecedor de torção

Representação em corte de um conversor de binário hidráulico com acoplamento de transição

Conversor de binário LuK –

Vantagem graças à otimização

O conversor de binário é utilizado desde há décadas como elemento de arranque ou de transmissão nas caixas de velocidades automáticas. Os prognósticos indicam que nem futuramente deverá desaparecer totalmente o conversor de binário e ser substituído por conceitos alternativos, dado que o sistema existente, formado pelo conversor e pela caixa de velocidades, continua a ser otimizado de forma consequente.

Amortecedor de torção

No entanto, e dado que o conversor de binário, devido ao seu princípio de funciona-

mento, só pode transmitir binário em caso de deslizamento, o seu funcionamento está sempre associado a uma potência de perda. Portanto, o ideal seria aproveitar as vantagens do conversor durante o arranque e o fecho imediato subsequente do acoplamento de transição durante a marcha. Para não provocar ruídos ou vibrações, a LuK oferece amortecedores de torção de elevada potência, especialmente adaptados, que, graças ao amortecimento específico e à adaptação das constantes elásticas, minimizam as vibrações existentes. Através do uso de um amortecedor de torção de turbina LuK, de sistemas de amortecimento duplo especiais, também associados a pêndulos centrífugos,

pode evitar-se em grande medida a patinagem, segundo o conceito, comparativamente aos amortecedores convencionais.

Funcionamento regulado com patinagem reduzida

Outra possibilidade para evitar as vibrações é o funcionamento regulado com patinagem reduzida. Com esta solução para a minimização das vibrações, a LuK oferece inovadoras tecnologias de refrigeração dos revestimentos de fricção, que se distinguem das da concorrência graças à sua elevada vida útil e à eficácia de refrigeração. Deste modo, são possíveis construções mais simples, utilizando revestimentos

standard. Além disso, um efeito secundário positivo é uma maior vida útil do óleo da transmissão, o que favorece especialmente as caixas de velocidades sujeitas a cargas altamente elevadas, como as que são actualmente utilizadas.

Para a optimização das vibrações, a LuK pode recorrer a técnicas de simulação precisas, graças à sua experiência de décadas na cadeia cinemática, as quais, entre outras coisas, reduzem consideravelmente os tempos de realização dos projectos.

Optimização do circuito de corrente

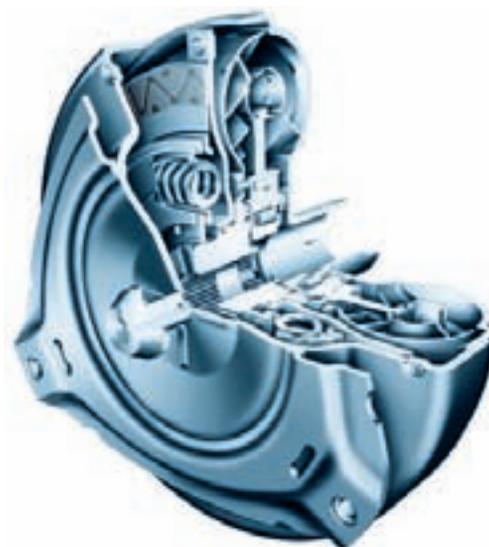
No que se refere à optimização do circuito de corrente, a LuK utiliza de forma consequente programas de simulação de corrente 3D, que permitem uma previsão precisa. Deste modo, é ainda possível, com igual fluxo, reduzir o espaço estrutural e o momento de inércia ou, com igual espaço estrutural, desenhar o conversor de forma a assegurar um menor consumo de combustível face aos produtos da concorrência.

Por conseguinte, a LuK oferece um pacote de conversor de binário, inovador e flexível, para as caixas de velocidades automáticas, que deixa claro que, mesmo nos sistemas muito aperfeiçoados, são possíveis melhorias no rendimento, se as inovações forem aplicadas de forma consequente.

Conclusão

Os crescentes requisitos de conforto, fiabilidade, economia e compatibilidade com o meio ambiente, incentivam os fabricantes de veículos a utilizar cada vez mais as novas possibilidades. Os novos materiais e as energias alternativas encontram aplica-

68



Conversor de binário hidráulico com acoplamento de transição

Conversor de binário LuK – vantagens:

- elevada eficácia hidrodinâmica
- transição anterior graças a um inovador amortecedor
- novo e poderoso conceito de refrigeração dos revestimentos

ção nos actuais meios de transporte. A LuK continuará a satisfazer estes requisitos no futuro, assim como a oferecer novos componentes, orientados para o futuro, para uma moderna tecnologia automobilística.

Acompanhe-nos neste caminho!



				
✓	✓			

Embraiagem auto-ajustável (SAC)

Tecnologia

Ferramentas especiais



Embraiagem auto-ajustável (SAC)

SAC para um máximo conforto na condução!

Considerando que as embraiações estão sujeitas a um constante desgaste durante toda a sua vida útil, a LuK, como primeiro fabricante de embraiações do mundo, investiu enormes esforços no desenvolvimento de um sistema capaz de ajustar o funcionamento da embraiação em função do desgaste a que esta está sujeita a cada momento, fabricando-o em série desde 1995.

A embraiação auto-ajustável SAC demonstra a sua utilidade num grande número de veículos, designadamente em veículos com motores grandes, caso em que o SAC tem permitido uma comodidade de utilização muito maior ao pisar a embraiação.

Maior vida útil da embraiação, graças ao diafragma-sensor.

A embraiação auto-ajustável (SAC) utiliza um sensor de carga (diafragma-sensor) para activar a sua função de regulação do desgaste, rodando um anel de regulação. Este mecanismo de regulação reduz as forças de accionamento necessárias, ao mesmo tempo que aumenta a vida útil da embraiação em aproximadamente 1,5 vezes. Além disso, a força de accionamento mantém-se praticamente invariável ao longo de toda a vida útil da embraiação. O sistema de regulação de desgaste SAC, que consiste no diafragma-sensor (sensor de carga) e num anel de aperto em aço vazado, caracteriza-se por uma excelente precisão funcional. Dado que, para conseguir a máxima comodidade de utilização da embraiação é necessária uma curva de forças o mais regular possível, e sem oscilações, além de baixas forças de accionamento, o SAC foi concebido com a capacidade necessária para se ajustar à curva característica específica de cada veículo. Através do sistema de compensação, consegue gerar curvas características muito planas, que são as normalmente desejáveis.



Melhoria adicional do sistema graças à embraiação SAC II, recentemente desenvolvida.

A nova embraiação SAC II não utiliza um segundo diafragma-sensor como sensor de carga, mas antes extremidades de diafragmas sensores, formadas a partir do diafragma principal e das laminas tangenciais especiais, com uma curva característica oscilante degressiva.

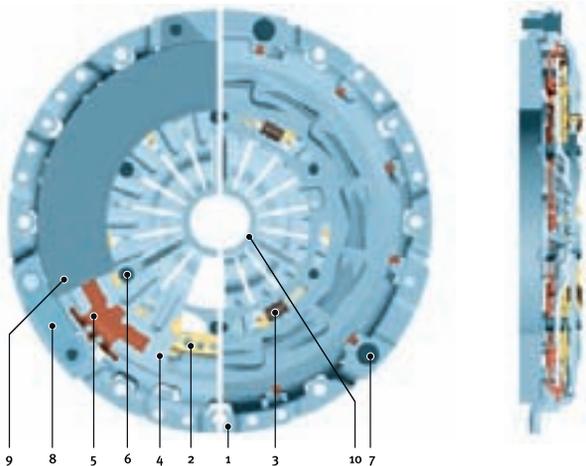
Optimização do sistema através de designs específicos.

O conceito modificado da embraiação SAC II permite uma redução adicional da força de accionamento, assim como uma optimização da curva da referida força. Com este tipo de embraiação, é modificada a curva do sensor de carga, de forma a que o mecanismo de regulação da embraiação seja menos sensível aos grandes cursos (percurso) de accionamento, o que se consegue utilizando flechas com uma curva característica degressiva e um diafragma-sensor com uma curva característica linear, que actua fora do centro de rotação do diafragma principal. Em muitos casos, este sensor de carga pode formar-se directamente a partir do diafragma, sob a forma de linguetas. Deste modo, desaparece o diafragma-sensor.

Com a nova embraiação SAC II, é possível diminuir em até 15% a força aplicada para o mesmo binário de rotação transmitido. Outra possibilidade é deixar a força de accionamento máxima no seu nível original e utilizar o potencial gerado para a optimização da curva característica.

Curso da embraiagem

Embraiagem de diafragma auto-ajustável (SAC)



- | | |
|---------------------|-------------------------|
| 1 Lado do motor | 6/7 Cavilha |
| 2 Anel de regulação | 8 Lamina tangencial |
| 3 Mola tangencial | 9 Prato de pressão |
| 4 Diafragma | 10 Topo limite da caixa |
| 5 Diafragma-sensor | |

Nos últimos anos, as embraiagens auto-ajustáveis foram-se convertendo em equipamento standard em aplicações com maior binário motor ou com maiores requisitos em termos de reserva de desgaste.

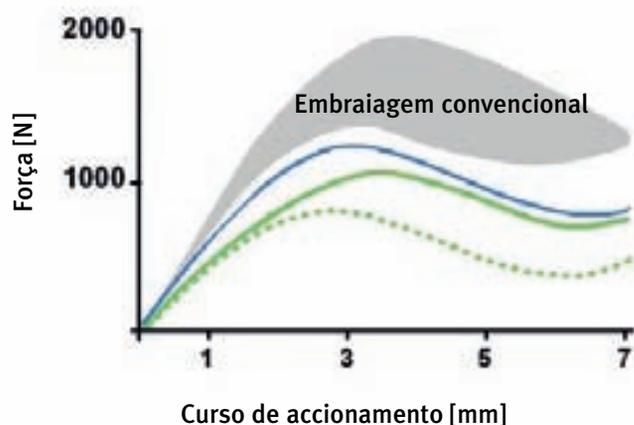
As vantagens fundamentais do SAC em relação aos designs convencionais são as seguintes:

- Menor força de accionamento da embraiagem, que permanece constante durante toda a sua vida útil.
- Excelente conforto de condução em toda a sua vida útil.
- Maior reserva de desgaste e, em consequência, uma vida útil mais prolongada, graças à regulação automática do desgaste.
- Limitação do curso excessivo do anel de desembraiagem através do topo limite do diafragma.

Resultam deste facto uma série de vantagens secundárias, como por exemplo:

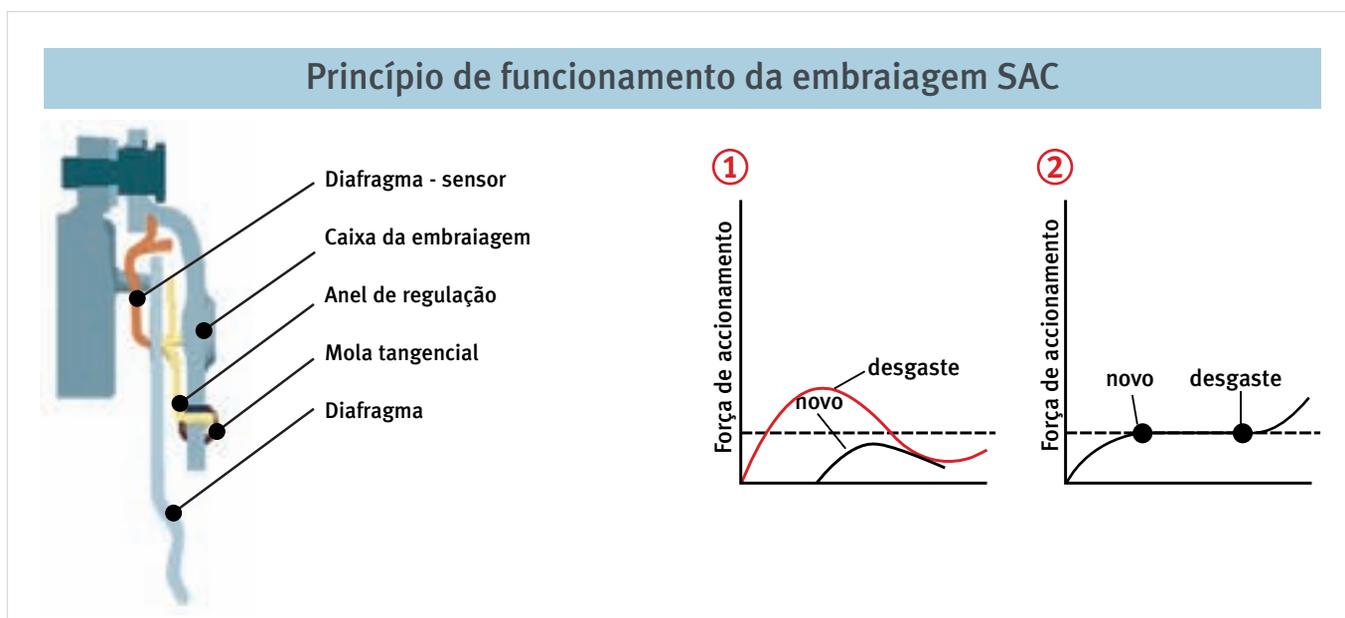
- Sistemas de desembraiagem mais simples.
- Menores cursos do pedal.
- Novas oportunidades de reduzir o diâmetro da embraiagem (transmissão do binário motor).
- Menor curso do anel de desembraiagem em toda a sua vida útil.

Forças de accionamento



- SAC I para mudanças accionadas com o pé
- SAC II para mudanças accionadas com o pé
- SAC II para mudanças automáticas

Princípio de funcionamento da embraiagem auto-ajustável (SAC)



Sensor de carga

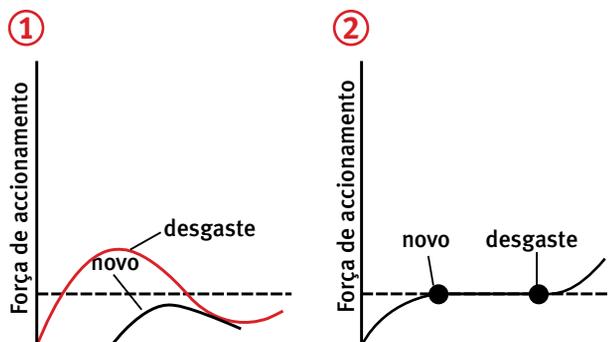
Na embraiagem com regulação do desgaste, o sensor de carga detecta a necessidade de aplicação de uma maior força de desembrayagem devido ao desgaste, e compensa correctamente a redução na espessura do revestimento do disco. O gráfico mostra uma representação esquemática do funcionamento de uma embraiagem SAC. Ao contrário da embraiagem convencional, o diafragma (principal) não se ajusta firmemente à caixa, estando antes apoiado no diafragma-sensor.

Ao contrário do diafragma principal, que tem uma carga oscilante degressiva, o diafragma-sensor proporciona um nível de carga praticamente constante, durante um intervalo suficientemente amplo.

O intervalo de carga constante do diafragma-sensor está concebido para ser ligeiramente superior à força de accionamento pretendida. Enquanto a força de accionamento for menor que a carga do diafragma-sensor, o centro de rotação do diafragma principal permanecerá estacionário na desembrayagem. No entanto, se aumentar a força de accionamento, devido ao desgaste do revestimento, a força oposta do diafragma-sensor baixa, e o centro de rotação é desviado na direcção do volante, tanto quanto seja necessário até que a força de accionamento tenha diminuído para valores abaixo da carga do diafragma-sensor. Em caso de movimento do diafragma-sensor, formar-se-á um vazio, que será compensado, por exemplo, introduzindo um componente em forma de cunha.

Design de uma embraiagem auto-ajustável com sensor de carga

O sensor de carga, com a cunha de regulação de espessura, pode ser aplicado de uma forma simples e eficaz. Comparativamente à embraiagem convencional, as únicas peças adicionais necessárias com este design são um diafragma-sensor (laranja) e um anel de



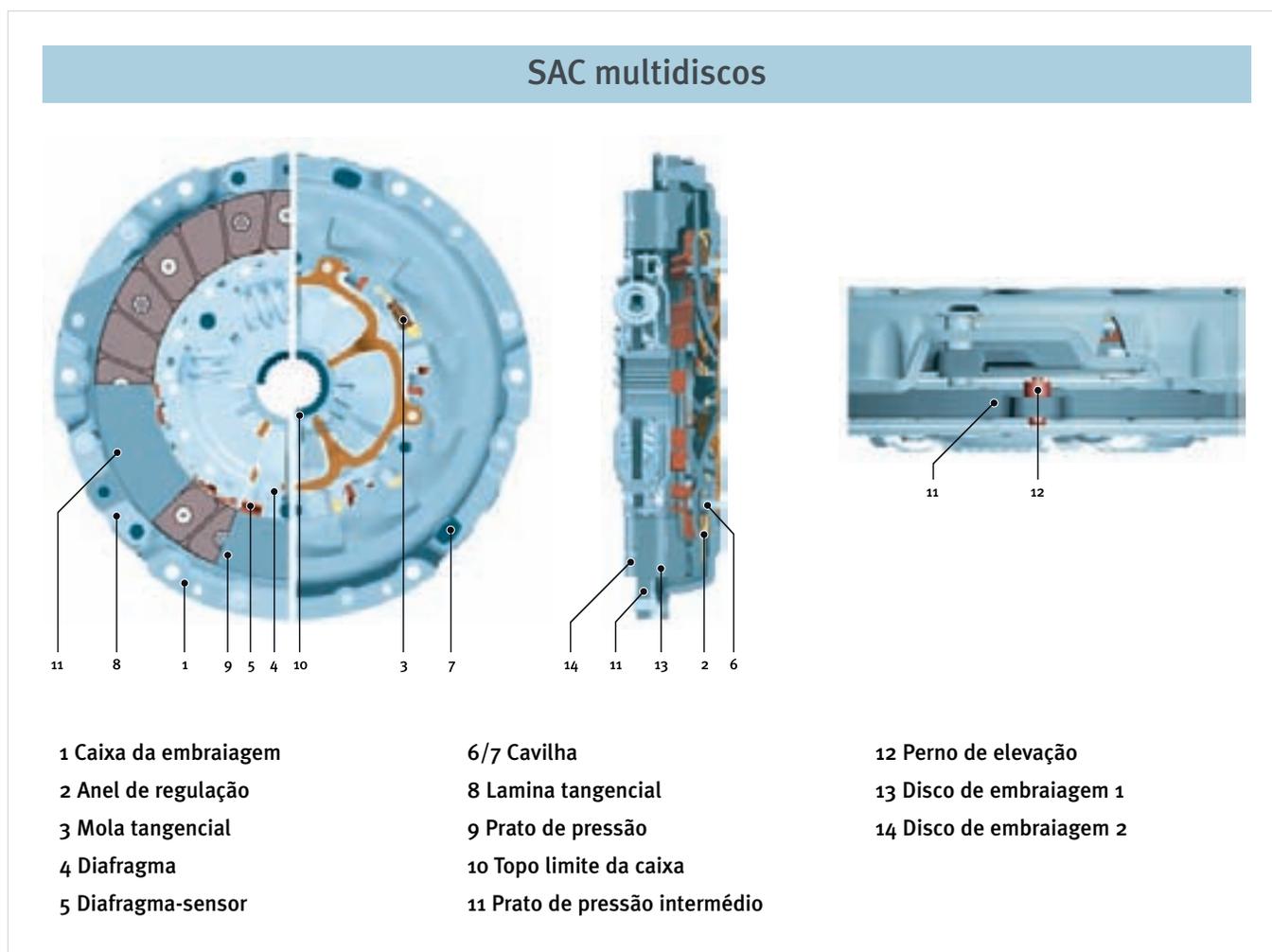
aperto (amarelo). O diafragma-sensor fica apoiado na caixa e as suas linguetas interiores suportam o diafragma principal.

Devido às forças centrífugas, as cunhas que permitem a regulação real, são dispostas em circunferência. Um anel de regulação inclinado, em aço, move-se sobre inclinações opostas na caixa. O anel de aperto em aço está pré-carregado na direcção da circunferência, com molas tangenciais que forçam o anel a preencher o vazio entre o diafragma e a caixa, quando o diafragma-sensor se desvia. O gráfico 1 mostra as linhas de forças de accionamento para uma embraiagem convencional com revestimento novo e desgastado. Como contraposição, compare-se a força de accionamento significativamente menor da SAC no gráfico 2, com uma curva característica virtualmente invariável em toda a sua vida útil. Uma vantagem adicional é uma maior reserva de desgaste, que já não depende do comprimento da linha do diafragma (como nas embraiagens convencionais), mas antes da altura da inclinação, que pode ser facilmente aumentada em 3 mm para as embraiagens pequenas, e até 10 mm para as embraiagens maiores. Isto constitui um passo decisivo para o desenvolvimento de embraiagens com uma vida útil mais prolongada.

Embraiagem auto-ajustável multidiscos SAC

Os motores de alto rendimento, que geram binários motor superiores a 500 Nm requerem embraiagens capazes de transferir estes níveis de binário, o que implica um aumento quase inevitável das forças de accionamento do pedal, apesar da utilização de uma embraiagem auto-ajustável. Vários enfoques tecnológicos mantêm esse aumento dentro de limites razoáveis (por exemplo, sistemas de desembrayagem melhorados); não obstante, a procura de embraiagens com uma força de actuação reduzida é cada vez maior.

Design de uma embraiagem auto-ajustável multidiscos (SAC)



Em contraponto com a versão de um único disco, a embraiagem SAC multidiscos tem um prato de pressão intermédio adicional e três conjuntos extra de lamina tangenciais, que garantem a elevação do prato de pressão intermédio. Para um desgaste homogêneo dos discos da embraiagem são utilizados pernos de elevação, a fim de controlar o prato de pressão intermédio. Estes pernos garantem que a elevação do prato de pressão intermédio é metade da elevação do prato de pressão. Pode desenhar-se uma versão especial do disco de embraiagem, para uma adaptação a aplicações de veículos que requerem um disco de embraiagem amortecido, a fim de proporcionar um melhor isolamento.

A vantagem da SAC multidiscos é o facto de permitir reduzir a força de accionamento para o mesmo binário motor ou, pelo contrário, uma maior transmissão do binário motor, com Iguais forças de accionamento. No caso de motores em que o elevado binário motor corresponde a altas velocidades do motor. A embraiagem SAC multidiscos também oferece a opção de reduzir o diâmetro exterior do revestimento, o que, por sua vez, melhora a característica de velocidade periférica dos discos de embraiagem. Além disso, a redução do disco de embraiagem ajuda a estabilizar, ou mesmo a reduzir ligeiramente o momento de inércia da massa do disco, comparativamente a um sistema de disco único, com um diâmetro de embraiagem correspondente.

Ferramentas especiais

Ferramentas especiais para a montagem de uma embraiagem SAC (ref. 400 0237 10).

Para a montagem correcta da embraiagem auto-ajustável SAC é necessário utilizar uma ferramenta especial.

A ferramenta especial é adequada a todos os tipos de veículos. Nunca monte uma embraiagem SAC num volante sem esta ferramenta, a fim de evitar que a rotação do anel de aperto perca a regulação. A ferramenta especial de pré-carga da embraiagem impede que o anel de aperto rode no prato de pressão da embraiagem.

A não utilização da ferramenta especial pode provocar danos no prato de pressão da embraiagem e provocar uma falha do conjunto da embraiagem.

Em caso de dúvidas sobre a embraiagem SAC, ou sobre o uso correcto da ferramenta especial, contacte a nossa linha directa de assistência técnica, através do número 00 34 90211125.



Página de exemplo do catálogo de embraiagens LuK

MERCEDES-BENZ



MERCEDES-BENZ

A-KLASSE/CLASS (W168)

A 160 CDI	07.98 - 02.01	OM668.941; (44 KW)	168.007, → J 381534 168.007, → J 381534 168.007, (Semiautomatico) 168.007, (Cambio normal)	620 2520 33 * RepSet Pro 620 2520 09 * SAC, GI		510 0009 10	400 0237 10
A 160 CDI	02.01 - 08.04	OM668.940; (55 KW)	168.006, (Semiautomatico)	09 S, GI	415 0107 10	510 0009 10	

A informação da coluna RepSet no catálogo LuK para embraiagens de automóveis ligeiros de passageiros e veículos comerciais ligeiros indica agora também se o kit inclui ou não uma embraiagem auto-ajustável (SAC). Além disso, a coluna SERVICE (Assistência) inclui uma referência da ferramenta de montagem especial SAC.

620 2520 09
 * SAC, GI

400 0237 10

Montagem da embraiagem auto-ajustável SAC com a ferramenta especial (ref. 400 0237 10)

(1)



(2)



- Centre o prato de pressão utilizando o elemento centrador de alinhamento.
- Coloque a caixa da embraiagem sobre o volante (tenha em conta os espigões de centragem). Não aperte o prato de pressão da embraiagem!
- Enrosque os parafusos compridos (3 ou 4) com intervalos de 120 ou 90 graus segundo o tipo de embraiagem.

(3)



(4)



- Utilize as porcas recartilhadas para ajustar o aperto ao prato de pressão da embraiagem.
- Aperte as porcas recartilhadas aos parafusos compridos.

Nota: Utilize o equipamento de três ou quatro orifícios em função da aplicação!

(5)



- Em seguida, rode o fuso da ferramenta até accionar totalmente o diafragma. Tenha o cuidado de parar de rodar quando a carcaça da embraiagem assentar sobre a superfície de contacto do volante bimassa.

(6)



(7)



- Ao acoplar a caixa introduza os parafusos de fixação nos orifícios livres do volante, até atingir o respectivo binário de aperto correcto.
- Em seguida, rode o fuso no sentido oposto para soltar o diafragma e desenrosque as porcas recartilhadas.
- Aperte os restantes parafusos de fixação da embraiagem ao binário adequado.
- Tire o elemento de centragem e desenrosque os parafusos compridos da carcaça.



				
✓	✓			

Diagnóstico de avarias

Guia LuK para a identificação e reparação de avarias nos sistemas de embraiagem



TURISMO



Este manual foi concebido para ser utilizado por todos os nossos trabalhadores, parceiros de negócios e amigos, que vendem, instalam, ou dão informações sobre as embraiações LuK. O nosso principal objectivo é oferecer uma fonte de informação que sirva de ajuda no momento de determinar as causas de possíveis avarias nos sistemas de embraiagem dos veículos comerciais. O seu conteúdo limita-se a tratar as avarias típicas do sistema de embraiagem, sem pretender ser um guia completo.

© 2008

LuK-Aftermarket Service oHG,

D-63225 Langen, Alemanha

Dep. de Assistência Técnica

A reprodução, cópia ou tradução, total ou parcial, deste documento, apenas será autorizada mediante consentimento prévio, por escrito, da LuK, e exclusivamente após confirmação das fontes.

Agosto de 2008, 3ª edição

Conselhos LuK para evitar avarias e falhas no sistema de embraiagem	72–73	
Não se consegue desacoplar a embraiagem	74–81	A
A embraiagem patina	82–85	B
A embraiagem trepida	86–90	C
A embraiagem faz ruídos	91–97	D
O pedal da embraiagem oferece resistência	98	E
Conselhos gerais para instalar embraiagens em veículos ligeiros e comerciais ligeiros	99–103	
Tabelas de diagnóstico	104–107	

Principais causas de avaria:

• Volante de inércia

É possível que a superfície de fricção do volante de inércia, que está em contacto com o disco da embraiagem, apresente indícios de desgaste após um número elevado de quilómetros. O aparecimento de estrias, vitrificação e/ou fissuras indicam que o volante sobreaqueceu e têm de ser eliminadas; apesar de a superfície nunca poder ser reajustada para além das tolerâncias impostas pelo fabricante, é importante que a superfície de aparafusamento seja afinada na mesma medida que a superfície de fricção. Aproveite a oportunidade para verificar a coroa de arranque.

• Volante Bimassa/Volante Bimassa Compacto

- Os novos parafusos de aperto devem ser utilizados sempre que seja instalado um Volante Bimassa/Volante Bimassa Compacto, visto que se trata de parafusos elásticos.
- As peças desgastadas não devem ser reutilizadas, porque o curso do rolamento poderia ficar danificado devido ao desgaste das peças que estão em contacto.
- Antes de iniciar a montagem, limpe a superfície de contacto das prensas de embraiagem com um produto desengordurante.
- Certifique-se de que a folga entre os sensores de velocidade e os espelhos do sensor do volante bimassa está regulada correctamente.
- Não é permitida a rectificação da superfície de revestimento de um volante bimassa.
- Utilize os parafusos incorrectos para se certificar de que prensa da embraiagem pode provocar ruídos durante o funcionamento ou avariar a prensa da embraiagem (provocando estrias na massa principal). Certifique-se também de que os casquilhos de posição não foram forçados para dentro, uma vez que isso também poderia provocar os problemas atrás mencionados.
- Certifique-se de que o sensor de ignição do motor não sofreu qualquer dano.
- Ao montar um volante bimassa num modelo da BMW é imprescindível que a manga sensora se ajuste à conexão de arranque, já que, se assim não for, o motor não funcionará correctamente.
- Nos veículos da Mercedes-Benz equipados com um volante bimassa, é utilizado um casquilho que também tem de ser montado.

Aviso: os pontos que se seguem são permitidos em algumas marcas e modelos de veículos e não têm qualquer influência sobre o funcionamento dos componentes da embraiagem:

- Uma margem de movimento axial entre as massas do volante é normal.
- O conjunto secundário da embraiagem pode ficar livre para girar em torno do seu próprio eixo quando não está a suportar nenhuma carga e pode não voltar automaticamente à sua posição inicial.
- É possível que fiquem resíduos de gordura na parte de trás (lado do motor) do volante bimassa e que estes saiam para o exterior através das tampas de fecho.
Volante bimassa compacto em veículos Volkswagen: é importante verificar o correcto alinhamento da tampa da embraiagem em relação ao volante bimassa; as 2 marcas na tampa da embraiagem devem ser alinhadas com a lingueta do volante bimassa.

• Rolamento guia (piloto)

É possível que não sejam maiores do que um dedal, mas podem provocar problemas graves. Caso se dobrem, a embraiagem pode não se desacoplar; mas podem também provocar ruídos e um erro no ângulo de alinhamento e, por conseguinte, danos no disco da embraiagem. A falta de um rolamento guia (piloto) pode fazer com que o eixo primário da transmissão dance e acabe por romper o amortecedor de vibração torsional, assim como o rolamento do eixo primário. Está disponível uma gama de rolamentos guia (piloto) com o número de referência 400100010.

• Anéis de fecho

Os anéis de fecho que apresentem fugas podem danificar seriamente a embraiagem. Mesmo os mais insignificantes vestígios de gordura ou óleo de lubrificação podem afectar negativamente o correcto funcionamento da embraiagem. Os restos de óleo na tampa da embraiagem ou no disco da embraiagem indicam que os anéis têm de ser substituídos. Os anéis nos veículos antigos, com muitos quilómetros, devem ser substituídos em qualquer caso como medida de precaução. A causa mais importante das avarias na embraiagem está nos anéis de fecho que não são estanques. Nos modelos da VW, um anel obturador pequeno, que muitas vezes passa despercebido, é o anel do eixo primário. O eixo primário é oco, a fim de alojar a biela de impulso do sistema de desacoplamento da embraiagem.

• Disco de embraiagem

Apesar de o bom funcionamento de cada um dos discos da embraiagem ser verificado antes de abandonar a fábrica da LuK, é impossível descartar a possibilidade de estes sofrerem qualquer dano durante o trajecto até à oficina. Antes da respectiva montagem, há que verificar se nenhum dos discos apresenta qualquer empeno demasiado pronunciado (a tole-

rância máxima é de 0,5 mm). Um empeno excessivo não é coberto pela garantia.

• Rolamento de embraiagem

O funcionamento correcto dos rolamentos de embraiagem não pode ser verificado ao nível da oficina, porque estes têm de ser substituídos sempre que é substituída a embraiagem completa. Os rolamentos devem poder deslizar livremente sobre as respectivas baínhas guias, sem qualquer inclinação. Uma superfície de deslizamento que apresente qualquer tipo de desgaste provocará sempre ruídos durante o funcionamento.

• Mecanismo de accionamento central de embraiagem

Tal como sucede com a embraiagem, o mecanismo de accionamento central de embraiagem está sujeito a desgaste, embora nem sempre possa ser visível durante o funcionamento normal. Se apenas se substituir a embraiagem, é possível que o mecanismo de accionamento central de embraiagem possa falhar pouco tempo após ter sido substituída a embraiagem. Assim, deverá realizar-se uma segunda visita desnecessária à oficina, visto não ser possível, na primeira vez, avaliar o desgaste do mecanismo de accionamento central de embraiagem. Uma substituição profissional da embraiagem deveria incluir sempre a substituição da prensa da embraiagem, do disco da embraiagem e do mecanismo de accionamento central de embraiagem.

• Guias do rolamento de embraiagem

Certifique-se de que o ajuste guia está correcto. As guias do rolamento devem estar centradas e dispostas paralelamente aos eixos primários da caixa de velocidades. É possível que as zonas desgastadas ou danificadas das guias do rolamento impeçam que o rolamento de embraiagem deslize livremente, o que poderia fazer com que a embraiagem trepidasse, patinasse ou fosse difícil de accionar. As guias do rolamento danificadas ou desgastadas devem portanto ser sempre substituídas como parte de uma substituição profissional da embraiagem.

A LuK-AS conta com uma extensa lista dentro do nosso catálogo de veículos ligeiros relativa às aplicações específicas dos veículos.

Avisos: nos modelos da Audi e VW que ainda não se encontram equipados com uma manga de plástico, há que efectuar a substituição da mesma por uma versão metálica – LuK-AS No. 414 0002 10.

Avisos: a superfície de contacto sobre as linguetas da mola do diafragma indicará se o alinhamento está ou não correcto.

• Garfo de embraiagem

Certifique-se do normal funcionamento do garfo de embraiagem. Uma folga excessiva dos cubos do eixo de embraiagem reduz o deslocamento do rolamento de embraiagem. Um desgaste irregular nos pontos de contacto faz com que o rolamento de embraiagem se incline e impeça que o rolamento de embraiagem deslize suavemente sobre a sua guia. Os garfos de embraiagem desgastados, dobrados ou rotos podem impedir que o desacoplamento da embraiagem seja efectuado correctamente.

• Eixo de embraiagem

O eixo de embraiagem deve ser desmontado antes de poder ser inspecionado, a fim de comprovar se apresenta sinais de desgaste ou danos, uma vez que as superfícies dos rolamentos e os próprios rolamentos não podem ser inspeccionadas quando ainda se encontram montadas. Os rolamentos danificados ou desgastados provocam uma inclinação do mesmo, o que, por sua vez, faz com que a embraiagem se dobre e/ou trepide. Lubrifique novamente os rolamentos antes de voltar a colocar o eixo no seu lugar.

O número de referência da LuK-AS para a massa lubrificante de alto rendimento adequada é 414 001410.

• Cabo da embraiagem

Os cabos da embraiagem não podem ser inspecionados a fundo quanto ao seu correcto funcionamento ao nível da oficina. **Dado que os cabos também são submetidos a desgaste, deveriam ser substituídos de cada vez que é substituída a embraiagem.**

No momento de instalar os cabos da embraiagem certifique-se de que os mesmos estão colocados correctamente. É importante não os guiar em volta de esquinas afiadas, mesmo que se encontrem enrolados. A linha de cabos de embraiagem LuK-AS está presente na literatura de distribuição relacionada.

• Alinhamento

É frequente não prestar atenção ao alinhamento correcto da embraiagem. Se a embraiagem não se encontrar totalmente centrada, começará de imediato a dar esticões ou não poderá ser desacoplada. Por conseguinte, é sempre necessário certificar-se do alinhamento correcto da embraiagem no volante de inércia.

• Lubrificantes

Para lubrificar os cubos e os rolamentos/guia do rolamento deve ser sempre utilizada massa sem teor em partículas sólidas.

A LuK-AS dispõe de uma massa lubrificante de alto rendimento para as peças de substituição, disponível com o nº de referência 414 001410. Uma vez aplicada a massa lubrificante nos cubos do eixo primário da caixa de velocidades, faça deslizar o cubo do disco de embraiagem sobre o eixo e elimine qualquer excesso de massa.

Nos cubos niquelados quimicamente não deve ser aplicada massa lubrificante

- **Telefones em caso de avaria:**
902 111 115 (Assistência ao Cliente)
902 111 125 (Departamento Técnico)

Diagnóstico de avarias/Causas de avaria

No momento de avaliar o mau funcionamento dos sistemas de embraiagem há que ter em mente alguns critérios, assim como certos procedimentos já observados. Com vista a poder diagnosticar falhas ou avarias e a assegurar-se de que as mesmas são eliminadas de forma eficaz e permanente, há que ter em conta os aspectos a seguir indicados.

1. Determinar a razão/as razões da reclamação
2. Localizar o problema
3. Diagnosticar a falha ou avaria
4. Eliminar a causa da falha ou avaria

A razão ou razões da reclamação fornece(m) a informação necessária para poder, em seguida, localizar o problema e identificar desse modo uma ou mais causas de reclamação. A embraiagem deverá ser inspeccionada visualmente e submetida a uma verificação alargada, quer enquanto está instalada, quer depois de ter sido desmontada. A referida verificação poderá dar uma ideia e ajudar no momento de emitir um diagnóstico fiável, por forma a que as peças afectadas possam ser reparadas ou substituídas correctamente.

Determinar a razão/as razões da reclamação

Relativamente à reclamação, é necessário obter informação precisa para que possam ser eliminadas as causas da mesma, dado que as razões se podem contar pelos dedos de uma mão e ser fácil e claramente descritas.

Os cinco motivos de reclamação possíveis em relação à embraiagem:

Não se consegue dasacoplar a embraiagem

A embraiagem patina

A embraiagem trepida

A embraiagem faz ruídos

O pedal da embraiagem oferece resistência

Localização e resolução da avaria

A localização e resolução da avaria poderá limitar-se a uma área concreta, uma vez que tenha sido identificado, sem lugar a dúvidas, ou os motivos da reclamação. No entanto, é frequente cometer-se o erro de querer desmontar em seguida a embraiagem, o que, na maioria dos casos, implica levar a cabo a parte mais pesada do trabalho.

Em vez disso, deveria tentar-se encontrar a causa da falha ou avaria nos pontos onde a mesma possa ser eliminada com o auxílio de relativamente poucos meios, ou seja, em quaisquer zonas do sistema de embraiagem mais do que na própria embraiagem.

As causas das falhas ou avarias na embraiagem nem sempre devem ser atribuídas a um mau funcionamento da própria embraiagem. Se observarmos demoradamente, dar-nos-emos conta de que existe um grande número de agentes externos que podem afectar o funcionamento da embraiagem.

Vejamos a seguir alguns exemplos:

Os carburadores ou sistemas de injeção de combustível, quando regulados de forma incorrecta, podem levar a uma paragem brusca, o que faz com que a embraiagem trepide durante a condução.

A regulação incorrecta do sistema de ignição também pode provocar falhas na embraiagem, designadamente trepidar, quando é accionada. Além disso, pode "continuar a avançar" depois de o motor ter sido desligado, transmitindo sacudidas repentinas às lâminas das molas. Estas lâminas das molas, quando deformadas, provocam problemas no momento de desembraiar.

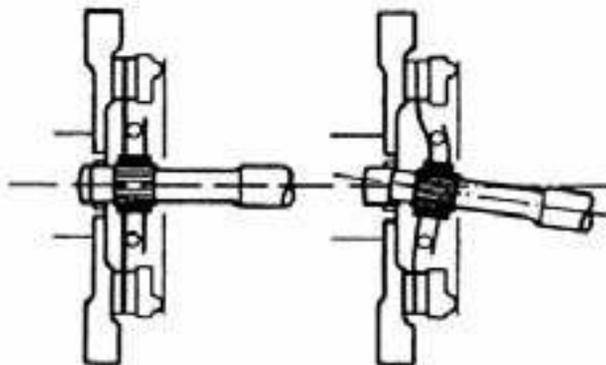
A suspensão do motor, quando danificada ou fraca, faz com que o motor se desloque da sua posição original para recuperar em seguida e retroceder no momento de accionar a embraiagem, o que leva a uma transição entre os coeficientes de fricção estáticos e dinâmicos na superfície de contacto dos revestimentos da embraiagem e se traduz em esticões. Um accionamento duro do pedal do acelerador também pode dar lugar a trepidação. A combinação entre uma ligação fixa do acelerador e uma suspensão do motor muito debilitada, provoca uma oscilação no eixo de transmissão.

O desgaste de um cabo da embraiagem provoca problemas de desembraiagem ou trepidação. Uma falha no momento de regular correctamente os cabos da embraiagem pode dar lugar a qualquer tipo de avarias, a partir do momento em que a embraiagem patine ou que não seja possível desembraiar, até completa rotura dos componentes da embraiagem.

O mau funcionamento do sistema de embraiagem de accionamento hidráulico provoca problemas de desembraiagem ou trepidação. A deformação das suspensões da caixa de velocidades, ou a ausência de rolamentos guia (piloto), levam a um alinhamento angular incorrecto entre a cambota e o eixo primário, o que resulta em esticões ou problemas ao desembraiar. Como consequência desse facto, produz-se um movimento de "ressalto" do disco da embraiagem durante o processo de embraiagem e desembraiagem, dado que o referido alinhamento angular incorrecto produz fracturas em torno dos rebites que apertam os segmentos.

Correcto

Incorrecto



O desgaste dos cubos no eixo primário da caixa de velocidades produz um movimento irregular durante as mudanças de carga, o que pode fazer com que as lâminas tangenciais das molas se dobrem e provoquem problemas no momento de desembraiar, provoquem trepidação.

Poderá encontrar mais informações técnicas em:
www.RepXpert.com ou em www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt

1. Desgaste das linguetas da mola do diafragma

Causa

- Rolamento de embraiagem bloqueado
- Rolamento de embraiagem defeituoso
- Sistema de desembragem montado de forma incorrecta



2. Alavancas de embraiagem partidas

Causa

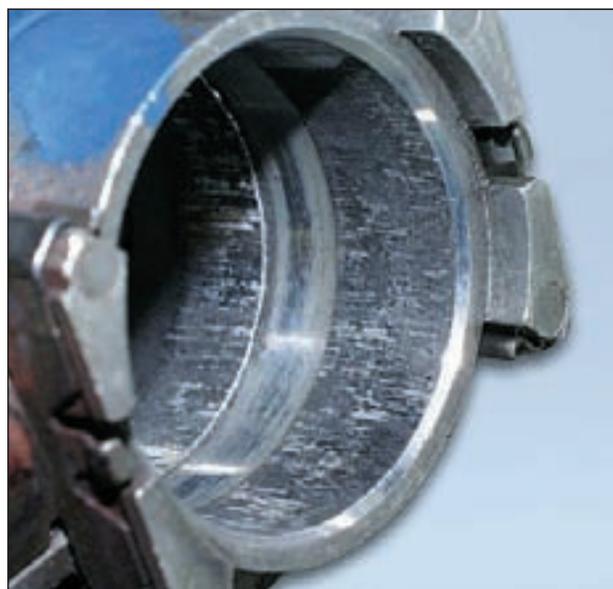
- Rolamento de embraiagem descentrado
- Rolamento de embraiagem montado de forma incorrecta
- Desgaste dos cubos da alavanca de embraiagem



3. Marcas de desgaste no interior do casquilho da chumaceira

Causa

- Quantidade incorrecta de massa lubrificante utilizada ou ausência da mesma
- Guia do rolamento danificada





4. Apoios do rolamento danificados

Causa

- Sistema de embraiagem danificado
- Garfo defeituoso



5. Prensa da embraiagem partida

Causa

- Sobreaquecimento da prensa da embraiagem devido ao facto de a embraiagem patinar continuamente
- A embraiagem patina em consequência do desgaste dos revestimentos
- Sistema de embraiagem danificado ou bloqueado
- Cilindro receptor da embraiagem defeituoso
- Revestimentos com excesso de óleo (substituir os anéis de fecho defeituosos)



6. Carcaça de embraiagem danificada

Causa

- Montagem incorrecta
- Não está correctamente alinhada em relação ao volante de inércia
- Não foi respeitada a posição de montagem e/ou a posição das guias.

7. Desgaste da guia do rolamento

Causa

- Quantidade incorrecta de massa lubrificante utilizada ou ausência da mesma
- Rolamento de embraiagem danificado



8. Carcaça da embraiagem danificada (VW)

Causa

- Montagem incorrecta
 - Não está correctamente alinhada em relação ao volante de inércia
 - Não foi respeitada a posição de montagem e/ou a posição das guias.



9. Orifícios dos parafusos danificados

Causa

- Montagem incorrecta
 - O prato de pressão mal apertado





10. Marcas de sujidade no rebite dos segmentos do disco de embraiagem (VW, Rover)

Causa

- Montagem incorrecta
- Engate da embraiagem montado de forma incorrecta
- Anel de retenção incorrecto



11. Mola tangencial partida

Causa

- Folga no eixo de transmissão
- Desgaste do acoplamento da manga (BMW)
- Condução incorrecta
- Engate a começar na 1ª ou 2ª velocidade
- Embraiagem montada incorrectamente
- Rotação incorrecta do motor (Renault)



12. Mola tangencial deformada

Causa

- Folga do eixo de transmissão
- Desgaste do acoplamento da manga (BMW)
- Condução incorrecta
- Engate a começar na 1ª ou 2ª velocidade
- Selecção de uma velocidade incorrecta
- Armazenamento inadequado
- A embraiagem partiu/caíu antes de ser montada
- A embraiagem não foi aparafusada de modo uniforme e seguindo uma ordem

13. Perfil dos cubos danificado

Causa

- Montagem incorrecta
- O eixo primário e os dentes da superfície serrilhada não ficaram alinhados correctamente
- Disco de embraiagem descentrado
- Disco de embraiagem incorrecto



14. Presença de óxido e corrosão nas estrias dos cubos

Causa

- O eixo primário da caixa de velocidades não foi lubrificado

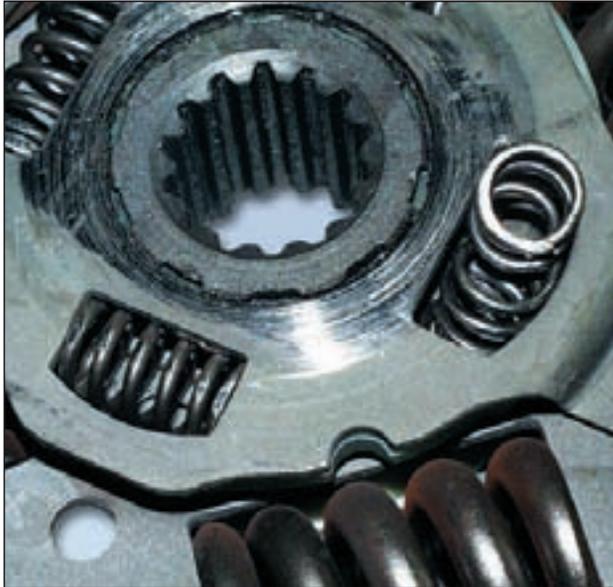


15. Perfil del cubo danificado de um dos lados, formando um cone; amortecedor de torsão danificado

Causa

- Rolamento guia (piloto) defeituoso
- Alinhamento incorrecto do motor em relação à caixa de velocidades





16. Pré-amortecedor danificado

Causa

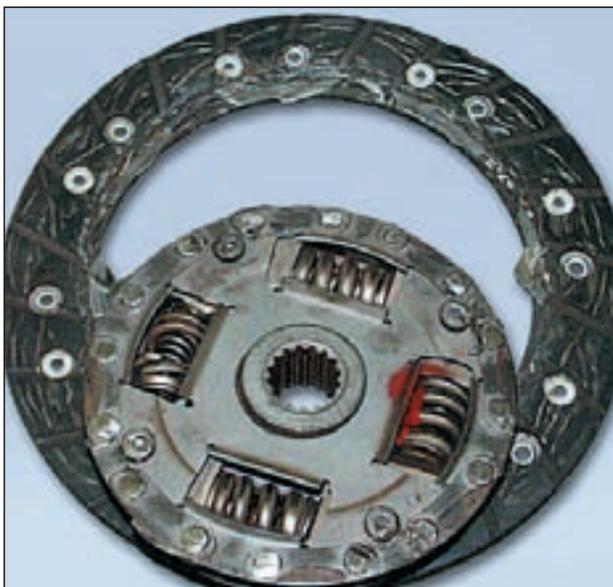
- Montagem incorrecta
- Disco de embraiagem incorrecto



17. Disco deformado

Causa

- Montagem incorrecta
- O eixo primário da caixa de velocidades e a superfície estriada do cubo não foram alinhados correctamente



18. Os segmentos do disco de embraiagem apresentam cortes

Causa

- Desgaste ou ausência do rolamento guia (piloto)
- Colocação descentrada do motor em relação à caixa de velocidades
- A caixa de velocidades ficou por baixo ao ser montada a embraiagem

19. Revestimento rebentado

Causa

- O número de rotações do disco de embraiagem excedeu o número de rotações para o revestimento. A embraiagem soltou-se durante a condução devido a uma velocidade superior à velocidade máxima estabelecida para a velocidade escolhida.

O dano ocorre independentemente do número de rotações do motor; o factor determinante é o número de rotações do eixo primário da caixa de velocidades.



20. Revestimento queimado ou derretido

Causa

- Revestimentos com excesso de óleo
→ Anéis de fecho defeituosos
- Sistema de embraiagem duro ou defeituoso
- Se a superfície do volante de inércia foi tratada da posteriormente, não foi tida em conta a espessura ou a superfície de aparafusamento não foi tratada na mesma medida
- O disco patinou durante um tempo prolongado e de forma incontrolada.



21. Excesso de oscilação do disco (disco de embraiagem deformado)

Causa

- O disco de embraiagem não foi verificado antes da respectiva montagem
→ O disco de embraiagem sofreu um golpe antes ou durante a montagem (oscilação máxima permitida 0,5 mm)





22. Rolamento de esferas e carcaça danificados

Causa

- O sobreaquecimento do interno, como consequência da falta de folga, leva a uma perda de lubrificação e, por conseguinte, ao bloqueio do rolamento.



23. Carcaça do rolamento deformada

Causa

- O rolamento de embraiagem está bloqueada na guia do rolamento
- Guia do rolamento danificada
- Cubos do eixo de embraiagem com desgaste ou danificados



24. Rolamento de embraiagem com desgaste ou danificado

Causa

- Montagem incorrecta do eixo de embraiagem
- Pré-carga insuficiente do rolamento de embraiagem (normativa 80 -100 N)

1. Sobreaquecimento do prato de pressão

Causa

- Óleo sobre os revestimentos (coeficiente de fricção reduzido)
- Anéis de fecho defeituosos
- Folga insuficiente do rolamento de embraiagem
- Sistema de embraiagem defeituoso (de cabo ou hidráulico)
- Accionamento incorrecto
- Permitir que a embraiagem patine durante demasiado tempo



2. Estrias profundas e sinais de sobreaquecimento no prato de pressão

Causa

- Revestimentos muito desgastados
- Folga insuficiente da do rolamento de embraiagem
- Sistema de embraiagem defeituoso
- A embraiagem esteve a funcionar em posição de desacoplamento



3. Linguetas da mola do diafragma danificadas

Causa

- Pré-carga da do rolamento incorrecta
- Sistema de embraiagem danificado ou bloqueado
- Rolamento de embraiagem difícil de accionar





4. Marcas de desgaste no interior do casquilho do rolamento

Causa

- Quantidade incorrecta de massa lubrificante utilizada ou ausência da mesma
- A guia do rolamento apresenta sinais de desgaste



5. Revestimento com excesso de óleo/massa no bordo interior

Causa

- Vedante retentor defeituoso
- Excesso de massa lubrificante nos cubos



6. Revestimento carbonizado

Causa

- Revestimento com excesso de óleo
→ Vedante retentor defeituoso
- A embraiagem foi deixada a patinar durante demasiado tempo (sobreaquecimento)

7. Revestimento com excesso de óleo

Causa

- Vedantes retentores no motor ou na caixa de velocidades defeituosos



8. Revestimento com excesso de massa

Causa

- Estriado do disco com excesso de massa
- A massa excedente não foi eliminada
- A massa é expulsa para fora, sobre o material de revestimento



9. Revestimento com desgaste até aos rebites

Causa

- Revestimento com desgaste
- O veículo foi sempre utilizado apesar de a embraiagem patinar
- Condução incorrecta
- A embraiagem foi deixada a patinar durante demasiado tempo
- Montagem da embraiagem incorrecto
- Mecanismo de embraiagem defeituoso

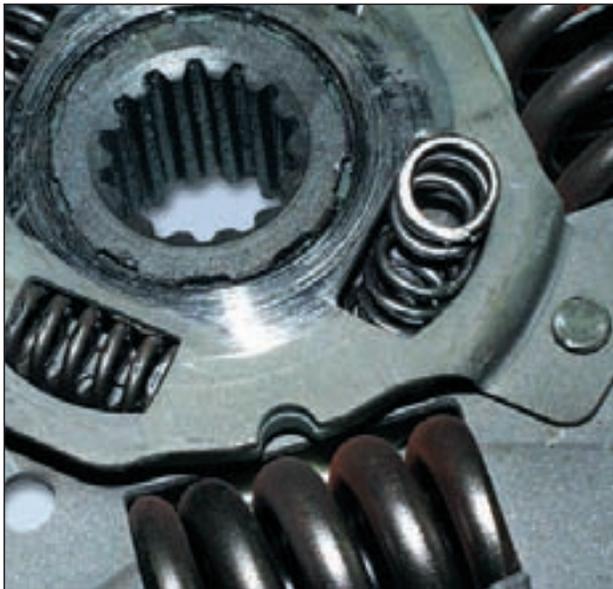




10. Raias na superfície do disco no lado do volante de inércia

Causa

- O volante de inércia não foi substituído
- A superfície de contacto do volante de inércia não foi rectificada



11. Pré-amortecedor danificado

Causa

- Montagem incorrecta
- Disco de embraiagem incorrecto



12. Guia do rolamento com desgaste

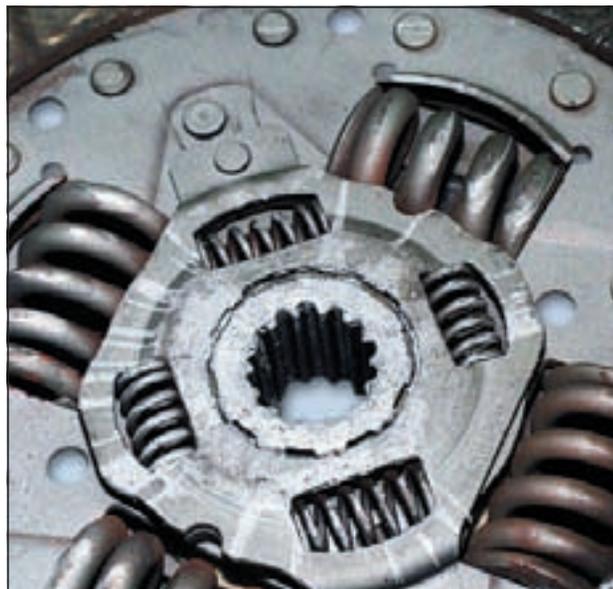
Causa

- Quantidade incorrecta de massa utilizada ou ausência da mesma
- Rolamento de embraiagem danificado

1. Cubos lubrificadas com massa não adequada

Causa

- Foi utilizada massa lubrificante com partículas sólidas



2. Mola tangencial deformada

Causa

- Folga do eixo de transmissão
→ Desgaste do acoplamento da manga (BMW)
- Condução incorrecta
→ Engate começa na 1ª ou 2ª velocidade
- Armazenamento inadequado
→ A embraiagem foi deixada cair antes da respectiva montagem
- A embraiagem não foi aparafusada uniformemente e seguindo a ordem de aperto



3. Linguetas da mola do diafragma dobradas

Causa

- Montagem incorrecta
→ As linguetas da mola do diafragma dobraram-se durante a montagem





4. Revestimento com excesso de massa

Causa

- O excesso de massa não foi eliminado
- A massa é expulsa para fora, sobre o revestimento



5. Marcas de desgaste no interior do casquilho do rolamento

Causa

- Quantidade incorrecta de massa utilizada, ou ausência da mesma
- A guia do rolamento apresenta sinais de desgaste



6. Raias na superfície do disco no lado do volante de inércia

Causa

- O volante de inércia não foi substituído
- A superfície de contacto do volante de inércia não foi rectificada

7. Perfil do cubo danificado

Causa

- Montagem incorrecta
 - O eixo primário e os dentes do estriado não foram alinhados correctamente
 - Disco de embraiagem descentrado
- Disco de embraiagem incorrecto



8. Rolamento de embraiagem com desgaste

Causa

- Garfo de embraiagem desgastado
- Sistema de embraiagem danificado



9. Rolamento de embraiagem lubrificada de forma incorrecta

Causa

- Aplicação de uma massa com partículas sólidas

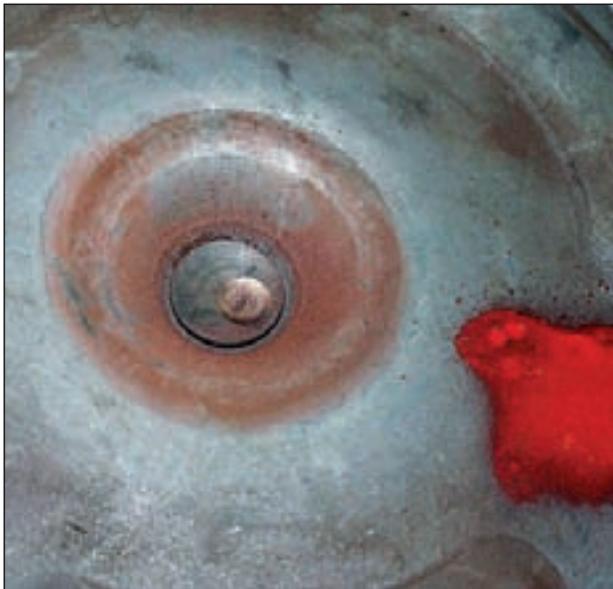




10. Guia do rolamento desgastada

Causa

- Quantidade incorrecta de massa aplicada ou ausência da mesma
- Rolamento de embraiagem com desgaste



11. Marcas de desgaste da biela de impulso a partir do centro

Causa

- Sistema de embraiagem danificado
 - Veio primario com desgaste
 - Casquilho guia com desgaste
 - Prato descentrado



12. Volante de inércia com pistas

Causa

- O volante de inércia não foi rectificad/ substituído

13. Mola laminada deformada

Causa

- Folga excessiva no sistema de torção do disco
- Fledor danificado



14. Apoios do rolamento danificados

Causa

- Sistema de embraiagem danificado



15. Revestimento com excesso de óleo/massa no bordo interior

Causa

- Vedante retentor defeituoso
- Excesso de massa aplicada sobre a superfície do estriado

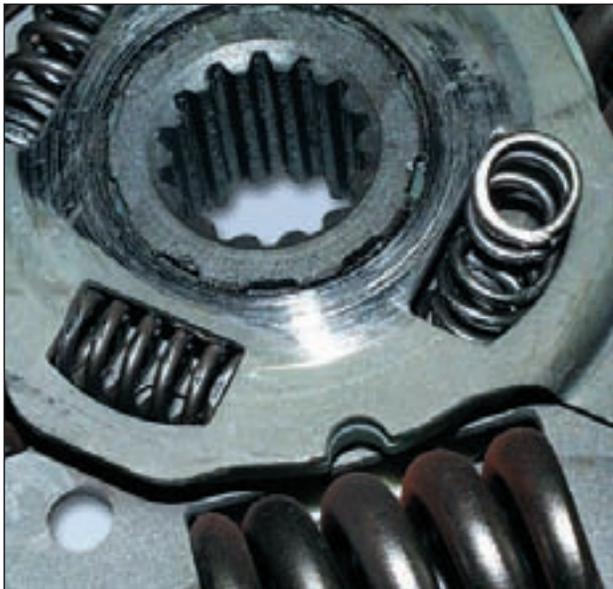




1. Desgaste das linguetas da mola do diafragma

Causa

- Rolamento de embraiagem bloqueado
- Sistema de embraiagem de difícil accionamento
- Sistema de embraiagem montado de forma incorrecta
- Pré-carga do rolamento incorrecta



2. Pré-amortecedor danificado

Causa

- Montagem incorrecta
- Disco de embraiagem incorrecto, roça no volante



3. Mola de retenção danificada

Causa

- Montagem incorrecta
- Mola do diafragma incorrecta no conjunto de pressão da embraiagem

4. Alojamento da mola danificada

Causa

- Condução incorrecta
- Condução do veículo com uma mudança muito alta e baixa rotação
- Disco de embraiagem incorrecto



5. Mola do amortecedor de torção partida

Causa

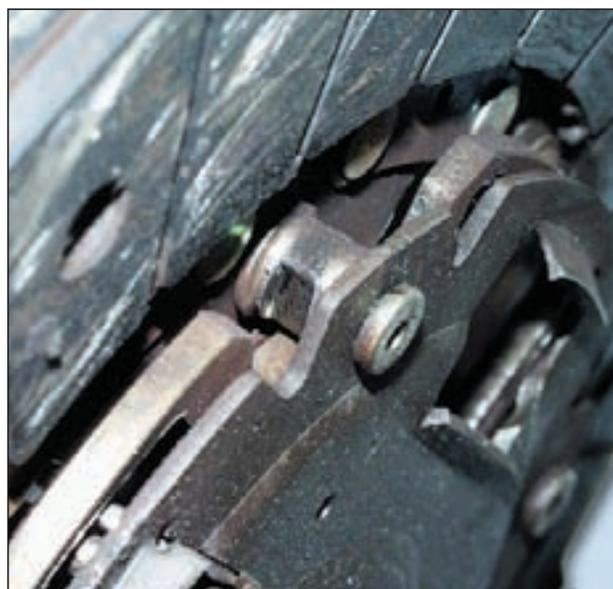
- Revestimentos com excesso de óleo
- Ajustagem incorrecta do motor
- Mecanismo de embraiagem defeituoso
- Vibrações bruscas danificam o amortecedor de torção



6. Desgaste do perno do amortecedor de torção

Causa

- Condução incorrecta
- Condução do veículo com uma mudança muito alta e baixa rotação
- Disco de embraiagem incorrecto

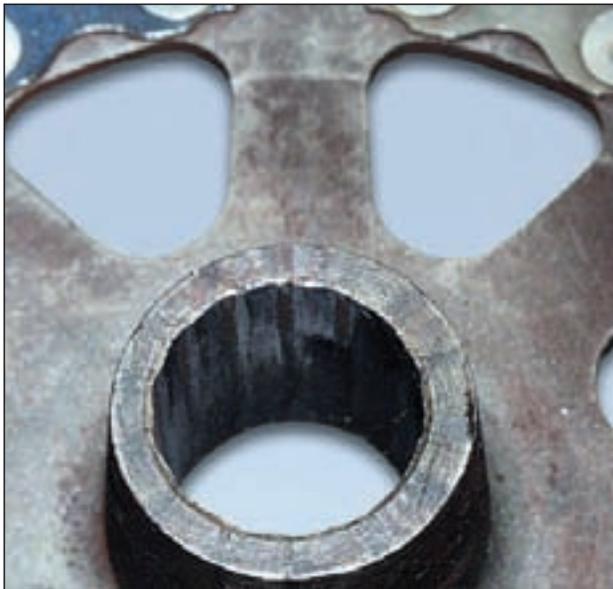




7. Perfil do cubo danificado de um dos lados, formando um cone, amortecedor de torção danificado

Causa

- Rolamento guia (piloto) defeituoso
- Alinhamento incorrecto do motor em relação à caixa de velocidades



8. Perfil do cubo desgastado

Causa

- Rolamento guia (piloto) desgastado ou inexistente
- Alinhamento incorrecto do motor em relação à caixa de velocidades
- Rolamento do eixo primário da caixa de velocidades danificada
- Danos por vibração torsional
- Volante bimassa em mau estado



9. Carcaça e rolamento de esferas danificados

- O sobreaquecimento interno, como consequência da falta de folga, leva a uma perda de lubrificação e, por conseguinte, ao bloqueio do rolamento.

10. Rolamento de embraiagem com desgaste

Causa

- Montagem incorrecta do eixo de embraiagem
- Pré-carga insuficiente do rolamento (normativa 80 -100 N)



11. Guia do rolamento com desgaste

Causa

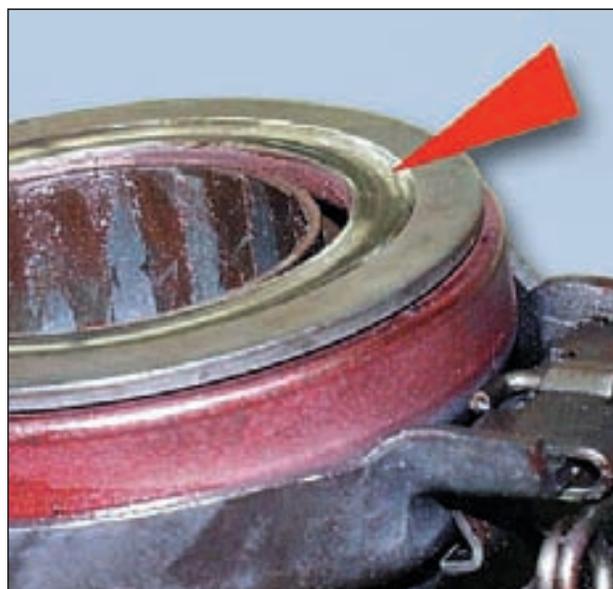
- Quantidade incorrecta de massa utilizada ou ausência desta
- Rolamento de embraiagem danificado



12. Superfície de roçamento do rolamento de embraiagem com desgaste

Causa

- Sistema de embraiagem com desgaste
- Pré-carga do rolamento incorrecta (normativa: 80 -100 N)





13. Garfo de embraiagem com desgaste

Causa

- Quantidade incorrecta de massa aplicada ou ausência desta



14. Apoio do garfo no rolamento de embraiagem com desgaste

Causa

- Alojamentos de apoio não lubrificados
- Sistema de embraiagem com desgaste



15. Marca de desgaste do veio primario a partir do centro desalinhado

Causa

- Sistema de embraiagem danificado
 - Veio com desgaste
 - Casquilho guia com desgaste
 - Prato descentrado

16. Patilhas do rolamento danificadas

Causa

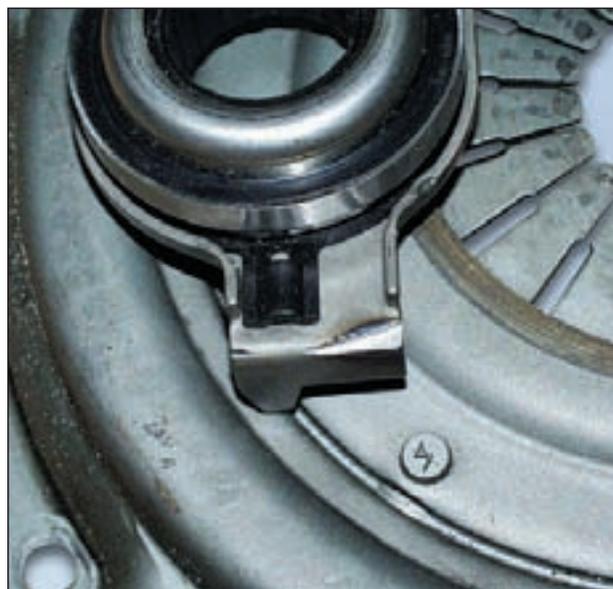
- Sistema de embraiagem defeituoso



17. Marcas de impacto na tampa da embraiagem

Causa

- A tampa da embraiagem e o rolamento de embraiagem não correspondem
- Montagem incorrecta



18. Amortecedor de torção partido

Causa

- Condução incorrecta
- Condução do veículo numa mudança muito alta com rotações baixas
- Forros do disco com excesso de massa/óleo





19. Conjunto do cubo/estriado partido

Causa

- Montagem incorrecta
- Disco de embraiagem montado ao contrário

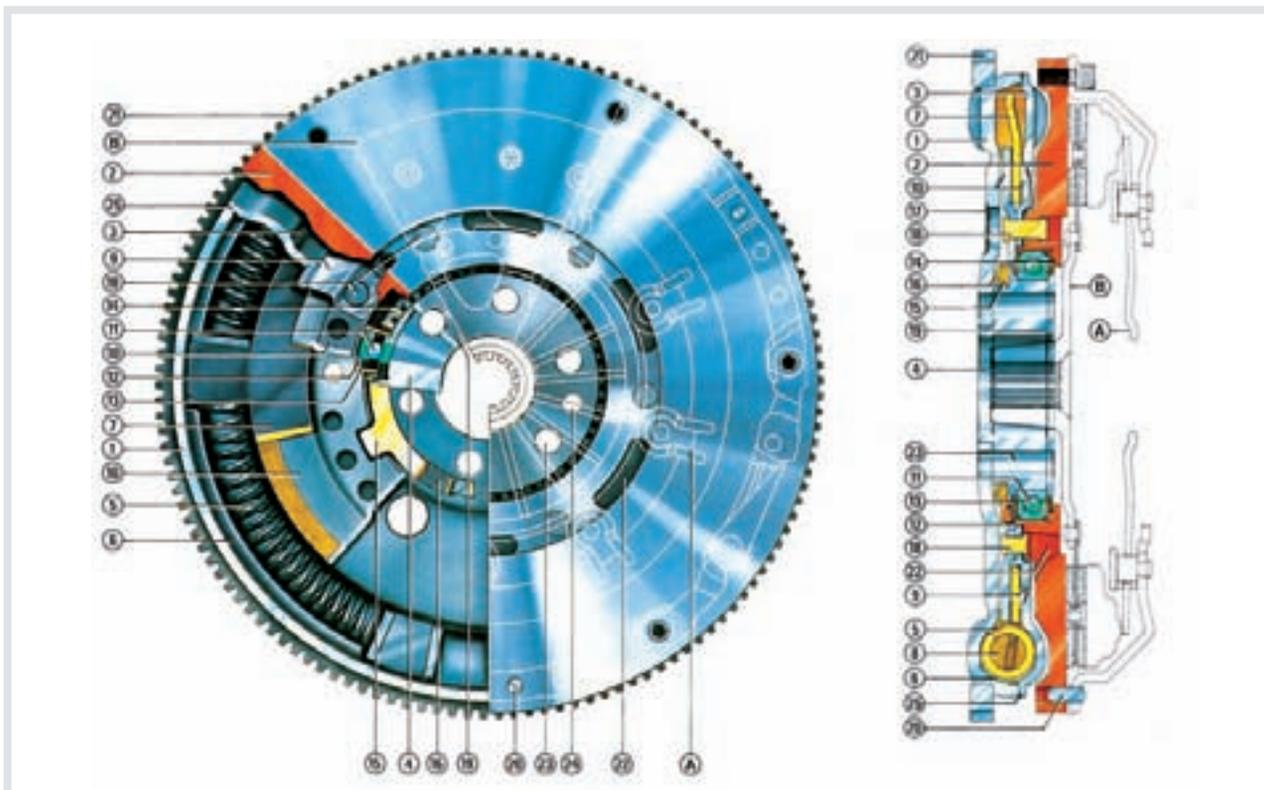
1. Guia do rolamento com desgaste

Causa

- Quantidade incorrecta de massa utilizada ou ausência desta
- Rolamento de embraiagem danificado

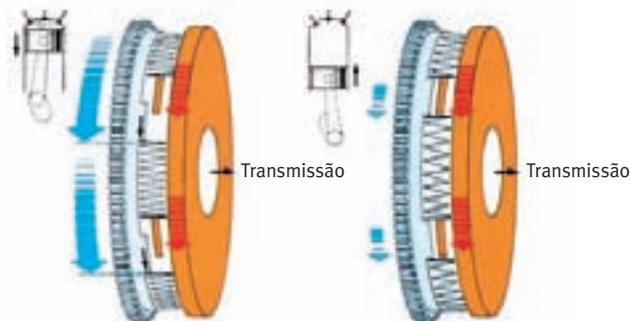


Volantes Bimassa: design e funcionamento

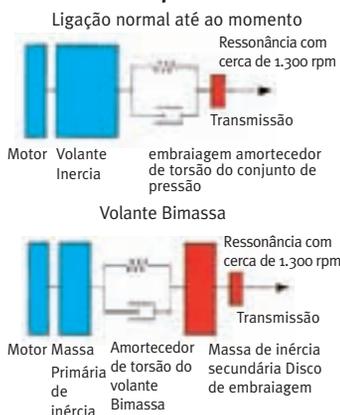


- ① Massa primária de inércia e carcaça do amortecedor
- ② Massa secundária de inércia e superfície de fricção
- ③ Tampa (massa primária de inércia)
- ④ Cubo
- ⑤ Mola de compressão curva
- ⑥ Guia de deslizamento curva
- ⑦ Freio e mola do diafragma
- ⑧ Reserva de massa lubrificante
- ⑨ Membrana de fecho
- ⑩ Disco de fricção e aperto
- ⑪ Rolamentos de esferas com caixa
- ⑫ Anéis de fecho
- ⑬ Tampa de fecho e isolamento
- ⑭ As molas do diafragma oferecem protecção contra a fricção de base
- ⑮ Disco de fricção transmissor de carga
- ⑯ Mola do diafragma
- ⑰ Tampa de chapa
- ⑱ Rebite
- ⑲ Disco
- ⑳ Utilidade da centragem
- ㉑ Coroa dentada da transmissão
- ㉒ Ranhuras de ventilação
- ㉓ Orifício de fixação
- ㉔ Orifício de posicionamento
- ㉕ Soldadura por laser
- Ⓐ Embraiagem de mola do diafragma
- Ⓑ Disco de embraiagem rígido

Os volantes bimassa distribuem o momento da inércia da massa e, desse modo, diminuem as frequências de ressonância da caixa de velocidades para um nível muito inferior ao número de rotações normal durante o funcionamento nos níveis de inércia. O sistema de molas/amortecimento de um volante bimassa isola quase por completo o resto dos componentes do eixo de transmissão destas flutuações, garantindo assim o funcionamento suave de todos os componentes da massa secundária (embraiagem, conjunto de pressão, transmissão e eixos articulados) situados a seguir no eixo de transmissão.



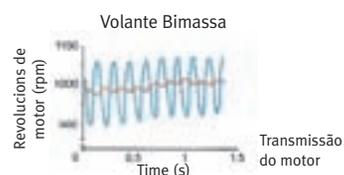
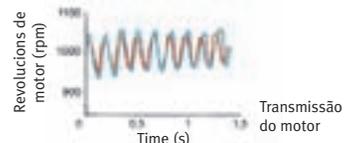
Esquema



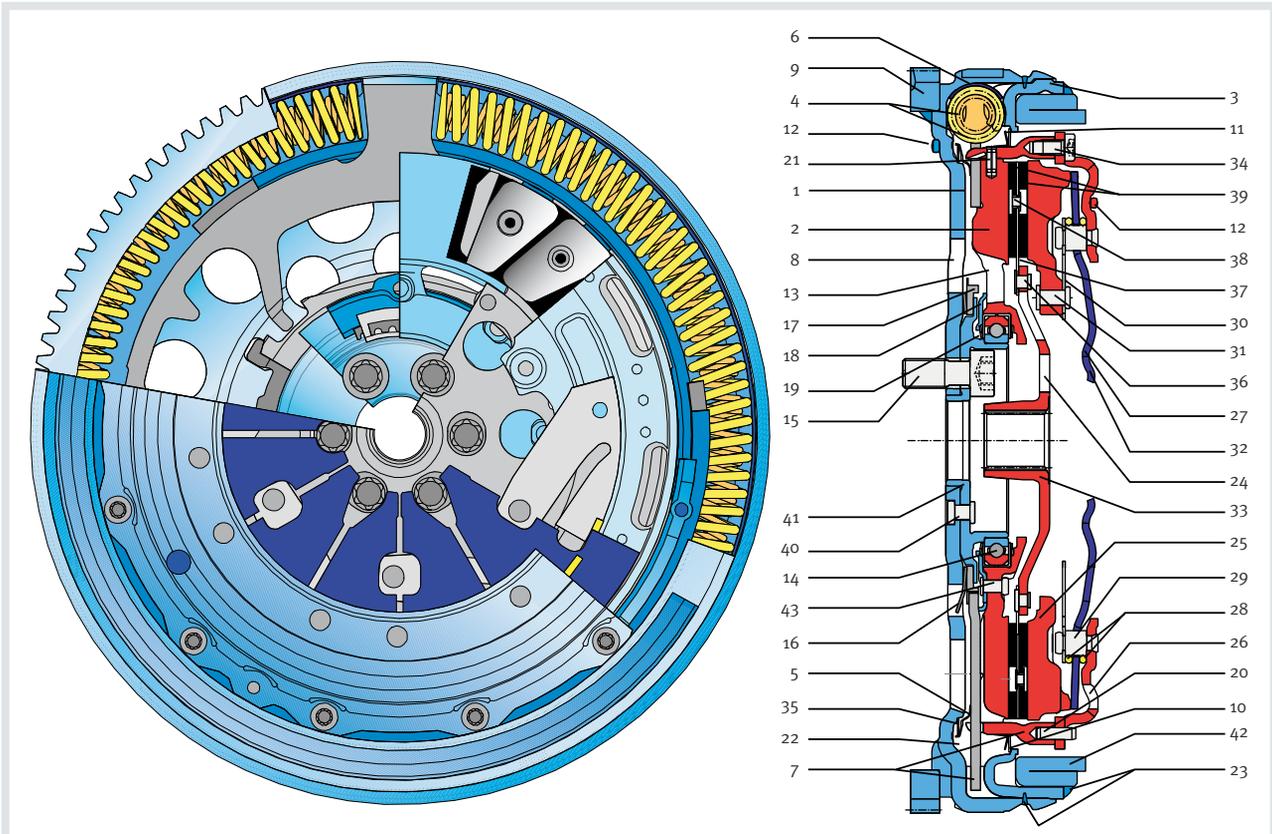
Funcionamento/Efeito

(transmissão de vibrações de torção)

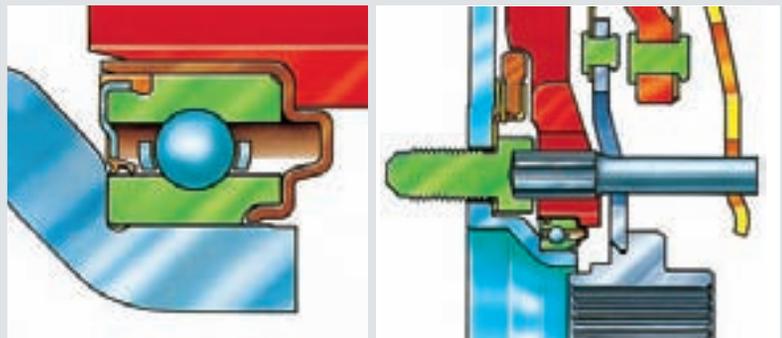
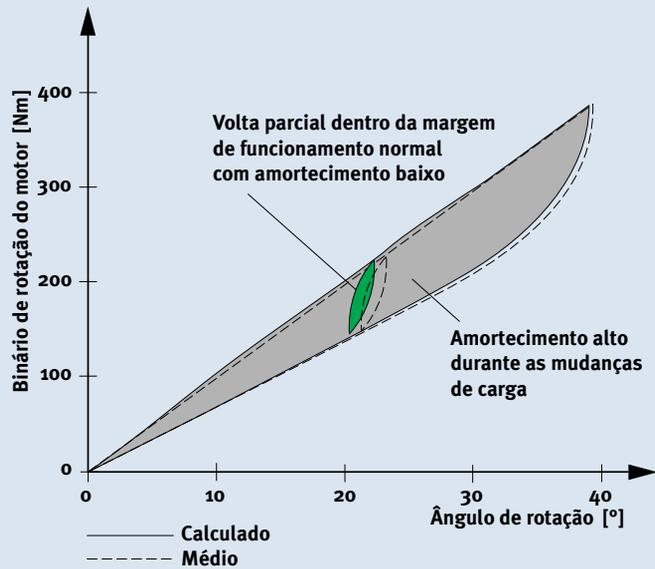
Volante de inércia convencional e conjunto de pressão com amortecimento da vibração de torção



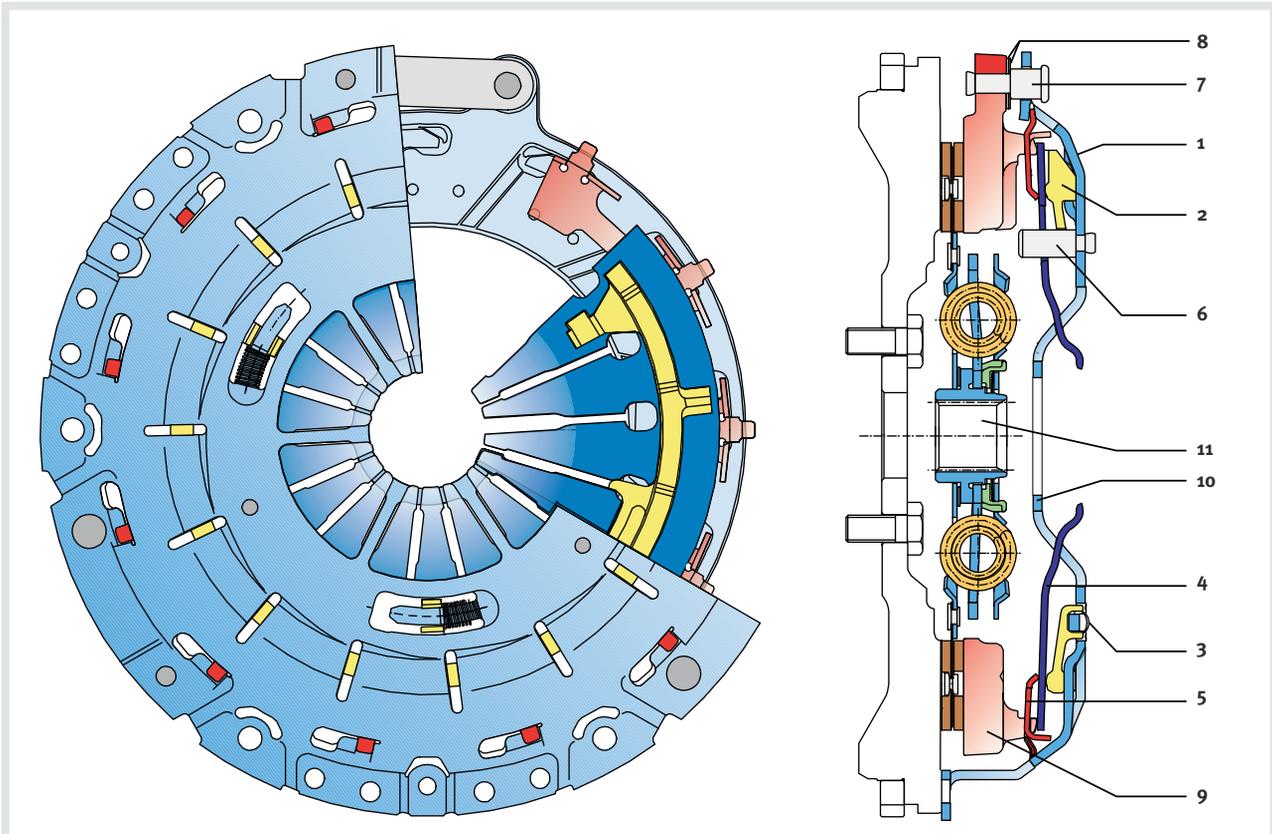
Embraiagem do volante de inércia: design e funcionamento



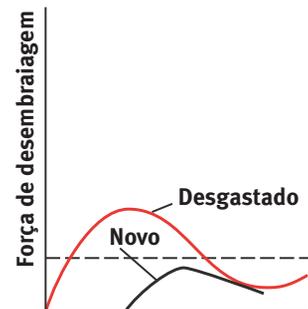
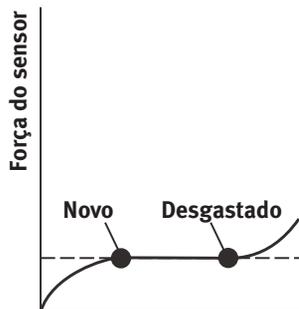
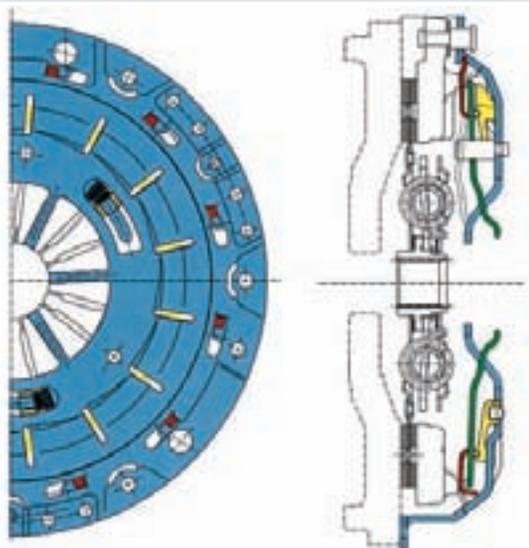
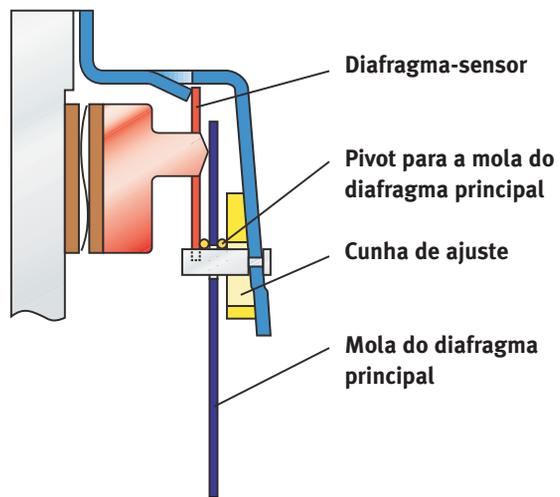
- ① Massa primária de inércia e carcaça do amortecedor
- ② Massa secundária de inércia e superfície de fricção
- ③ Tampa (massa primária de inércia)
- ④ Mola de compressão curva
- ⑤ Membrana de fecho
- ⑥ Guia de deslizamento de mola
- ⑦ Anel de retenção da tampa com freio
- ⑧ Ranhuras de ventilação
- ⑨ Coroa dentada de transmissão
- ⑩ Membrana de fecho
- ⑪ Suporte de chapa
- ⑫ Peso de equilíbrio
- ⑬ Ranhuras de ventilação
- ⑭ Rolamentos de esferas com caixas e tampa de obturação e isolamento
- ⑮ Parafuso com cabeça sextavada interior
- ⑯ Mola do diafragma
- ⑰ Disco de fricção que transmite a carga
- ⑱ Retentor de chapa
- ⑲ Mola do diafragma
- ⑳ Perno de centragem
- ㉑ Perno de tensão
- ㉒ Reserva de massa lubrificante
- ㉓ Soldadura por laser
- ㉔ Abertura para aceder aos pernos de retenção
- ㉕ Prato de pressão com superfície de fricção
- ㉖ Ranhuras de ventilação
- ㉗ Mola do diafragma
- ㉘ Anel de inclinação
- ㉙ Perno estriado com rebite
- ㉚ Mola laminada
- ㉛ Rebite
- ㉜ Abertura para aceder aos pernos de retenção
- ㉝ Cubo/Estriado
- ㉞ Parafuso com cabeça sextavada interior.
- ㉟ Mola do diafragma
- ㊱ Segmento de mola
- ㊲ Rebite do segmento
- ㊳ Rebite de revestimento
- ㊴ Revestimento da embraiagem
- ㊵ Rebite
- ㊶ Cubo
- ㊷ Massa anular (massa primária de inércia)
- ㊸ Rebite



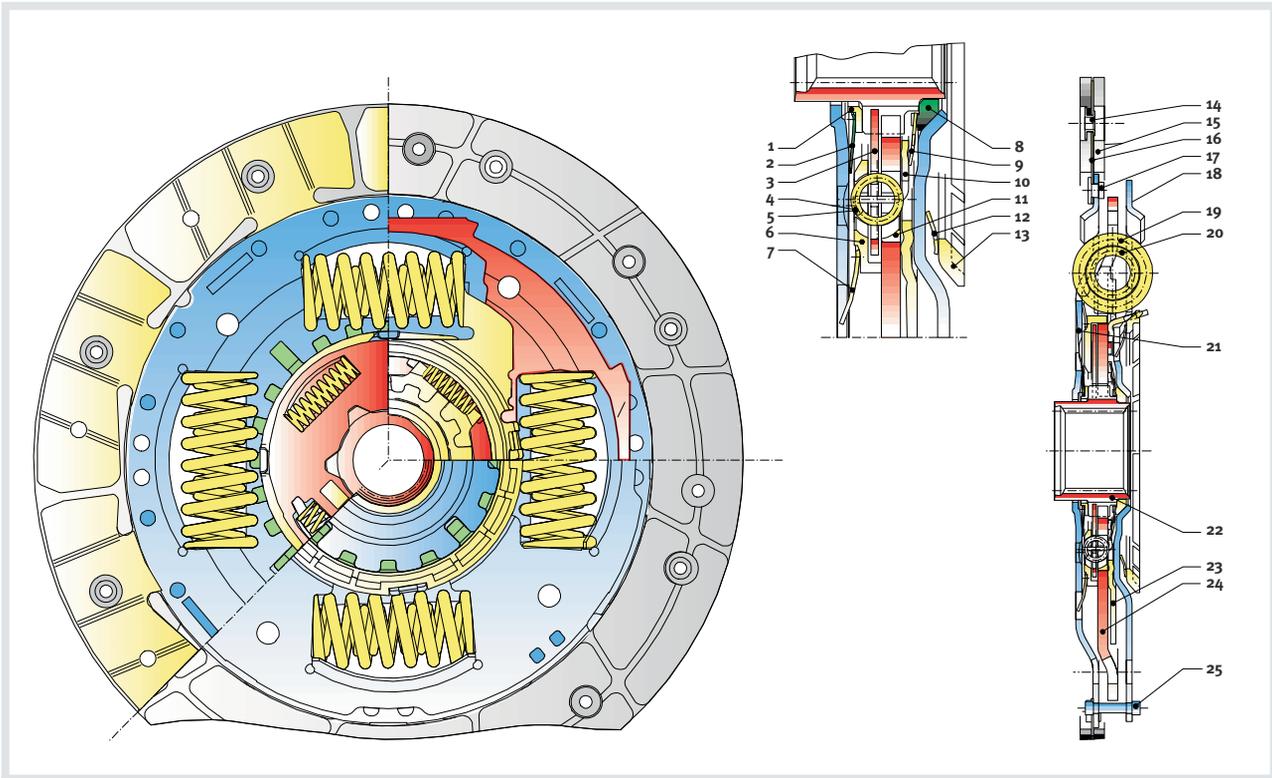
Embraiagem auto-ajustável SAC – design e funcionamento



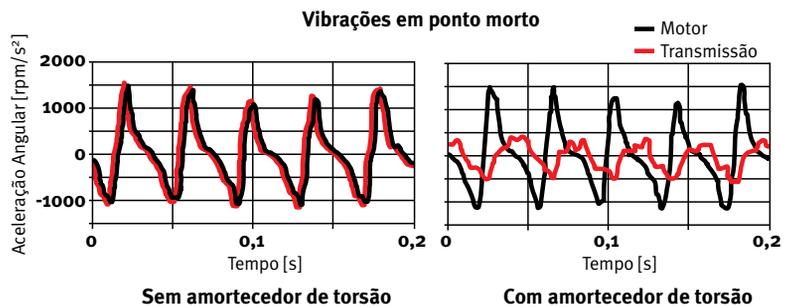
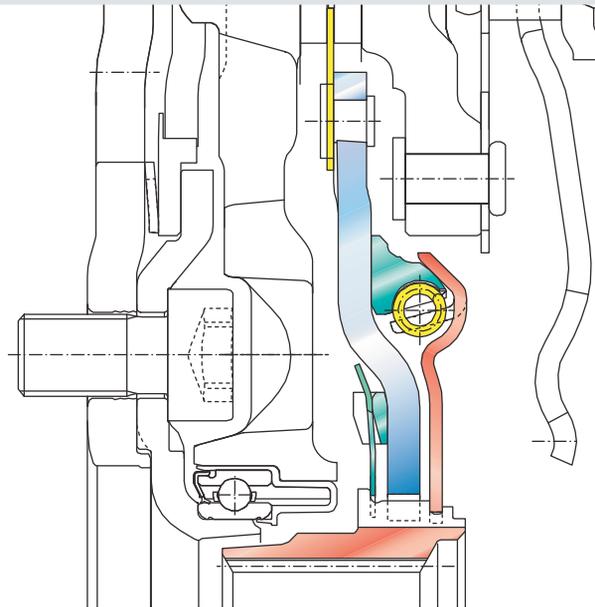
- ① Tampa
- ② Anel de ajustamento (anel biselado)
- ③ Mola de compressão
- ④ Mola do diafragma
- ⑤ Diafragma – sensor
- ⑥ Perno
- ⑦ Perno
- ⑧ Mola laminada
- ⑨ Prato de pressão
- ⑩ Topo
- ⑪ Disco de embraiagem



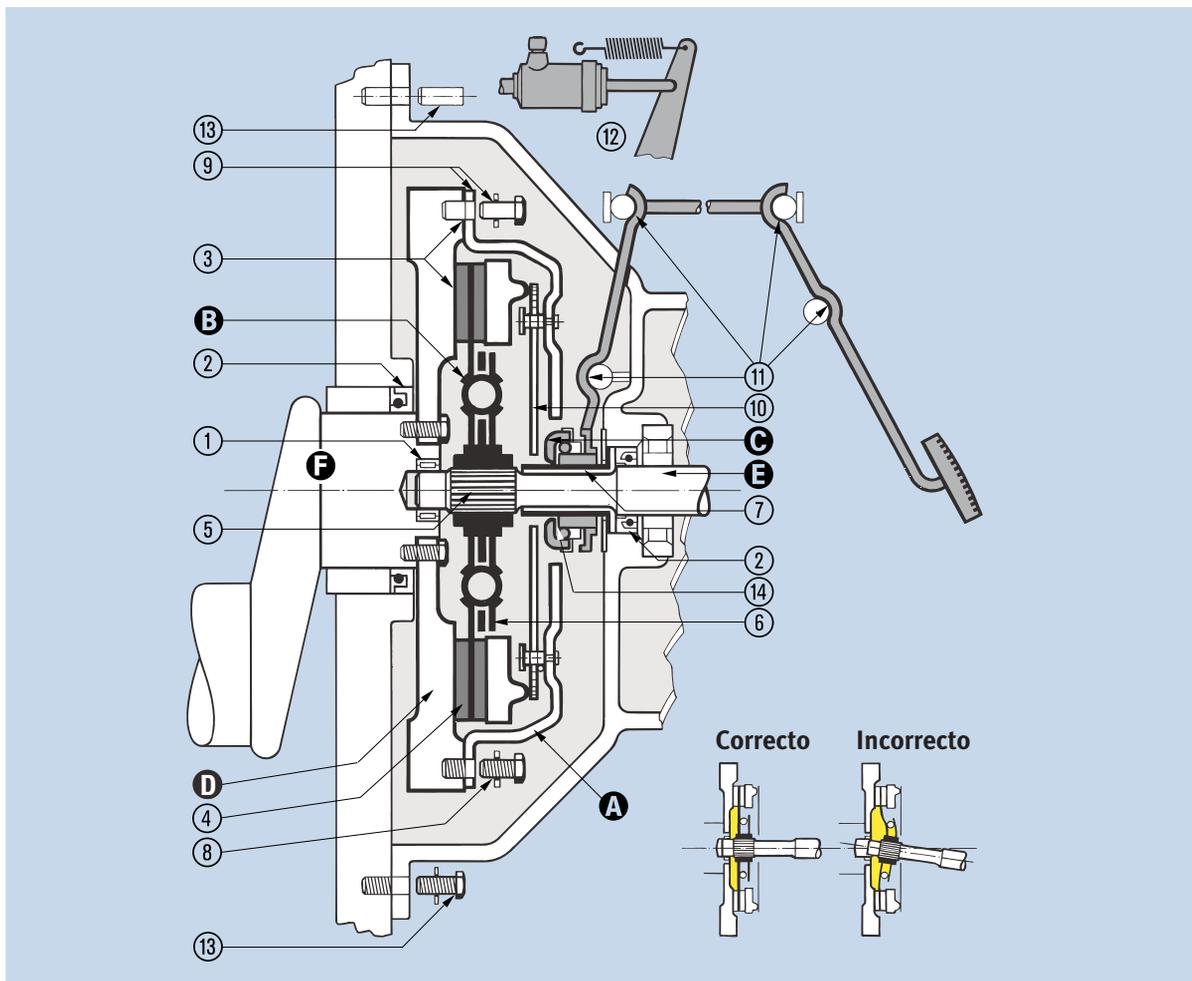
Discos de embraiagem – design e funcionamento



- ① Prato de fricção do pré-amortecedor
- ② Mola do diafragma do pré-amortecedor (1ª etapa)
- ③ Freio do cubo do pré-amortecedor
- ④ Mola de compressão do pré-amortecedor
- ⑤ Mola de compressão do pré-amortecedor
- ⑥ Caixa do pré-amortecedor
- ⑦ Mola do diafragma do pré-amortecedor (1ª etapa)
- ⑧ Cone de centragem
- ⑨ Mola de diafragma do pré-amortecedor (2ª etapa)
- ⑩ Arruela de transmissão da carga do pré-amortecedor
- ⑪ Caixa do pré-amortecedor
- ⑫ Mola do diafragma do pré-amortecedor (2ª etapa)
- ⑬ Prato de fricção do amortecedor principal
- ⑭ Rebite de revestimento
- ⑮ Revestimento de fricção
- ⑯ Segmentos de mola
- ⑰ Rebite de segmento
- ⑱ Prato de oposição
- ⑲ Molas de compressão do amortecedor principal
- ⑳ Molas de compressão do amortecedor principal
- ㉑ Conjunto de pressão
- ㉒ Cubo
- ㉓ Prato de fricção do amortecedor
- ㉔ Freio auxiliar do amortecedor principal
- ㉕ Espaçador de chapa



...peças da embraiagem eficazes e económicas



- A** Prensa da embraiagem
- B** Disco da embraiagem
- C** Rolamento de embraiagem
- D** Volante de inércia
- E** Veio de transmissão
- F** Cambota

As primeiras coisas primeiro:

- As peças adequadas estão disponíveis?
- Não se esqueça de se certificar antes de iniciar a montagem; se for preciso, compare as peças com as outras já desmontadas.

Há que ter em conta os seguintes pontos:

- 1 Comprovar o desgaste do rolamento guia (piloto) e substituí-la se for necessário.
- 2 Comprovar que os anéis de retenção no lado do motor e da transmissão não apresentam fugas, e substituí-los se for necessário.
- 3 **Volante de inércia:** comprovar que a superfície de fricção não apresenta estrias nem fissuras. Durante as rectificações, tenha em conta as tolerâncias estabelecidas. Atenção! Retoque a superfície de aparafusamento da embraiagem na mesma medida que a superfície de fricção.
Volante Bimassa: a superfície de fricção não deve ser retocada.
- 4 Antes da montagem, comprovar o empeno do disco de embraiagem (máx. 0,5 mm).
- 5 Comprovar a deterioração do eixo de entrada da transmissão; lubrificar o perfil do cubo ou do eixo. Retirar o excesso de massa lubrificante. Recomendação do fabricante: massa lubrificante de alto rendimento LuK (n.º ref. LuK-As 41 4001410). A massa com partículas sólidas não é adequada.
Atenção: os cubos/estriados niquelados quimicamente não devem ser lubrificados.
- 6 Tenha em conta a posição de montagem do disco de embraiagem. Utilize o perno de centragem para a montagem.
- 7 Verifique se a guia do rolamento de embraiagem não apresenta sinais de desgaste e, se necessário, substitua-o; use um lubrificante apropriado.

- 8 Apertar o conjunto de pressão da embraiagem em forma de cruz e com o binário prescrito. Desmontar e montar sempre a embraiagem SAC com a ferramenta especial fornecida pela LuK-AS (ng de ref. LuK-AS 400 0072 10)
- 9 Tenha em conta a centragem do conjunto de pressão da embraiagem no volante de inércia. Em caso de centragem exterior, comprove o estado do diâmetro da guia do rolamento do conjunto de pressão da embraiagem e do volante de inércia.
- 10 Como consequência das tolerâncias da espessura do forro de fricção, a inclinação das linguetas da mola da mola de disco ou das alavancas de desembragem regulam-se por si próprias ao fim de um breve tempo de rodagem.
Qualquer retoque no ajustamento fixo efectuado pela LuK na fábrica anulará a garantia.
- 11 Comprovar se a embraiagem funciona correctamente e não apresenta desgaste. Substituir o cabo da embraiagem; comprovar os rolamentos.
- 12 Comprovar se a embraiagem funciona correctamente e não apresenta desgaste. Comprovar o cabo da embraiagem; comprovar os rolamentos. Comprovar a estanqueidade do sistema hidráulico e, se necessário, purgar o ar. Comprovar o curso da desembragem da biela do pistão do cilindro receptor. Comprovar se atinge a posição de saída. Substituir igualmente o dispositivo central hidráulico de embraiagem (CSC) no caso de substituir a embraiagem.
- 13 Comprovar a centragem do motor em relação à transmissão. Substituir os casquilhos de centragem desgastados.
- 14 Regular em 2-3 mm a folga do dispositivo de embraiagem. Os rolamentos de encosto funcionam com uma carga prévia de 80-100 N. Combinar os rolamentos com interior de plástico apenas com casquilhos guia metálicos.

As tabelas de fácil utilização que a seguir se fornecem servem para ajudar a identificar os eventuais problemas com a embraiagem e para tornar mais simples o seu diagnóstico

Não se consegue desacoplar a embraiagem

A

Problema	Causa	Solução
Molas laminadas tangenciais	Deixou-se cair a embraiagem	Substituir a prensa da embraiagem Danificados Comprovar as molas antes da respectiva montagem
Alavanca/linguetas do diafragma	Montagem incorrecta	Substituir a prensa da embraiagem deformada
Tampa deformada	Tampa não aparafusada de forma homogénea e por ordem	Substituir a prensa da embraiagem
Disco de embraiagem empenado	Comprovar o empenamento lateral do disco da embraiagem (máx. 0,5 mm)	Endireitar o disco da embraiagem
Material de fricção oxidado	O veículo não andou durante muito tempo	Limpar a superfície, eliminar qualquer vestígio de óxido
Disco da embraiagem bloqueado	Perfil do cubo danificado Óxido no eixo primário da caixa de velocidades Massa aplicada incorrecta Perfil do cubo incorrecto	Retirar as rebarbas ou substituir o disco Eliminar qualquer vestígio de óxido Utilizar a quantidade correcta de massa lubrificante Comprovar que as peças são as adequadas para o respectivo uso
Revestimento demasiado espesso	Disco de embraiagem incorrecto	Comprovar que as peças são as adequadas para o seu uso
Os revestimentos aderem	Excesso de massa ou óleo lubrificante	Substituir o disco da embraiagem
Amortecedor de torsão partido	Disco de embraiagem montado de forma incorrecta	Comprovar a montagem correcta do disco da embraiagem
Baínha guia apresenta sinais de desgaste	Chumaceira de desembraiagem danificada Peças de contacto incorrectas Ausência de massa lubrificante	Substituir a chumaceira Comprovar que são as adequadas Lubrificar a baínha guia
Chumaceira guia (piloto) danificada	Desgaste	Substituir el chumaceira
Curso da desembraiagem insuficiente	Cabo da embraiagem ou ajustamento incorrecto Ar no sistema hidráulico Sistema de desembraiagem danificado	Substituir o cabo da embraiagem Purgar o sistema Substituir o sistema de desembraiagem
Curso da desembraiagem excessivo		Comprovar o funcionamento do sistema de embraiagem
Disco da embraiagem bloqueado com o volante de inércia ou o prato de pressão		Limpar o óxido do material de revestimento

A embraiagem patina

B

Problema	Causa	Solução
Sobreaquecimento do prato de pressão	Sobrecarga térmica Peças incorrectas Mola do diafragma partida Excesso de óleo	Substituir el embraiagem Substituir el anillo obturador
Carcaça da embraiagem, alavanca ou mola do diafragma partidas	Montagem incorrecta	Seguir correctamente las indicaciones de montagem
Linguetas do diafragma desgastadas	Pré-carga da chumaceira de desembraiagem excessiva Ausência de folga	Ajustar la pre-carga Substituir el embraiagem Regular el juego
Desgaste do forro da embraiagem	Desgaste e rotura normal Disco de pressão incorrecto	Substituir el embraiagem
Forro da embraiagem com excesso de óleo	Anéis de fecho com fugas Excesso de massa no eixo primário da caixa de velocidades Excesso de massa na chumaceira de desembraiagem	Substituir los anéis de fecho Substituir el embraiagem
Desgaste irregular do desenho no lado do volante de inércia do material de revestimento	Desgaste excessivo do volante de inércia	Rectificar el volante de inércia
Espessura do volante de inércia incorrecta	Superfície de aparafusamento não rectificada na mesma medida que a superfície de fricção	Rectificar la superficie de atornillamiento Substituir el volante de inércia
Baínha guia danificada	Mass incorrecta ou ausência desta Chumaceira de desembraiagem danificada Combinação incorrecta de chumaceira e baínha guia	Substituir la baínha guia Emplear la massa adecuada Comprovar que las piezas sean compatibles
Funcionamento difícil do cabo da embraiagem	Cabo incorrecto	Comprovar el montagem del cable de embraiagem
Funcionamento difícil do sistema de desembraiagem	Chumaceira desgastada do eixo de desembraiagem Chumaceiras não lubrificadas	Substituir as chumaceiras Lubrificar as chumaceiras

A embraiagem trepida

C

Problema	Causa	Solução
Prato de pressão inclinado	Molas laminadas tangenciais deformados Tampa deformada	Substituir a prensa da embraiagem Montar seguindo as indicações
Revestimento com excesso de óleo	Anéis de fecho defeituosos	Substituir os anéis de fecho Substituir o disco da embraiagem
Revestimento com excesso de massa	Excesso de massa nos cubos e chumaceira de desembraiagem	Substituir o disco da embraiagem Substituir a chumaceira de desembraiagem
Material de revestimento incorrecto	Disco montado incorrecto	Comprovar que o disco é o adequado
Revestimento molhado	Revestimento absorveu humidade	Comprovar que o disco é o adequado
Accionamiento difícil	Cabo da embraiagem Chumaceiras com alavanca de desembraiagem Baínha guia Cilindro emissor ou receptor	Comprovar o sistema de desembraiagem completo Comprovar a combinação chumaceira/baínha guia Substituir todas as peças duvidosas
Ar no sistema hidráulico	Cilindros emissores/receptores ou condutas danificadas	Substituir qualquer peça duvidosa ou danificada
Baínha guia danificada	Massa utilizada incorrecta	Substituir a baínha guia e utilizar a quantidade correcta de massa
Suspensão do motor/caixa de velocidades	Suspensão incorrecta ou danificada	Reparar ou substituir
O motor não está afinado/falha	Carburador, ignição com injeção de combustível	Comprovar o bom funcionamento do motor

El embrague hace ruidos

D

Problema	Causa	Solução
Movimento excêntrico da chumaceira em relação às linguetas do diafragma	Chumaceira de descentragem	Substituir a chumaceira
Não se consegue accionar		Substituir prato de pressão ou disco da embraiagem
Disco de embraiagem incorrecto	O amortecedor de torsão não é o adequado para o veículo	Montar o disco da embraiagem correcto
Amortecedor de torsão partido	Amortecedor incorrecto	Montar o disco da embraiagem correcto
Chumaceira de desembraiagem defeituosa	Não roda com suavidade	Substituir a chumaceira
Chumaceira guia (piloto) defeituosa	Chumaceira bloqueada	Substituir a chumaceira
Mola de amortecimento danificada ou partida	Hábitos de condução incorrectos Seleção de mudança inadequada	Substituir o disco da embraiagem

El pedal de embrague ofrece resistencia

E

Problema	Causa	Solução
Prato de pressão incorrecto	Carga de desembraiagem demasiado grande	Montar o prato de pressão correcto
Baínha guia danificada	Chumaceira de desembraiagem danificada Combinação incorrecta Ausência de massa Quantidade incorrecta de massa	Substituir a chumaceira de desembraiagem Comprovar a combinação Lubrificar a chumaceira e a baínha guia Aplicar a quantidade correcta de massa
Chumaceiras ou cubos do sistema de desembraiagem desgastados	Apoios do garfo desgastados ou não lubrificados	Substituir as chumaceiras e o garfo Lubrificar, se necessário
Cabo da embraiagem danificado	Desgaste e rotura normais Montagem do cabo incorrecto	Substituir o cabo Comprovar que é o adequado

Comece por colocar ao cliente as seguintes questões:

Em relação ao mau funcionamento:

O que é que não funciona?
Como é que detectou a avaria?
Desde quando é que existe o problema?

Em relação ao desgaste:

Quantos quilómetros tem a embraiagem?
Trata-se da embraiagem original?
Foi submetida a grandes esforços?

Em relação à utilização:

O veículo é novo?
Quem o conduz?

Em relação às reparações anteriores:

A embraiagem e/ou a transmissão já foram reparadas?

Não se consegue desacoplar a embraiagem

1. Quais são os sintomas concretos?

O veículo move-se apesar de ter accionado a embraiagem; ruídos roucos ao meter uma mudança.

2. Que peças podem estar avariadas?

A força de pressão já não diminui; o conjunto de pressão não se liberta devido a uma força demasiado pequena ou inexistente da embraiagem.

3. O que tem de ser comprovado antes de desmontar a embraiagem?

TESTE RÁPI DO – fazer arrancar o motor, engatar a marcha atrás, experimentar todas as mudanças → ruídos na transmissão ao meter as mudanças → embraiagem defeituosa.

ACCIONAMENTO – mecânica do pedal, folga da embraiagem, cabo da embraiagem, garfo de embraiagem, eixo de embraiagem, curso do cilindro emissor/receptor, cilindro emissor/receptor e mangas, níveis dos líquidos, ar no sistema de embraiagem.

4. O que é que se pode comprovar depois da desmontagem?

DISCO DE EMBRAIAGEM – perfil do cubo oxidado, forro nas superfícies de fricção bloqueado, forro partido/solto, suporte do forro em forma de prato, suporte do forro partido, disco da embraiagem montado ao contrário, empeno lateral do disco de embraiagem, mola do amortecedor de torsão partida.

CONJUNTO DE PRESSÃO DA EMBRAIAGEM – prato de pressão partido, mola laminada dobrada, mola laminada partida, linguetas da mola do diafragma muito desgastadas, tampa torcida.

5. Qual pode ser a causa da avaria?

Disco de embraiagem "dentado", deslocamento angular.

A embraiagem patina

1. Quais são os sintomas concretos?

O motor roda ao pôr o veículo em andamento/ao acelerar, mas a velocidade aumenta muito pouco ou mesmo nada.

2. Que peças podem estar avariadas?

Os valores de fricção das superfícies de fricção que estão em contacto são demasiado baixos; o tamanho das superfícies de fricção não é o correcto; a força de pressão do conjunto de pressão da embraiagem é demasiado baixa.

3. O que tem de ser comprovado antes de desmontar a embraiagem?

TESTE RÁPIDO – pôr o travão de mão, fazer arrancar o motor, meter a terceira velocidade, acelerar e embraiar lentamente → o motor não desliga → embraiagem

TESTE DE CONDUÇÃO: acelerar e atingir o binário máximo do motor → o motor, de repente, atinge mais rotações, mas a velocidade não aumenta → embraiagem defeituosa.

ACCIONAMENTO – mecânica de pedal, folga da embraiagem, cabo da embraiagem, cilindro emissor/receptor e mangas.

CASO ESPECIAL (BMW/MER-CEDES-BENZ): a espessura do forro também pode ser comprovada com uma ferramenta especial antes de ser desmontado.

4. O que é que se pode comprovar depois da desmontagem?

DISCO DE EMBRAIAGEM – forro com excesso de óleo, forro com excesso de massa, forro carbonizado, espessura do forro reduzida.

CONJUNTO DE PRESSÃO DA EMBRAIAGEM – sobreaquecimento do conjunto de pressão, grandes estrias no conjunto de pressão, molas do diafragma partidas.

VOLANTE DE INÉRCIA – estrias/fissuras na superfície de fricção, profundidade do volante de inércia.

SISTEMA DE DESEMBRAIAGEM – rolamento de embraiagem/casquilho de guia duro.

5. Qual pode ser a causa da avaria?

Desgaste normal, conduzir com a embraiagem pisada, o anel de fecho da cambota ou da transmissão tem fugas, *tuning* do motor.

A embraiagem trepida

1. Quais são os sintomas concretos?

O motor vibra ao iniciar a condução.

2. Que peças podem estar avariadas?

Movimento giratório irregular da cambota ou do veio de transmissão, valores de fricção das superfícies de fricção que coincidem irregulares, disco de embraiagem, descentragem, aumento irregular da força de pressão.

3. O que há a comprovar antes de desmontar a embraiagem?

ENSAIO DE CONDUÇÃO – A embraiagem dá esticões em situações concretas de condução; por exemplo, ao iniciar uma marcha atrás a subir.

ACCIONAMENTO – mecânica do pedal, cabo da embraiagem, eixo de embraiagem, cilindro emissor/receptor e mangas.

CADEIA CINEMÁTICA - MOTOR: – gestão do motor, suspensão do motor/rolamentos do motor.

TRANSMISSÃO – suspensão da transmissão/chumaceiras da transmissão.

ACCIONAMENTO – eixos articulados, disco Hardy

4. O que se pode comprovar depois da desmontagem?

DISCO DA EMBRAIAGEM – forro com excesso de óleo, forro cristalizado, diagrama de desgaste incorrecto.

CONJUNTO DE PRESSÃO DA EMBRAIAGEM – mola laminada pasmada, linguetas de mola do disco torcidas, tampa torcida.

VOLANTE DO MOTOR – superfície de fricção incorrecta.

SISTEMA DE EMBRAIAGEM – rolamento de embraiagem/rolamento do eixo de embraiagem danificado, casquilho guia oxidado.

5. Qual pode ser a causa da avaria?

- eixo de entrada da transmissão com excesso de massa
- uso de lubrificante incorrecto
- casquilho guia oxidado
- erro de montagem

A embraiagem faz ruídos

1. Quais são os sintomas concretos?

Ruídos ao accionar a embraiagem, ruídos ao meter uma mudança, ruídos durante a condução.

2. Que peças podem estar avariadas?

Lubrificação inexistente ou insuficiente das peças móveis, fricção das peças rotativas, peças soltas.

3. O que há a comprovar antes de desmontar a embraiagem?

TESTE RÁPIDO – embraiar/desembraiar, ruído desde a zona de embraiagem?

ENSAIO DE CONDUÇÃO – ruído de fricção? Embraiagem defeituosa.

ACCIONAMENTO: – mecânica do pedal, cabo da embraiagem, eixo de embraiagem, cilindro emissor/receptor e mangas..

4. O que se pode comprovar depois da desmontagem?

DISCO DA EMBRAIAGEM – marcas por roçagem no cubo, marcas por roçagem no amortecedor de torsão, tampa do orifício de massa no amortecedor de torsão, amortecedor de torsão partido, perfil do cubo com desgaste.

CONJUNTO DE PRESSÃO DA EMBRAIAGEM – linguetas da mola do diafragma desgastadas.

SISTEMA DE DESEMBRAIAGEM – rolamento de esferas do rolamento de embraiagem defeituoso, rolamento do eixo de embraiagem defeituoso.

5. Qual pode ser a causa da avaria?

CAUSAS TÉCNICAS – peças defeituosas: cabo da embraiagem, garfo de embraiagem, rolamento de embraiagem.

CAUSAS EXTERNAS – desgaste normal, amortecedor de torsão defeituoso, erro de montagem.

O pedal da embraiagem oferece resistência

1. Quais são os sintomas concretos?

Ruídos ao accionar a embraiagem, ruídos ao meter uma mudança, ruídos durante a condução.

2. Que peças podem estar avariadas?

Lubrificação inexistente ou insuficiente das peças móveis, fricção das peças rotativas, peças soltas.

3. O que há a comprovar antes de desmontar a embraiagem?

TESTE RÁPIDO – embraiar/desembraiar, ruído desde a zona de embraiagem?

ENSAIO DE CONDUÇÃO – ruído de fricção? Embraiagem defeituosa.

ACCIONAMENTO: – mecânica do pedal, cabo da embraiagem, eixo de embraiagem, cilindro emissor/receptor e mangas..

4. O que se pode comprovar depois da desmontagem?

DISCO DA EMBRAIAGEM – marcas por roçagem no cubo, marcas por roçagem no amortecedor de torsão, tampa do orifício de massa no amortecedor de torsão, amortecedor de torsão partido, perfil do cubo com desgaste.

CONJUNTO DE PRESSÃO DA EMBRAIAGEM – linguetas da mola do diafragma desgastadas.

SISTEMA DE DESEMBRAIAGEM – rolamento de esferas do rolamento de embraiagem defeituoso, rolamento do eixo de embraiagem defeituoso.

5. Qual pode ser a causa da avaria?

CAUSAS TÉCNICAS – peças defeituosas: cabo da embraiagem, garfo de embraiagem, rolamento de embraiagem.

CAUSAS EXTERNAS – desgaste normal, amortecedor de torsão defeituoso, erro de montagem.



				
✓	✓			

Volante Bimassa

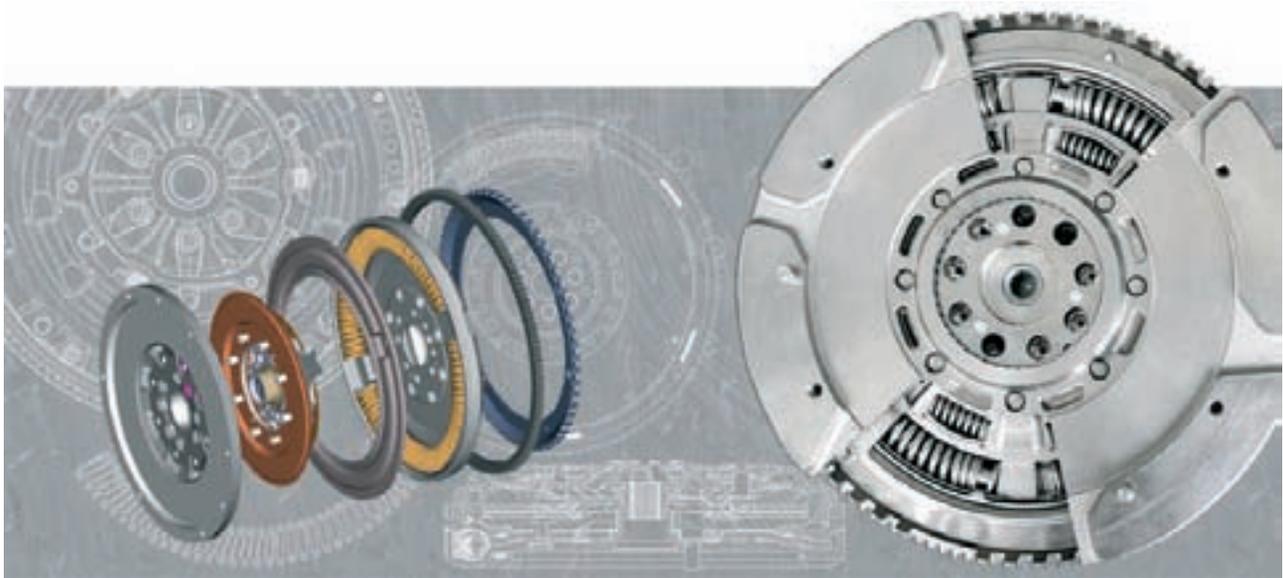
Manual de avarias e diagnóstico



Índice

	Págs.
1. Historial	112 – 113
2. Volante Bimassa	114 – 115
2.1. Porquê o volante bimassa?	114
2.2. Construção	114
2.3. Função	115
3. Componentes do volante bimassa	116– 125
3.1. Massa primária de inércia	116
3.2. Massa secundária de inércia	117
3.3. Rolamento	118
3.4. Flange	120
3.5. Disco de controlo de fricção	121
3.6. Molas curvas	122
3.7. Formas especiais do volante bimassa	124
4. Volante bimassa, diagnóstico de avarias	126 – 135
4.1. Indicações gerais	126
4.2. Ruídos	127
4.3. Aumento de potência	128
4.4. Verificação visual / Imagens de danos	129

Do Amortecedor de Torção (clássico disco de embraiagem com molas) ao Volante Bimassa



O rápido desenvolvimento experimentado pela indústria automóvel durante as últimas décadas permitiu produzir motores cada vez mais potentes, ao mesmo tempo que foram crescendo cada vez mais as exigências de qualidade dos condutores. Como resultado da redução do peso dos veículos e da optimização das carroçarias no túnel aerodinâmico, o ruído do vento foi sendo consideravelmente reduzido, o que faz com que agora sejam perceptíveis outras fontes de ruído. Para isso também contribuem os conceitos de mistura pobre de combustível e os motores capazes de funcionar com um regime extremamente baixo de rotações, assim como as novas gerações de caixas de velocidades com óleos muito fluidos.

Em meados dos anos 80, o aperfeiçoamento durante décadas do clássico amortecedor de torção do disco de embraiagem atingiu os seus limites técnicos. Era então impossível absorver de modo suficiente as potências continuamente crescentes dos motores e o consequente aumento do binário motor dispondo de um espaço de montagem igual ou até menor.

Os extensos trabalhos de desenvolvimento levados a cabo na LuK tiveram como resultado uma solução simples, mas ao mesmo tempo muito eficaz: o volante bimassa, um conceito (novo, nessa altura) de amortecedor de torção para o conjunto propulsor.

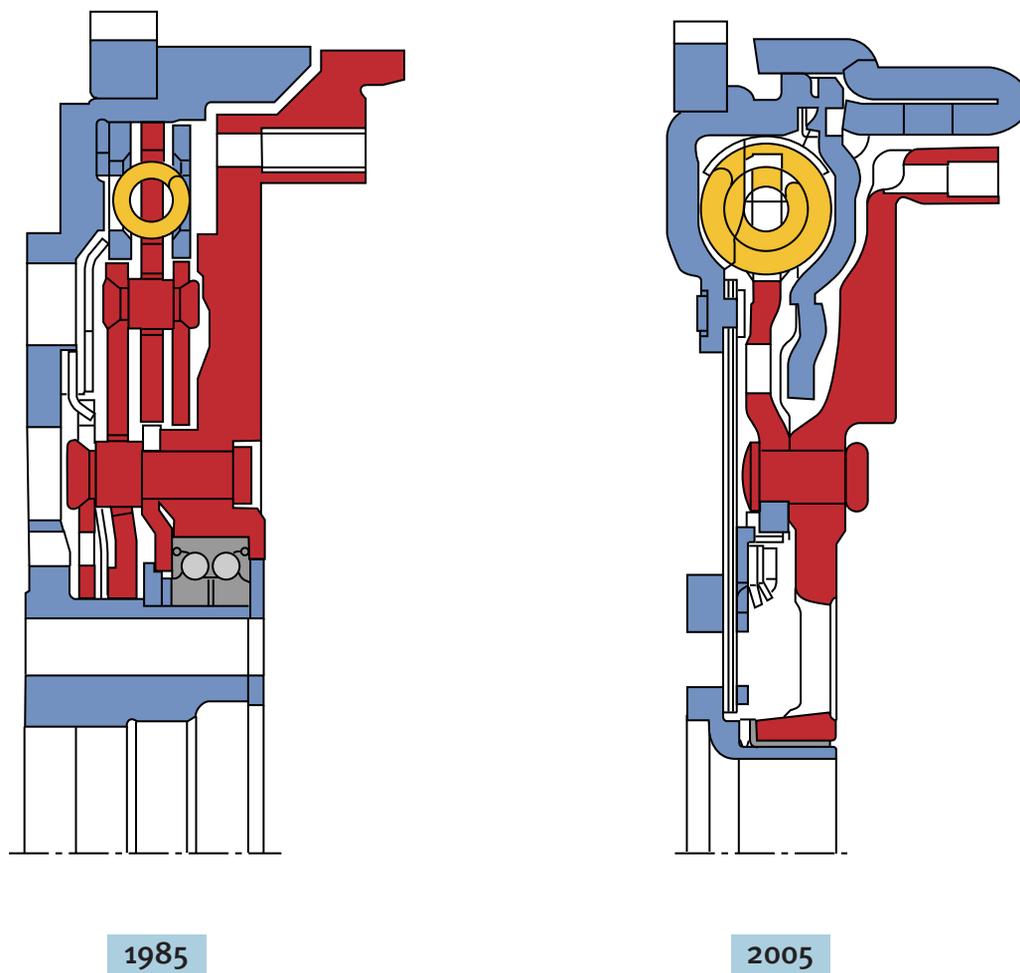


1. Historial

Os volantes bimatassa da primeira geração tinham configurações de molas como os amortecedores de torção convencionais, em que as molas de compressão se encontravam situadas radialmente, muito no interior, pelo que apenas se dispunha de um pequeno volume eficaz da mola. Graças a estes volantes de inércia garantia-se o isolamento das vibrações nos motores de 6 cilindros, atendendo a que as rotações destes motores são menores.

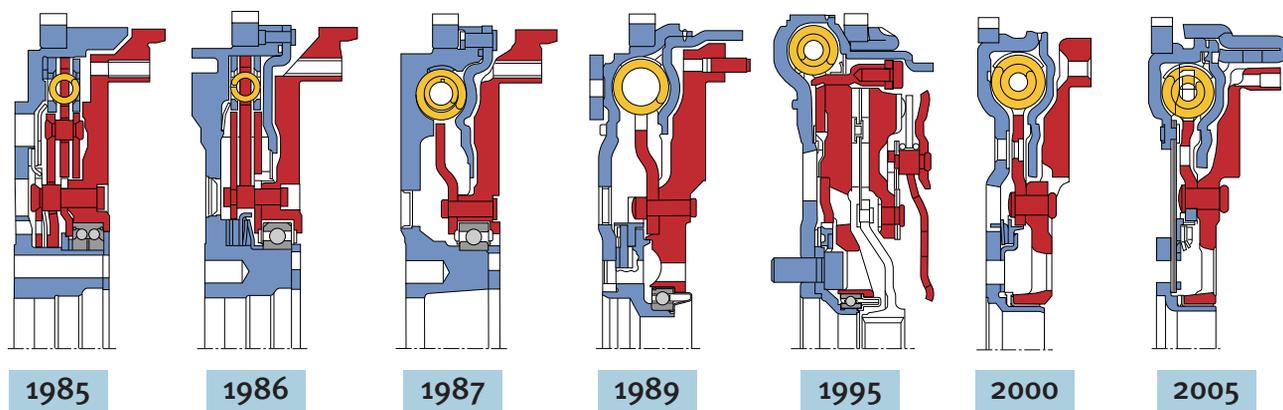
No entanto, os motores de 4 cilindros têm uma maior irregularidade de funcionamento e um nível mais alto. Deslocando as molas para fora e utilizando um diâmetro maior para as molas de compressão, foi possível quintuplicar a capacidade de amortecimento, com o mesmo espaço de montagem do volante bimatassa.

Representação esquemática do volante bimatassa



■ Massa de inércia primária ■ Sistema de molas / amortecimento ■ Massa de inércia secundária

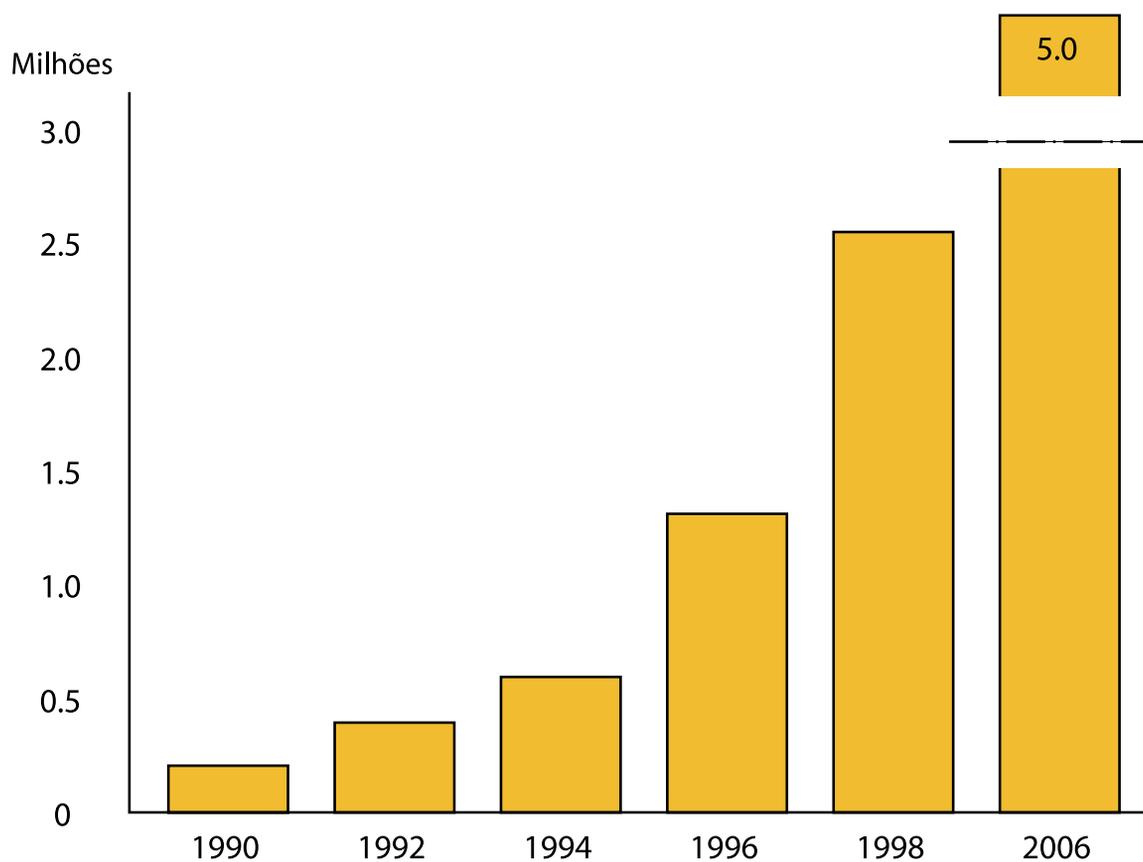
Evolução do volante bimassa no tempo



■ Massa de inércia primária ■ Sistema de molas / amortecimento ■ Massa de inércia secundária

Desenvolvimento das vendas entre 1990 e 2006

Actualmente, a LuK produz mais de 5.000.000 de volantes bimassa



2. Volante Bimassa

2.1 Porquê o volante bimassa?

Os ciclos periódicos de combustão de um motor de pistão alternativo geram vibrações de torção no conjunto propulsor. Os ruídos e as oscilações assim geradas, juntamente com o basculamento da caixa de velocidades, a vibração da carroçaria e as vibrações causadas pela carga alternada do motor, têm como consequência uma perda de conforto acústico e de comodidade na condução.

Por esse motivo, o objectivo que se tinha em vista com o desenvolvimento do volante bimassa consistia em isolar do resto do conjunto propulsor as vibrações de torção geradas na massa giratória do motor.

Com o seu sistema integrado de molas e amortecimento, o volante bimassa recebe as vibrações de torção, absorvendo-as na sua quase totalidade. O resultado é um bom isolamento às vibrações.



2.2 Construção

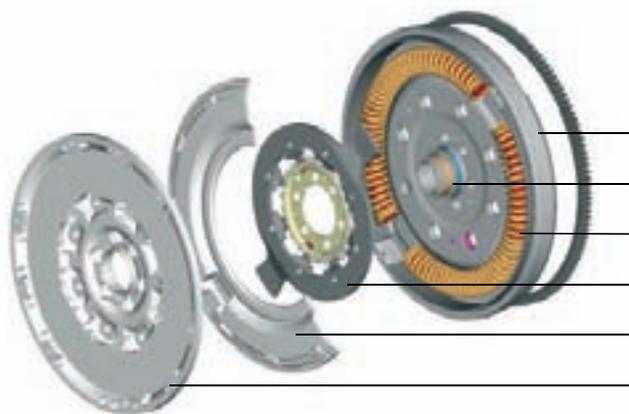
Um volante bimassa padrão, de duas massas, é composto pela massa de inércia primária (1) e pela massa de inércia secundária (6).

As duas massas de inércia desacopladas estão unidas entre si por um sistema de molas/amortecimento e encontram-se alojadas de forma giratória uma contra a outra por meio de um rolamento radial rígido, ou de um rolamento – mancal de fricção (2).

A massa de inércia primária, com a cremalheira do volante afecta ao motor, está firmemente aparafusada à cambota e, juntamente com a tampa do primário (5), rodeia um espaço oco que forma o canal da mola.

O sistema de molas /amortecimento é composto por duas molas curvas (3), que se encontram sobre guias deslizantes no canal das molas e cumprem os requisitos de um amortecedor de torção “ideal”, com um trabalho mínimo.

As guias deslizantes garantem uma boa condução e a carga de lubrificante que enche o canal das molas reduz a fricção entre aquelas e as molas curvas.



Volante Bimassa

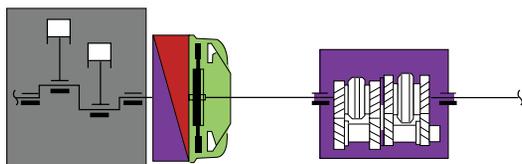
1. Massa de inércia primária
2. Rolamento de fricção
3. Molas curvas
4. Flange
5. Tampa do primário (corte)
6. Massa de inércia secundária

A transmissão do binário motor decorre através da flange(4). A flange, que está dimensionada como mola de disco, introduz as suas aletas entre as molas curvas. Encontra-se situada (com união por fricção) entre os discos de fricção e apoio rebitados na parte secundária. A força da mola de disco (flange) está dimensionada de forma a que o momento de fricção seja claramente superior ao binário motor máximo. A massa de inércia secundária aumenta o momento de inércia na parte da caixa de velocidades. O disco está munido de ranhuras de ventilação para uma melhor evacuação do calor. Dado que o sistema elástico-amortecedor se encontra no volante bimassa, é frequentemente utilizada como disco de embraiagem uma versão rígida, sem amortecedor de torção.

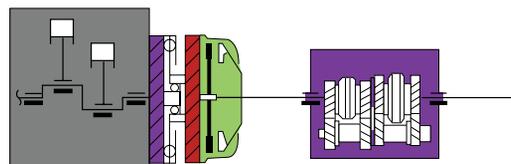
2.3 Funcionamento

O princípio básico do trabalho do volante bimassa é simples e eficaz. Com a massa adicional no eixo de entrada para a caixa de velocidades, o ponto de ressonância (que nos amortecedores de torção originais se encontra entre as 1200 e as 2400 rpm), desloca-se agora até uma margem menor de rotações. Deste modo, a partir do regime de ralenti, dispõe-se já de um excelente isolamento de vibrações.

Com volante de inércia convencional

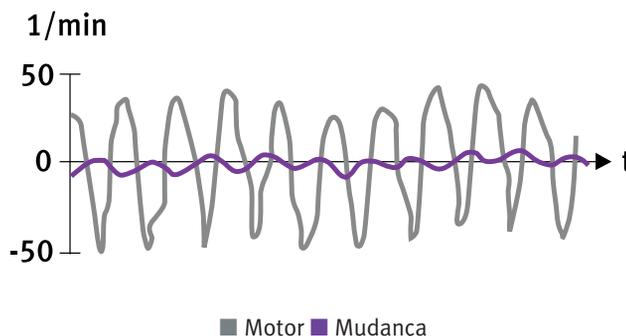
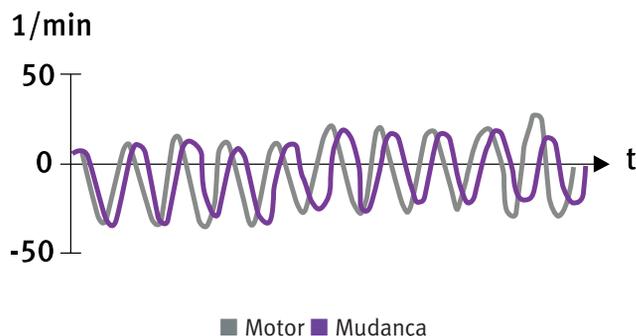


Com volante bimassa



■ Motor ■ Embraiagem ■ Mudança □ Amortecedor de torção ■ Massa de inércia primária ■ Massa de inércia secundária

Comparação de vibrações entre o volante convencional e o volante bimassa



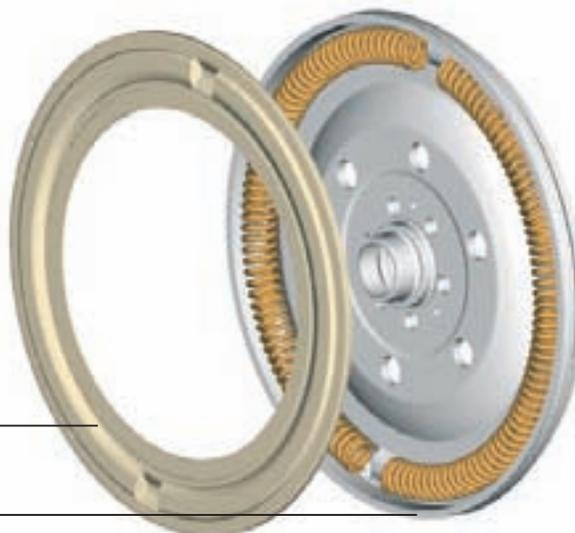
Com o volante de inércia convencional: na versão até agora existente com o volante de inércia convencional e o disco de embraiagem com amortecedor de torção, a maior parte das vibrações giratórias no regime de ralenti são transmitidas à caixa de velocidades sem serem filtradas, provocando um batimento mútuo dos flancos dos dentes nos pinhões da caixa de velocidades (basculamento das mudanças).

Com o volante bimassa: em contrapartida, utilizando um volante bimassa, o sistema elástico-amortecedor filtra as vibrações giratórias transmitidas pelo motor, pelo que os componentes da caixa de velocidades não recebem as referidas vibrações, não havendo basculamento. Ficam assim inteiramente satisfeitas as expectativas de conforto do condutor!

3. Componentes do volante bimassa

3.1 Massa de inércia primária

O disco de inércia primário está unido à cambota do motor. O seu momento de inércia forma uma mesma unidade com a cambota. Comparativamente com um volante de inércia convencional, a massa de inércia primária do volante bimassa possui uma flexão elástica claramente superior, o que tem como resultado uma descarga de trabalho para o cârter. Além disso, juntamente com a tampa do primário, forma o canal das molas curvas. De um modo geral, esse canal é composto por duas partes e está limitado pelos fins de curso das molas curvas.



Tampa do primário

Massa de inércia primária



Fim de curso da mola curva

Para o arranque do motor, no disco de inércia primário encontra-se a cremalheira do volante, que é montada à pressão ou por soldadura.



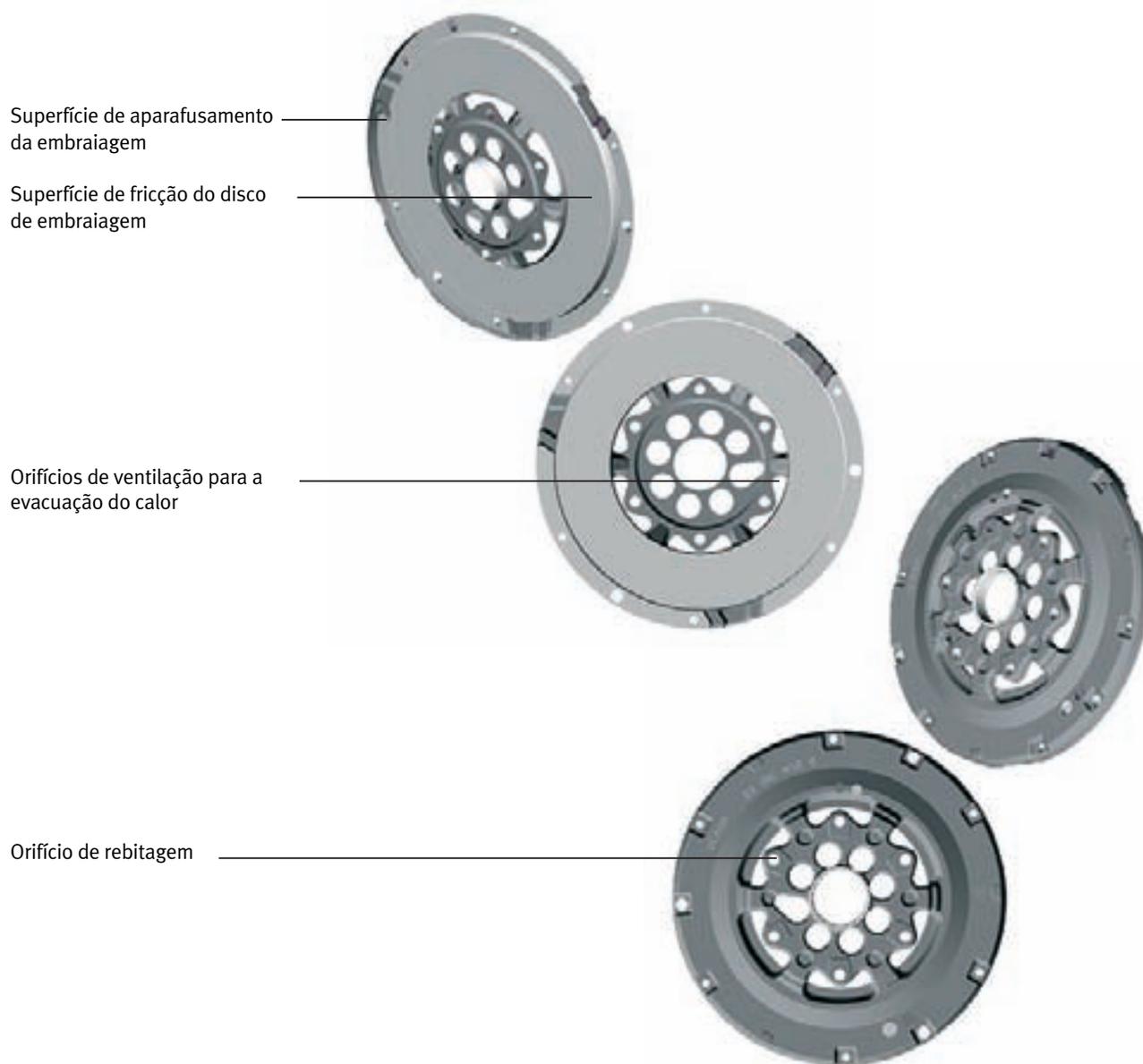
Cremalheira do volante

Massa de inércia primária

3.2 Massa de inércia secundária

A massa de inércia secundária constitui a ligação do volante bimassa ao conjunto propulsor, na parte da caixa de velocidades. Juntamente com a embraiagem, transmite o binário de rotação modulado procedente do volante bimassa. A carcaça da embraiagem está aparafusada ao bordo exterior.

Após a realização do processo de embraiagem, no interior da embraiagem um mecanismo de mola pressiona o disco de embraiagem contra a superfície de fricção da massa de inércia secundária. O binário de rotação é transmitido por fricção. A massa de inércia da parte secundária é composta principalmente pela massa de inércia secundária e pela flange. As molas curvas recebem o binário de rotação através das palhetas da flange.



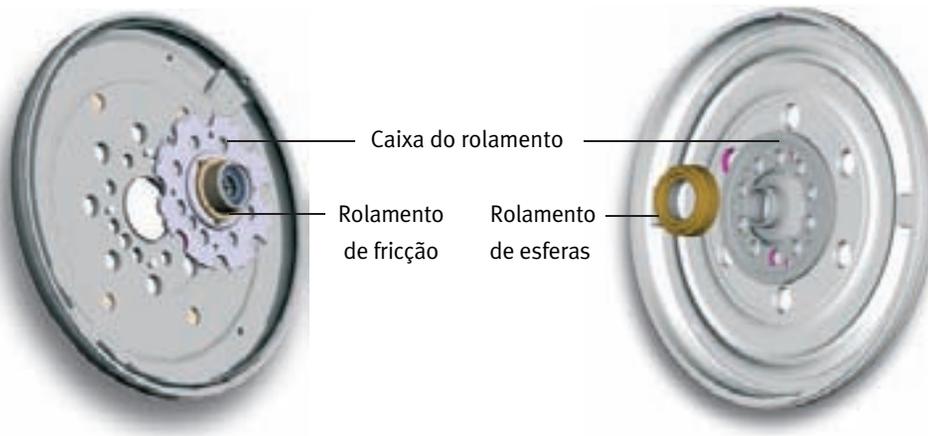
3. Componentes do volante bimassa

3.3 Rolamento

Sede do rolamento

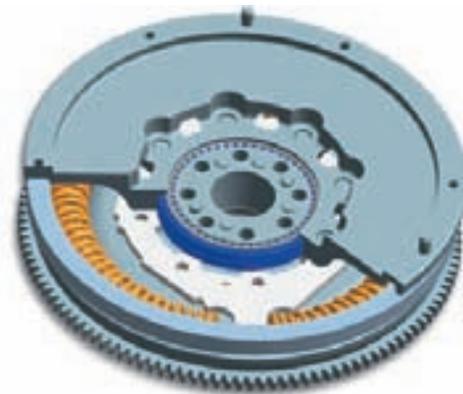
A sede do rolamento encontra-se na massa de inércia primária. Trata-se de uma ligação entre a massa de inércia primária e massa de inércia secundária sobre a qual se apoia o peso do rolamento e do disco da embraiagem. Ao mesmo tempo, serve de apoio à força de desembragem que actua sobre o volante bimassa ao desembraiar.

O rolamento não só permite uma rotação das duas massas de inércia, como também um ligeiro movimento de basculamento entre ambos (leve ressalto).



Num volante bimassa são utilizados dois tipos de rolamentos diferentes

O rolamento de esferas é utilizado logo desde o início e apresenta boas características de funcionamento, graças ao aperfeiçoamento contínuo da sua versão.

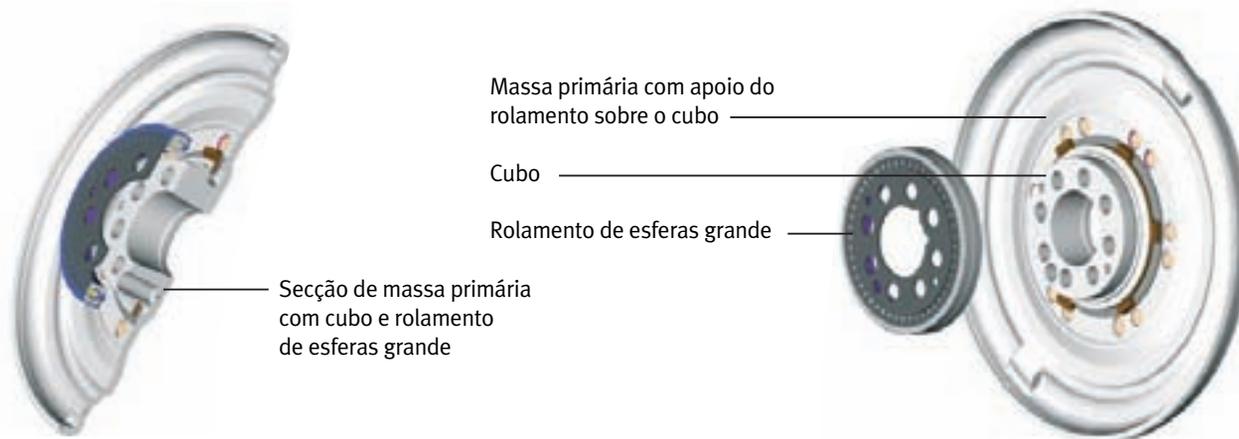


O desenvolvimento avançado levou a que um pequeno rolamento de esferas se transformasse num rolamento de fricção. Actualmente, este tipo de rolamento tornou-se uma norma padrão no volante bimassa.



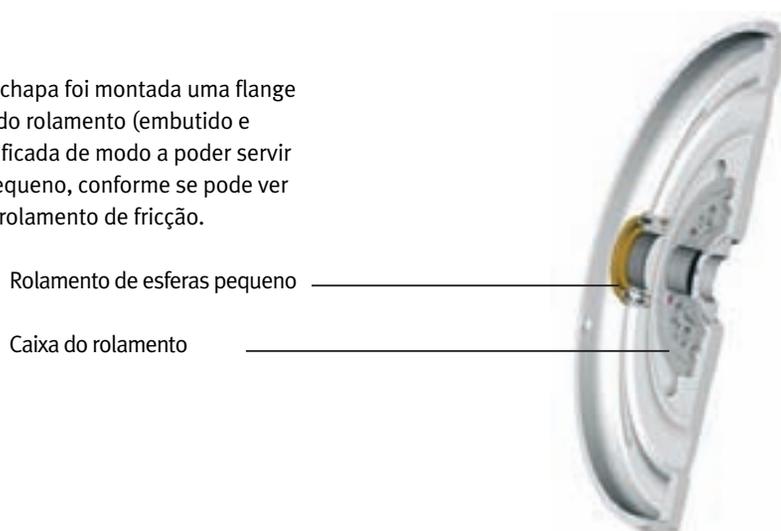
Rolamento de esferas grande

No disco de inércia primário é montado um cubo torneado, que serve de sede a um rolamento de esferas grande.



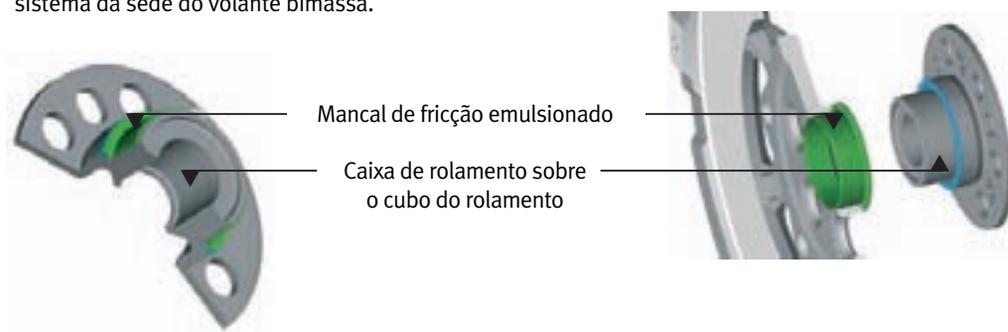
Rolamento de esferas pequeno

Na massa de inércia primária de chapa foi montada uma flange ou rebordo do cubo com a sede do rolamento (embutido e torneado). A sede pode ser modificada de modo a poder servir para um rolamento de esferas pequeno, conforme se pode ver nesta figura, e também para um rolamento de fricção.



Rolamento de fricção

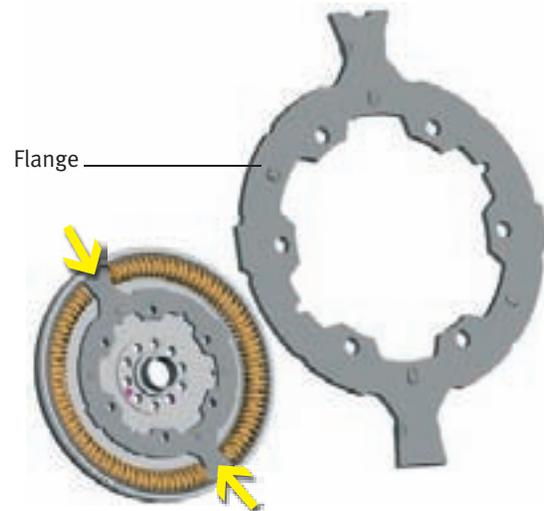
O rolamento deslizante ou rolamento de fricção foi introduzido como desenvolvimento avançado do rolamento de esferas no sistema da sede do volante bimassa.



3. Componentes do volante bimassa

3.4 Flange

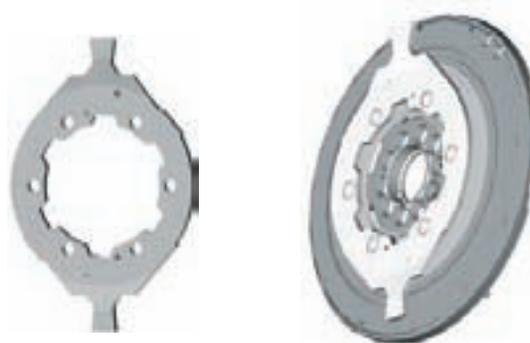
A flange serve para transmitir o binário de rotação da massa de inércia primária à massa de inércia secundária através das molas curvas e, portanto, desde o motor à embraiagem. A flange está firmemente unida à massa de inércia secundária e as suas palhetas (ver setas) encontram-se no canal das molas curvas da massa de inércia primária. No canal das molas existe espaço suficiente entre os fins de curso das molas curvas, pelo que a rotação da flange não é impedida.



Versões da flange

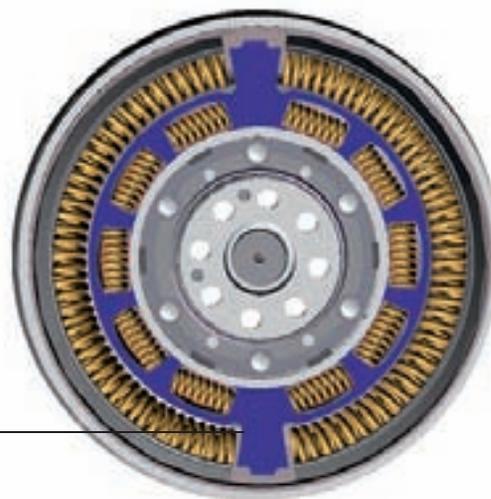
Flange rígida

Nesta forma de construção, a flange rígida encontra-se unida ao disco de inércia secundário por meio de rebites. Para um melhor isolamento das vibrações, as palhetas da flange são construídas segundo diversas simetrias. A forma mais simples é a flange simétrica, em que as partes de tração e de impulso têm a mesma estrutura. Deste modo, a aplicação de forças nas molas curvas decorre tanto na parte exterior como na interior das espiras terminais.



Flange com amortecedor interior

A função principal do volante bimassa consiste em conseguir a melhor separação possível entre a caixa de velocidades e o motor, em termos de isolamento técnico das vibrações. Com vista a cobrir os valores cada vez mais altos do binário motor com o mesmo espaço de construção, as curvas características das molas curvas também têm forçosamente uma inclinação cada vez maior, o que leva a um pior isolamento das vibrações. No entanto, graças a um amortecimento interior livre de fricção, conseguiu-se melhorar esse isolamento. A flange e as placas laterais têm no seu interior umas aberturas, que servem de sede às molas de compressão. O bom isolamento às vibrações que é proporcionado pelo volante bimassa com amortecimento interior mantém-se até ao regime mais alto de rotações.



Flange com aberturas de mola (de cor azul no gráfico)

Nos regimes altos de rotações, a força centrífuga faz com que as molas curvas experimentem um grande impulso para fora contra a guia de deslizamento, até as espiras bloquearem. Como resultado disso, a mola curva adquire uma estrutura rígida e o efeito elástico perde-se parcialmente. Com vista a poder continuar a garantir uma boa eficácia das molas, são montadas na flange molas de compressão rectas. Adendo à sua menor massa e à sua distribuição num círculo com um raio menor, estas molas estão sujeitas a uma força centrífuga também claramente menor. Além disso, o atrito nas aberturas ou orifícios das molas é ainda mais reduzido devido à curvatura convexa do bordo superior. Deste modo, a fricção e o índice de elasticidade eficaz já não aumentam quando aumentam as rotações.

Fim de curso da mola curva no disco de inércia primário _____

Guias de deslizamento _____

Abertura da mola _____

Mola de compressão _____

Flange _____



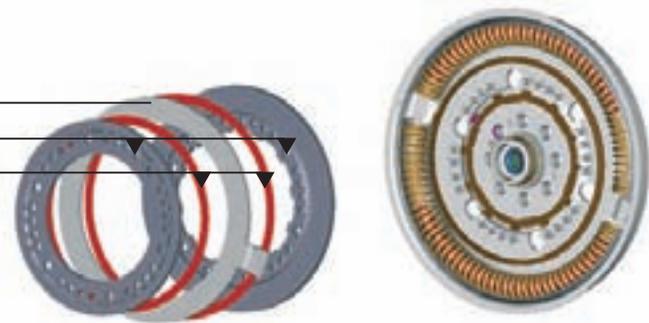
Flange com acoplamento de resvalamento

Ao contrário da flange rígida, o terceiro tipo de flange não se encontra firmemente rebitado ao disco de inércia secundário. Nesta versão, a flange está desenhada como um diafragma. Duas placas de retenção encarregam-se de ajustar a posição desse mola de disco no bordo. O resultado em secção transversal é, portanto, um aperto em forma de forquilha. O binário motor é transmitido com segurança graças à fricção entre esse aperto e o disco elástico (a flange).

Flange _____

Placa de fixação _____

Diafragma _____



3.5 Disco de controlo de fricção

Em alguns volantes de inércia de duas massas existe um sistema adicional de fricção: o disco de controlo de fricção (1). Este disco possui um ângulo livre (α), ou seja, o efeito de fricção adicional não se produz mais do que nos ângulos de torção grandes, agindo então como um amortecimento complementar, por exemplo no arranque ou nos casos de carga adicional.



3. Componentes do volante bimassa

3.6 Molas curvas

Os sistemas de volante bimassa permitem melhorar consideravelmente a qualidade acústica de um veículo, graças a uma configuração especial do amortecedor de torção. Uma consequência directa desta medida é um menor consumo de gasolina, para além da redução do ruído.

Com vista a organizar um aproveitamento óptimo do espaço de montagem disponível, monta-se uma mola helicoidal em forma de semicírculo com um grande número de espiras. Esta mola curva está instalada no canal da mola do volante bimassa, apoiada sobre uma guia de deslizamento. Em funcionamento, as espiras da mola curva deslizam ao longo dessa guia de deslizamento, criando assim uma fricção que é utilizada como sistema de amortecimento. De modo a prevenir o desgaste da mola curva, os seus pontos de contacto no deslizamento são lubrificados com massa. A configuração óptima da guia em que a mola desliza permite uma redução considerável do trabalho de fricção. Assim, a um melhor isolamento das vibrações, junta-se a vantagem de um menor desgaste.



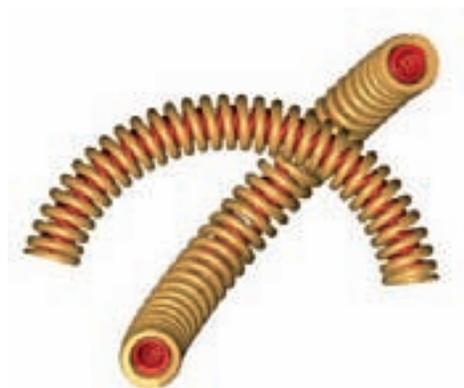
Vantagens da mola curva:

- Fricção elevada quando o ângulo de torção é grande (arranque) e a fricção baixa quando o referido ângulo se reduz (tracção).
- Índice de elasticidade baixo, graças a um aproveitamento favorável e flexível do espaço de montagem disponível.
- Pode ser integrado um amortecimento fim de curso.

A grande diversidade no número de molas curvas permite preparar sistemas de volante de duas massas para cada tipo de veículo e cada potência de motor. As molas curvas são instaladas em diversas versões e com características diferentes de elasticidade. São utilizadas sobretudo:

- molas standard
- molas de duas fases, quer como diversas versões de molas em paralelo, quer na versão de molas em série
- molas de amortecimento

Na prática, os diferentes tipos de molas são utilizados nas mais diversas combinações.



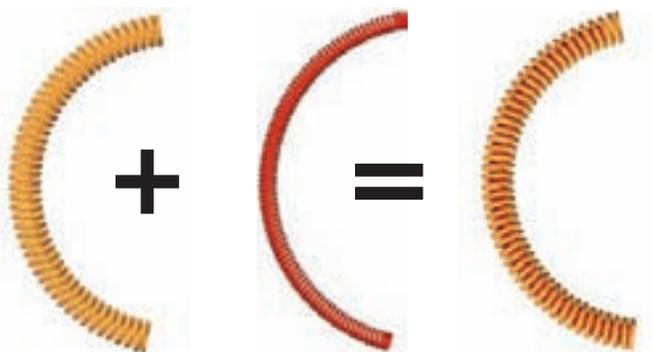
Mola individual

A forma mais simples da mola curva é a mola individual standard.



1-Mola de uma fase em paralelo

As actuais molas standard são as chamadas molas paralelas da 1ª fase. São compostas por uma mola exterior e outra interior, ambas com um comprimento praticamente igual. Ambas as molas são ligadas em paralelo. As curvas características individuais das duas molas são somadas, formando uma curva característica própria do jogo de molas.



2-Mola de duas fases em paralelo

No caso das molas de duas fases em paralelo há também duas molas curvas, uma dentro da outra, embora a mola interior seja mais curta, a fim de actuar mais tarde. A curva característica da mola exterior está adaptada ao incremento necessário no arranque do motor. Aqui intervém apenas a mola exterior, mais branda, de modo a que a margem problemática de frequências de ressonância possa passar com maior rapidez. Quando o binário motor aumenta, chegando até ao valor máximo, também actua a mola interior. Nesta segunda fase, a mola exterior e a interior trabalham em conjunto. A colaboração de ambas as molas pode garantir assim um bom isolamento acústico em todos os regimes de rotações.



3-Mola curva de três fases

Esta mola curva é composta por uma mola exterior e duas molas interiores de características elásticas diferentes, ligadas em série. Aqui são utilizados conjuntamente os dois conceitos de mola em paralelo e mola em série, a fim de poder garantir uma compensação de torção óptima para cada valor do binário do motor.



3. Componentes do volante bimassa

3.7 Versões especiais do volante bimassa

Volante bimassa compacto

DFC = Volante bimassa compacto

Esta versão especial do volante bimassa é composta por uma embraiagem que é montada sobre um volante bimassa, disco de embraiagem e prato de pressão.



A embraiagem é composta pelo prato de pressão e pelo disco de embraiagem



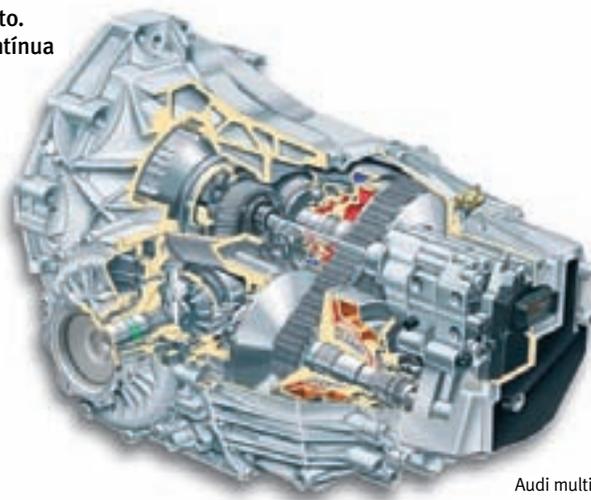
Massa secundária com flange



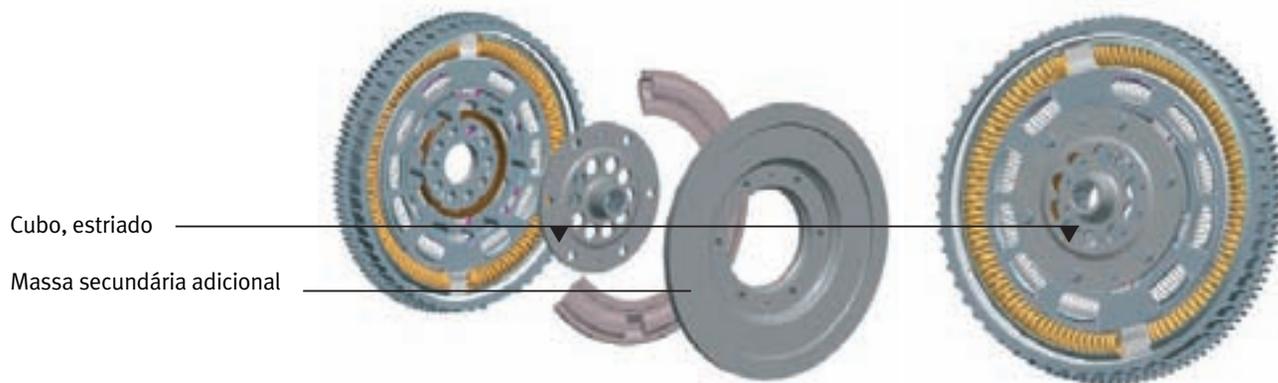
Massa primária



Volante Bimassa para volante bimassa compacto.
CVT = Caixa de velocidades de transmissão contínua



Este volante bimassa é utilizado em caixas de velocidades contínuas ou directas. A transmissão da força não é transmitida por fricção entre a massa secundária e o disco, mas sim directamente do cubo do estriado do disco para o eixo primário da caixa de velocidades. A seguir é possível acoplar qualquer variante da caixa de velocidades.



4. Volante Bimassa: Diagnóstico de avarias

4.1 Indicações gerais

Quando se procede a uma substituição da embraiagem, é absolutamente necessário verificar o volante bimassa. Um volante bimassa desgastado ou danificado pode ser a causa da destruição de uma embraiagem nova!

Observação importante

São cada vez mais os construtores de veículos que instalam um volante bimassa como equipamento de origem num veículo. E esta tendência continua a crescer. O motivo são as vantagens técnicas que o volante bimassa oferece, assim como a necessidade de continuar a aumentar o conforto acústico e de reduzir as emissões contaminantes dos motores modernos. O volante bimassa está adaptado ao veículo e ao motor. Como alternativa ao volante bimassa, no mercado são oferecidas soluções de reparação consistentes em diversas peças. Estes kits de reparação são compostos principalmente por:

- um volante convencional rígido,
- um prato de pressão da embraiagem,
- um disco de embraiagem e
- um rolamento de desembraiagem

Atenção!

Estas soluções alternativas de reparação não cumprem as especificações dos construtores dos veículos. Nestas soluções, o disco de embraiagem não consegue absorver totalmente as vibrações de rotação geradas pelo motor, porque o seu ângulo de torção é menor do que no caso de um volante bimassa. O resultado pode ser a geração de ruídos, podendo mesmo também chegar a causar danos no conjunto propulsor em consequência das vibrações.

Pergunte aos seus clientes:

Nas reclamações dos clientes, algumas perguntas específicas podem facilitar a busca da origem de uma avaria.

- O que é que não funciona? De que é que o cliente se queixa?
- Desde quando é que se coloca esse problema?
- Quando surgiu o problema?
 - É esporádico, frequente, ou constante?
- Em que estado do veículo surge o problema?
 - Por exemplo, ao arrancar, ao acelerar, ao passar para uma mudança superior ou inferior, com o motor frio ou já com a temperatura de trabalho?
- O veículo tem dificuldade em arrancar?
- Qual a quilometragem anual e total do veículo?
- O veículo está a ser submetido a esforços extraordinários?
 - Por exemplo, a funcionar puxando um reboque, com uma carga elevada ou em funções de táxi? Trata-se de um veículo de frota ou de uma escola de condução? Foi submetido a uma reprogramação de centralina para aumento de potência?
- Perfil da circulação usual do veículo?
 - Condução em cidade, percursos curtos, estrada, auto-estrada?
- Foram já efectuadas reparações na embraiagem ou na caixa de velocidades?
 - Em caso afirmativo, qual foi então a quilometragem do veículo e o motivo da reparação?

Verificações gerais no veículo:

- Registos na memória de avarias da unidade de controlo (motor, caixa de velocidades).
- Potência da bateria.
- Estado e funcionamento do motor de arranque.
- Foi aumentada a potência do motor (palavras chave: “reprogramação de centralina“)?

Importante!

- Os ZMS que tenham caído ao chão já não devem voltar a ser montados!
 - Danos no rolamento de fricção ou no rolamento a esferas, anel de transmissão deformado, elevada descompensação.
- No ZMS não é admissível a rectificação da superfície de fricção!
 - A debilitação da superfície de fricção impede que se possa garantir o índice de ruptura.
- Nos ZMS com rolamentos de fricção não deve ser aplicada uma força excessiva para mover o disco de inércia secundário em direcção axial!
 - Se se fizer isso, a membrana existente no interior do volante bimassa poderá ficar danificada.

Na montagem do volante bimassa devem ser tidos em conta os seguintes pontos:

• **Cumprir as indicações do construtor do veículo!**

- Verificar se existe falta de estanquicidade nas juntas estanques (lado do motor e lado da caixa de velocidades), substituindo-as em caso de necessidade.
- Verificar se a roda dentada do motor de arranque apresenta danos e está bem fixa.
- Devem ser sempre utilizados parafusos de fixação novos.
- Verificar se a distância entre os sensores de rotações e o anel de transmissão está correcta no volante bimassa.
 - Depende de qual for o construtor do veículo.
- Sede correcta das guias de ajustamento da embraiagem.
 - As guias de ajustamento não devem ter sido inseridas no volante bimassa nem ter desaparecido.
 - As guias de ajustamento que tiverem sido introduzidas roçam na massa primária (ruídos).
- Limpar a superfície de fricção do volante bimassa utilizando um pano humedecido com um produto de limpeza que dissolva a gordura.
 - O produto de limpeza não deve penetrar no volante bimassa!
- Parafusos de comprimento correcto para a embraiagem.
 - Os parafusos demasiado grandes roçam na massa primária (ruídos) e podem provocar o seu bloqueio.
 - Os parafusos demasiado compridos podem danificar o rolamento de esferas ou fazer com que este saia da sua sede.

Não é permitido

- Lavar peças na máquina de lavar.
- Limpar com um dispositivo de limpeza a alta pressão, um projector de vapor, ar comprimido ou sprays de limpeza.

Dependendo do protótipo de veículo existente em cada caso, são permitidas as seguintes características técnicas, que não influenciam a função:

- Ligeiras fugas de massa lubrificante na parte posterior do volante bimassa (lado do motor), que se estendem desde os orifícios para fora.
- A massa secundária pode girar alguns centímetros até à massa primária e não retroceder por si própria mesmo para a sua posição inicial.
 - No caso de um volante bimassa com disco de controlo de fricção é possível sentir e escutar um forte batimento.
- Dependendo da versão, até 2 mm de folga axial entre a massa primária e a massa secundária.
 - Em alguns protótipos com rolamento de fricção, até 6 mm de folga axial.
- Cada volante bimassa dispõe de uma folga basculamento do disco da massa secundária.
 - Rolamentos de esferas: até 1,6 mm; rolamentos de fricção: até 3,0 mm.
 - Mas as massas primária e secundária não devem chocar entre si!

4.2 Ruídos

Como medida geral, ao verificar o estado de um volante bimassa, há que garantir que não se produzem ruídos procedentes de outros componentes próximos, tais como a instalação do escape, as placas de protecção térmica, os silenciadores amortecedores da suspensão do motor, os grupos auxiliares ou outros elementos similares. Também é necessário certificar-se de que também não é transmitido qualquer ruído provocado por sistemas como uma unidade de tensão da correia ou o compressor do ar comprimido. Para delimitar a origem do ruído pode ser utilizado, por exemplo, um estetoscópio.

O caso ideal seria poder comparar o problema do cliente com um veículo equipado de modo igual ou similar.

Os ruídos de basculamento, que são produzidos ao activar a embraiagem, ao engatar uma mudança ou após uma mudança da potência do motor, podem ser originários do conjunto propulsor. Podem ser gerados por uma folga nos flancos dos dentes das engrenagens da caixa de velocidades, folga no veio de transmissão, no eixo do cardan, ou no diferencial. Porém, esses ruídos não significam que haja danos no volante bimassa.

Em estado de desmontagem, a massa secundária pode girar contra a massa primária. Também neste caso é possível escutar um ruído em determinadas circunstâncias.

No volante bimassa com disco de controlo de fricção, o ruído pode ser causado pelo batimento da massa secundária contra o disco de controlo de fricção ou pela flange, que entra em atrito com as molas curvas.

Também neste caso não existe uma avaria no volante bimassa.

Os zumbidos podem ter diversas causas, como por exemplo ressonâncias no conjunto propulsor ou uma descompensação inadequada do volante bimassa. Por exemplo, pode ocorrer uma descompensação excessiva pela falta de contrapesos de equilíbrio na parte posterior do volante bimassa ou como consequência de um rolamento de fricção defeituoso. É relativamente fácil saber se o zumbido se deve a um excesso de descompensação. Com o veículo parado, faz-se girar lentamente o motor vai-se aumentando uniformemente a velocidade de rotação. Se a vibração do motor aumentar ao aumentarem as rotações, o volante bimassa está defeituoso.

Neste caso, também ajuda a comparação com um veículo que esteja equipado com uma motorização igual ou similar.

4. Volante Bimassa: Diagnóstico de avarias

4.3 Reprogramação da centralina

O aumento da potência do motor através da reprogramação da centralina não é complicado podendo ser efectuado com rapidez, sendo actualmente até relativamente favorável em determinados casos. Por algumas centenas de euros é possível aumentar facilmente a potência de um motor, em alguns casos até mais 30%! No entanto, a maior parte das vezes, ao fazê-lo, não se tem em conta que o motor não está dimensionado para trabalhar em contínuo com essa maior potência (por exemplo, sobrecarga térmica) e que os restantes componentes do conjunto propulsor também não conseguem resistir a esses aumentos permanentes de momento /potência.

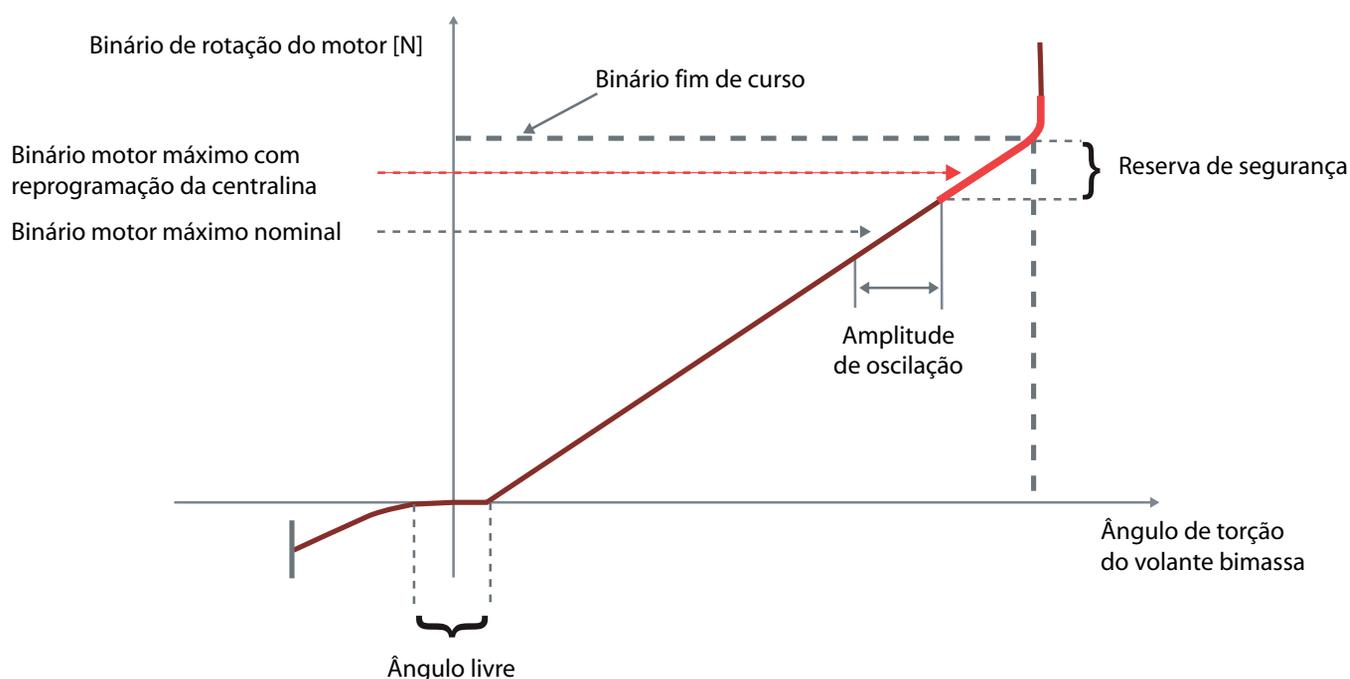
Como regra geral, o sistema de elasticidade /suspensão de um volante de duas massas está dimensionado de acordo com o motor existente em cada caso, e o mesmo sucede com os restantes componentes do conjunto propulsor. O aumento do binário motor, por vezes superior a 30%, significa, em muitos casos, a necessidade de utilizar, ou mesmo de ultrapassar todas as reservas de segurança do volante bimassa. Como consequência, as molas curvas podem estar totalmente comprimidas durante a circulação normal do veículo, o que pode ter como resultado um pior isolamento (ruídos) ou uma marcha irregular e sacudida do veículo. Como isto acontece em metade da frequência de ignição, produzem-se muito rapidamente valores muito elevados

de carga alternativa, que não danificam apenas o volante bimassa, mas também a caixa de velocidades, os eixos de tracção e o diferencial. O dano pode ir desde um aumento do desgaste até uma avaria abrupta do componente afectado, com os correspondentes e elevados custos de reparação inerentes.

O aumento de potência do motor desloca o momento máximo de rotação do mesmo para a zona da reserva de segurança. Durante a circulação do veículo, o volante de duas massas fica sujeito permanentemente a uma sobrecarga devido ao aumento do binário motor. Isto faz com que as molas curvas do volante bimassa se comprimam totalmente com uma frequência muito superior àquela para a qual estão dimensionadas, o que resulta na destruição do volante bimassa!

O certo é que muitas das empresas que se dedicam ao que designam por “afinação” do motor garantem o aumento da potência, mas o que é que acontece quando essa garantia termina? O aumento de potência danifica os componentes do conjunto propulsor de um modo lento mas também contínuo. Em determinadas circunstâncias, os componentes do conjunto propulsor falham depois de terminado o prazo de garantia dado quando da “afinação”, o que significa que o cliente fica sozinho na hora de pagar os custos da reparação.

Curva característica das molas de arco em arrastamento (exemplo)



Importante!

O aumento da potência do motor através do sistema de *reprogramação da centralina*, constitui motivo para que se anule a licença de circulação do veículo!

4.4 Verificação visual / Fotos dos danos

Disco de embraiagem

Descrição

Disco de embraiagem queimado

Causa

Sobrecarga térmica do disco de embraiagem

→ por exemplo, se o limite de desgaste tiver sido ultrapassado

Efeito

Carga térmica do volante bimassa

Solução

Verificação visual do volante bimassa em busca de coloração térmica

→ Ver recomendação:

- Carga térmica escassa na página 24
- Carga térmica mediana na página 24
- Carga térmica elevada na página 24
- Carga térmica muito elevada na página 25



Zona entre a massa primária e a massa secundária

Descrição

Partículas de abrasão do forro queimado da embraiagem na zona exterior do ZMS e nas ranhuras de ventilação

Causa

Sobrecarga térmica do disco de embraiagem

Efeito

As partículas de abrasão podem penetrar no canal das molas do volante bimassa e provocar avarias funcionais

Solução

Substituir o volante bimassa



4. Volante Bimassa: Diagnóstico de avarias

Superfície de fricção

Descrição

Estrias

Causa

Embraiagem desgastada

→ Os rebites do forro da embraiagem roçam na superfície de fricção

Efeito

Transmissão limitada da força

→ A embraiagem já não consegue proporcionar o binário necessário

→ Dano da superfície de fricção do volante bimassa

Solução

Substituir o volante bimassa



Superfície de fricção

Descrição

Manchas escuras pontuais produzidas pelo calor

→ Também em grande quantidade

Efeito

Nenhum

Solução

Não é necessário aplicar qualquer tipo de medida



Superfície de fricção

Descrição

Gretas

Causa

Sobrecarga térmica

Efeito

O funcionamento do volante bimassa já não é seguro

Solução

Substituir o volante bimassa



Rolamento de esferas

Descrição

- Fuga de massa lubrificante
- O rolamento gripou
- Falta a tampa de estanqueidade, está danificada ou apresenta coloração castanha devido a uma sobrecarga térmica

Causa

Sobrecarga térmica ou danos /sobrecarga de tipo mecânico

Efeito

Lubrificação deficiente do rolamento
-----> Avaria do volante bimassa

Solução

Substituir o volante bimassa



Rolamento de fricção

Descrição

Danificado ou destruído

Causa

Desgaste e/ou influência mecânica

Efeito

O volante bimassa está defeituoso

Solução

Substituir o volante bimassa



Rolamento de fricção

Descrição

Desgastado

-----> Durante a vida do rolamento é normal que a folga radial aumente em relação ao diâmetro, desde cerca de 0,04 mm (quando a peça é nova) até um máximo de 0,17 mm

Causa

Desgaste

Efeito

- $\leq 0,17$ mm: nenhum
- $> 0,17$ mm: forte inclinação da massa secundária

Solução

Substituir o volante bimassa quando a folga do rolamento for de 0,17 mm



4. Volante Bimassa: Diagnóstico de avarias

Escassa carga térmica

Descrição

A superfície de fricção tem uma ligeira coloração (dourada /amarela)
→ Não há cores de revenido no diâmetro exterior ou na zona do rebite

Causa

Carga térmica

Efeito

Nenhum

Solução

Não é necessário aplicar qualquer tipo de medida



Carga térmica mediana

Descrição

Coloração azul na superfície de fricção devido a um breve aquecimento (220°C) → Não há coloração na zona do rebite

Causa

A coloração da superfície de fricção é um efeito normal do funcionamento

Efeito

Nenhum

Solução

Não é necessário aplicar qualquer tipo de medida



Carga térmica alta

Descrição

Cores de revenido na zona do rebite e/ou no diâmetro exterior. A superfície de fricção não apresenta cor de revenido/cuc

→ O volante bimassa continuou a funcionar ainda durante algum tempo após a carga térmica.

Causa

Carga térmica elevada (280 °C)

Efeito

O volante bimassa deverá funcionar deficientemente ou não, consoante a duração da carga térmica

Solução

Substituir o volante bimassa



Carga térmica muito elevada

Descrição

O volante bimassa mostra uma coloração lilás azulada, lateralmente ou na parte posterior e/ou outros danos visíveis, designadamente gretas

Causa

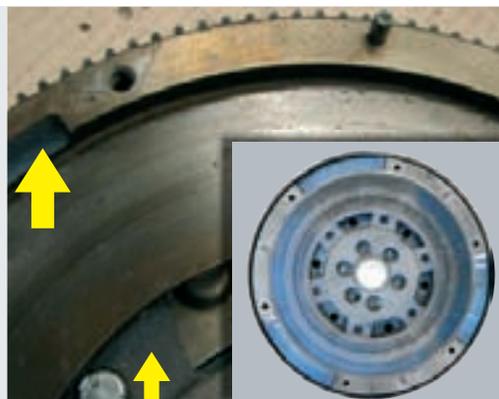
Carga térmica muito elevada

Efeito

O volante bimassa é defeituoso

Solução

Substituir o volante bimassa



Disco de controlo de fricção

Descrição

Disco de controlo de fricção fundido

Causa

Elevada carga térmica interna no volante bimassa

Efeito

Influi negativamente na função do volante bimassa

Solução

Substituir o volante bimassa



Disco de inércia primário

Descrição

O disco de inércia secundário roça no disco de inércia primário

Causa

Anel de fricção do rolamento de fricção desgastado

Efeito

Ruído

Solução

Substituir o volante bimassa



4. Volante Bimassa: Diagnóstico de avarias

Roda dentada do motor de arranque

Descrição

Forte desgaste da roda do motor de arranque

Causa

Motor de arranque defeituoso

Efeito

Ruído no arranque do motor

Solução

→ Substituir o volante bimassa

→ Verificação do funcionamento do motor de arranque



Anel de transmissão

Descrição

Dentes torcidos no anel de transmissão

Causa

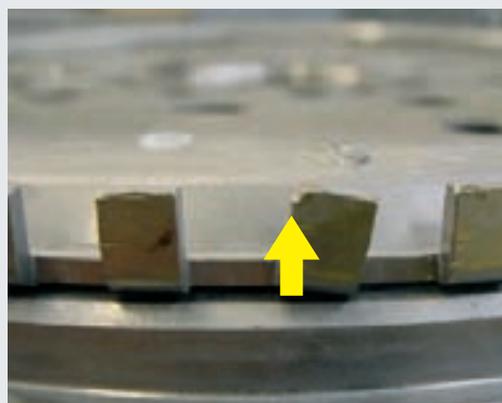
Dano mecânico

Efeito

Influência negativa sobre a marcha do motor

Solução

Substituir o volante bimassa



Pequena fuga de massa lubrificante

Descrição

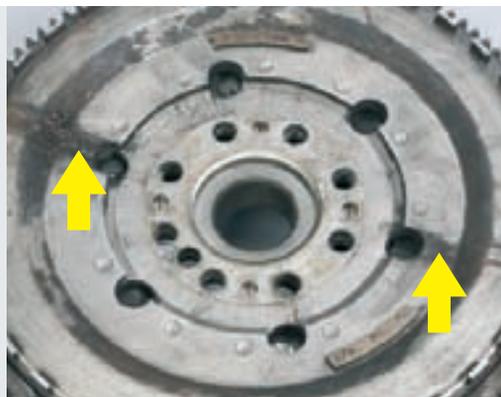
Pequenas fugas de massa lubrificante na parte do motor, que saem dos orifícios ou das tampas de estanqueidade

Efeito

Nenhum

Solução

Não é necessário tomar qualquer tipo de medida



Saída significativa de massa lubrificante

Descrição

Saída de massa superior a 20 g

→ A massa distribui-se dentro da tampa da caixa de velocidades

Efeito

Lubrificação defeituosa das molas curvas

Solução

Substituir o volante bimassa



Contrapesos de equilibragem

Descrição

Frouxos ou desaparecidos

→ É possível reconhecer nos pontos visíveis da soldadura

Efeito

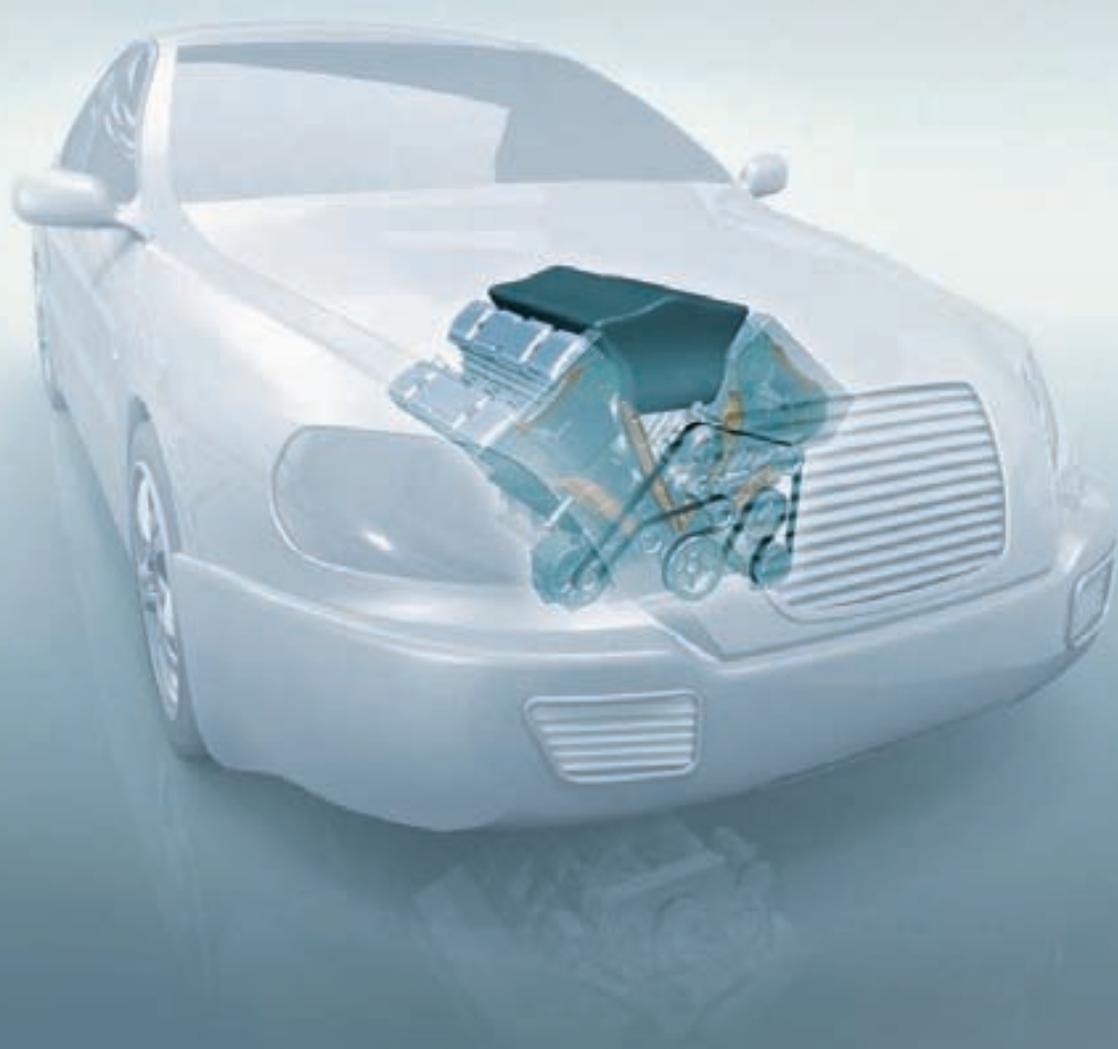
Descompensação do volante bimassa

→ Forte zumbido

Solução

Substituir o volante bimassa







INA, na vanguarda da tecnologia

A **INA** adaptou-se muito rapidamente às exigências e especificações do mercado automóvel internacional. Actualmente, a **INA** produz componentes para o **Trem de Válvulas**, o **Sistema de Distribuição do Motor** e o **Sistema Secundário de Accionamento de Elementos Auxiliares**, assim como os **Sistemas de Avanço da Árvore de Cames**, para os fabricantes de automóveis e para o mercado das peças de reserva.

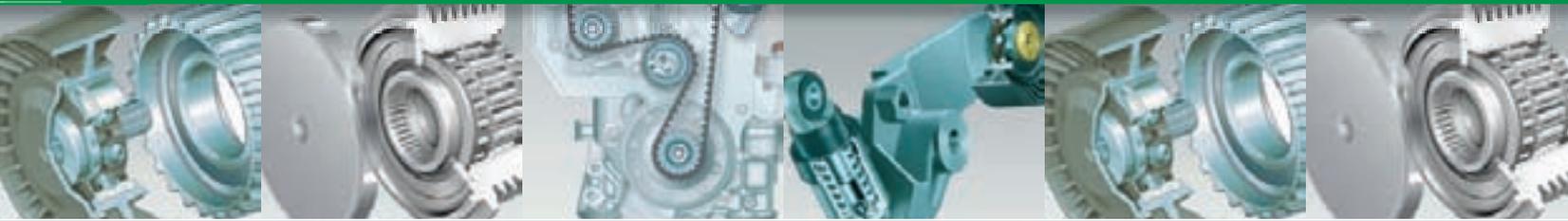




				
✓	✓	✓	✓	✓

Sistemas de Transmissão por Correia

Informação Técnica



Índice

1. Sistemas de transmissão por correia nos veículos a motor	141
1.1 Transmissão por correia de distribuição / Sistemas de correia dentada	142
1.2 Transmissão por correia para grupos auxiliares / Sistemas de transmissão por correia para grupos auxiliares	143
2. Rolamentos tensores e rolamentos fixos para distribuição e accionamento de grupos auxiliares	144
2.1 Unidades tensoras para a transmissão por correia dentada	146
2.2 Unidades tensoras para a transmissão por correia para grupos auxiliares	147
3. Polias livres do alternador	150
3.1 Características técnicas e princípio operativo	151
3.2 Design da polia livre do alternador	158
3.3 Armazenamento e operação da polia livre do alternador	159
3.4 Ensaio de funcionamento	160
4. Diagnóstico de avarias	161
5. Manutenção	163

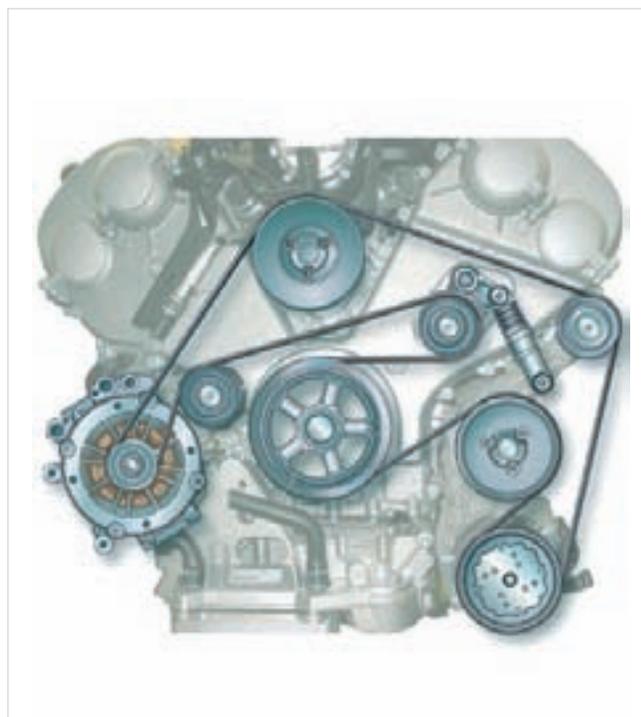
1. Sistemas de transmissão por correia nos veículos a motor

Nos veículos a motor, os sistemas de transmissão por correia desempenham duas funções: a transmissão através da correia de distribuição controla as válvulas por meio de uma correia dentada que transmite o movimento radial da cambota à árvore de cames numa relação de 2:1, garantindo desse modo uma sincronização perfeita entre o movimento do pistão e a distribuição das válvulas.



A chamada transmissão auxiliar é utilizada para accionar os grupos auxiliares, como por exemplo o alternador, a bomba do líquido de arrefecimento, a bomba da direcção assistida ou o compressor do ar condicionado. Esta função costumava ser desempenhada pela correia trapezoidal estriada, que transmitia o binário da cambota ao alternador e à bomba do líquido de arrefecimento, com perdas de binário causadas por patinagem.

No entanto, nos veículos actuais, são cada vez mais utilizados dispositivos electrónicos para aumentar o conforto da condução, razão pela qual uma correia trapezoidal estriada já não é suficiente para accionar o alternador de alta potência e os grupos auxiliares, como por exemplo o compressor do sistema de ar condicionado ou a bomba da direcção assistida. Para solucionar este problema, é agora utilizada uma polia trapezoidal múltipla, que permite trabalhar com raios de curvatura reduzidos e, portanto, com relações de transmissão mais elevadas. Com um espaço de instalação disponível especialmente reduzido, os grupos auxiliares podem ser accionados pela parte interior ou exterior da correia trapezoidal múltipla.



1.1 Transmissão por correia de distribuição / Sistemas de correia dentada

A correia dentada é fabricada em borracha, sendo a sua estrutura reforçada com um cordel de fibra de vidro e a parte posterior com tecido de poliamida. Uma camada intermédia resistente a altas temperaturas garante o rendimento ideal dos materiais utilizados. Os dentes também são reforçados com poliamida, a fim de aumentar a sua resistência ao desgaste. Uma vez que a correia dentada não requer lubrificação, ao contrário do que acontecia com a corrente de distribuição, não é necessário que o compartimento em que se encontra seja selado. Uma simples tampa de plástico oferece protecção suficiente contra a penetração de impurezas.

Características dos sistemas de correia dentada:

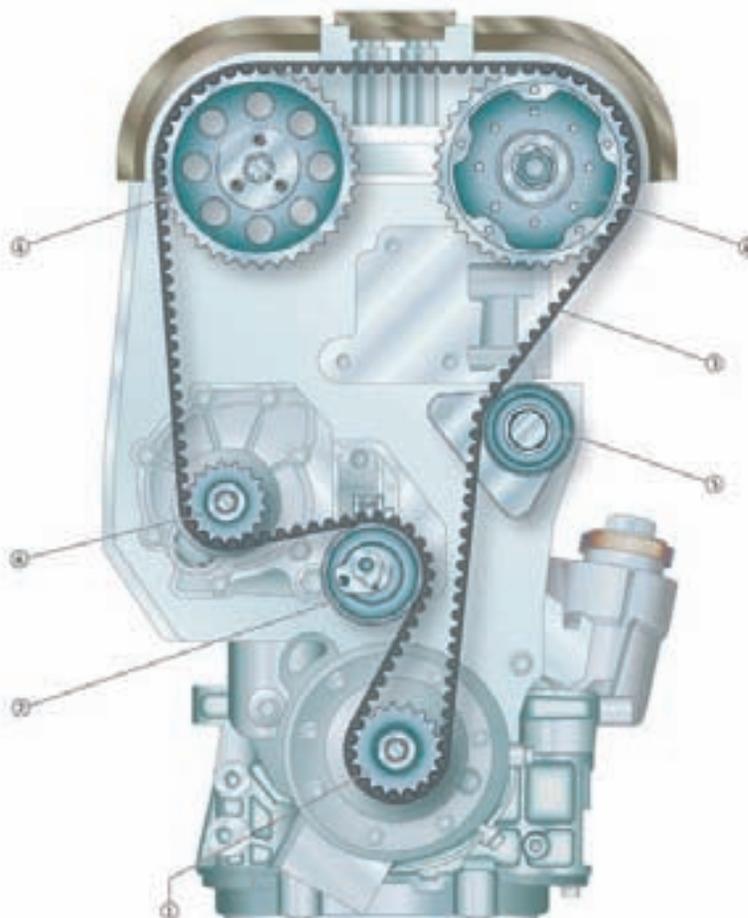
- Ligam a cambota à(s) árvore(s) de cames
- Podem ser utilizados para accionar o sistema de injeção e a bomba de água
- Compensam a transmissão ou o veio intermédio
- Podem estar incluídos num, dois ou vários sistemas separados

Benefícios / vantagens dos actuais sistemas de transmissão por correia dentada:

- Excelente precisão na distribuição das válvulas ao longo de toda a vida útil da correia
- Longa duração / baixos níveis de ruído durante o funcionamento
- Manutenção e ajustamento fácil e de custo reduzido
- Funcionamento em seco, não sendo necessário aplicar óleo
- Design compacto
- Fricção mínima
- Alto índice de rendimento

Transmissão por correia

- (1) polia da cambota
- (2) tensor da correia
- (3) correia dentada
- (4) polia da árvore de cames
- (5) polias loucas (opcional)
- (6) bomba de água (opcional)



1.2 Transmissão por correia para grupos auxiliares / Sistemas de transmissão por correia para grupos auxiliares

Os sistemas de transmissão por correia dos grupos auxiliares podem ser constituídos por um, dois, ou vários sistemas independentes, mas são normalmente desenhados como uma correia em espiral. O accionamento dos grupos auxiliares decorre por meio de um perfil PK multi-estriado, ou de uma correia trapezoidal múltipla (f), cuja tensão se ajusta com precisão ao valor das cargas necessárias, através de um sistema tensor mecânico ou hidráulico. São utilizados rolamentos fixos para criar o raio de curvatura correcto necessário ao accionamento dos componentes auxiliares do motor. Também podem ser utilizados como estabilizadores, para eliminar a vibração da secção da correia. O design das correias trapezoidais múltiplas faz com que estas possam operar com cargas elevadas, transmitindo o binário motor (não é raro que o valor atinja os 350 Nm nos veículos modernos) sem que se produza o deslizamento da cambota (a) a todos os seus grupos auxiliares.

Benefícios / Vantagens dos actuais sistemas de accionamento de grupos auxiliares por transmissão por correia

- Maior controlo da patinagem no accionamento dos grupos auxiliares
- Maiores intervalos de manutenção (160.000 km ou mais)
- Redução da emissão de ruídos durante o funcionamento
- Necessitam de muito pouco espaço para a sua instalação
- Facilidade para o serviço técnico.

Sistemas de accionamento por correia para grupos auxiliares

As correias trapezoidais múltiplas estão desenhadas de modo a poderem operar com elevadas cargas, transmitindo o binário motor sem que ocorra deslizamento da cambota (a) a todos os seus grupos auxiliares, tais como:

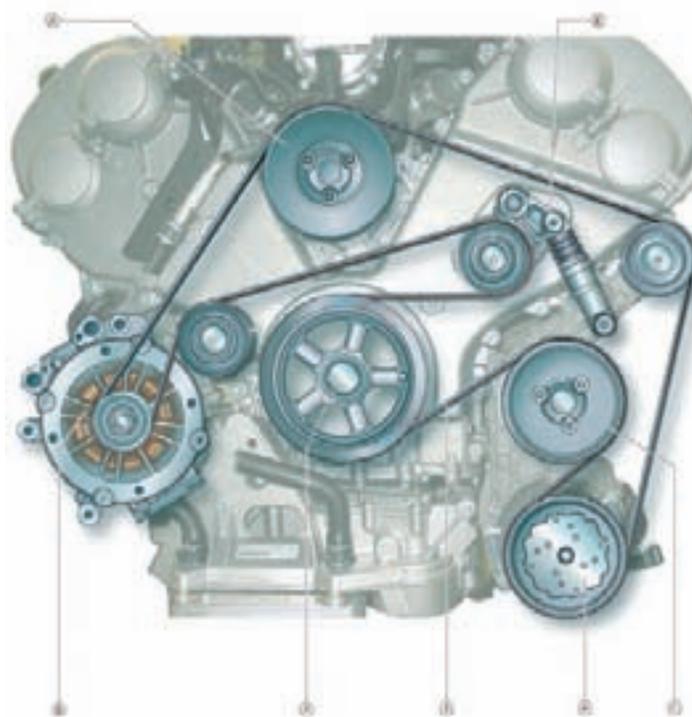
Alternador (b)

Bomba da direcção (c)

Bomba de água (d)

Compressor do ar condicionado (e),

e outros equipamentos, designadamente o ventilador ou sobrealimentador mecânico.



2. Rolamentos tensores e rolamentos fixos para as funções de distribuição e accionamento de grupos auxiliares

Os rolamentos tensores e os rolamentos fixos são utilizados tanto para a função de distribuição como de accionamento dos componentes auxiliares. Os rolamentos tensores transmitem à correia a força do tensor da correia, garantindo dessa forma que a tensão se mantém constante.

Os rolamentos fixos são utilizados tanto para alterar o curso seguido pela colocação da correia, em conformidade com os grupos existentes na parte frontal, assim como para estabilizar a correia e eliminar a sua vibração nas secções com comprimento excessivo.

Os rolamentos tensores e os rolamentos fixos são polias fabricadas em aço ou plástico, com chumaceira de esferas integral, com garganta funda, de feira simples ou dupla. A superfície sobre a qual se move a correia pode ser lisa ou estriada. Uma vez montado o rolamento, deve ser encaixada sobre a unidade uma tampa de protecção, em plástico, para proteger as chumaceiras dos rolamentos fixos. Podem também ser utilizadas tampas em aço, especialmente fabricadas para esse efeito. Estas tampas são aparafusadas ao rolamento.



(a) Chumaceira de rolamentos de uma única feira ECO III, com garganta funda

- Desenvolvimento avançado do modelo 6203, com maior suavidade de movimento,
- Design mais amplo e maior volume de massa lubrificante,
- Melhor índice de carga, comparativamente às chumaceiras similares,
- Característica especial: as estrias do anel exterior garantem um acoplamento seguro do pneu,
- Custo favorável.



(b) Chumaceiras de esferas de feira dupla, com garganta funda

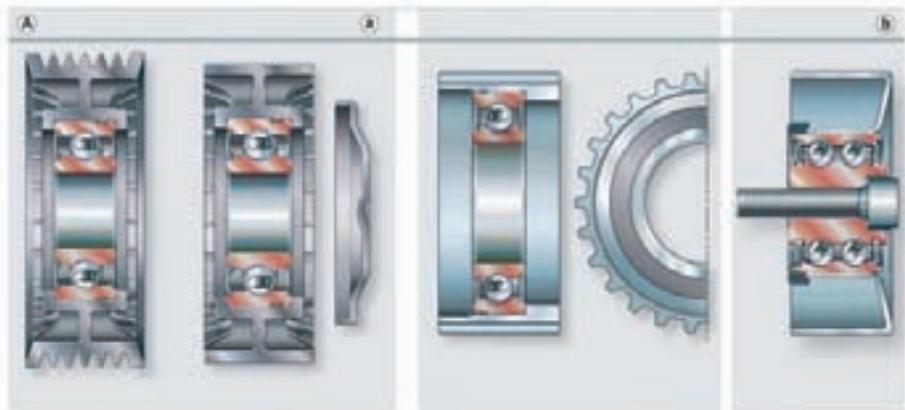
- Resistência a cargas extremas,
- Design mais amplo e maior volume de massa lubrificante,
- Característica especial: as estrias do anel exterior
- Satisfaz os elevados requisitos no que se refere aos desalinhamentos.



Rolamentos tensores e rolamentos fixos

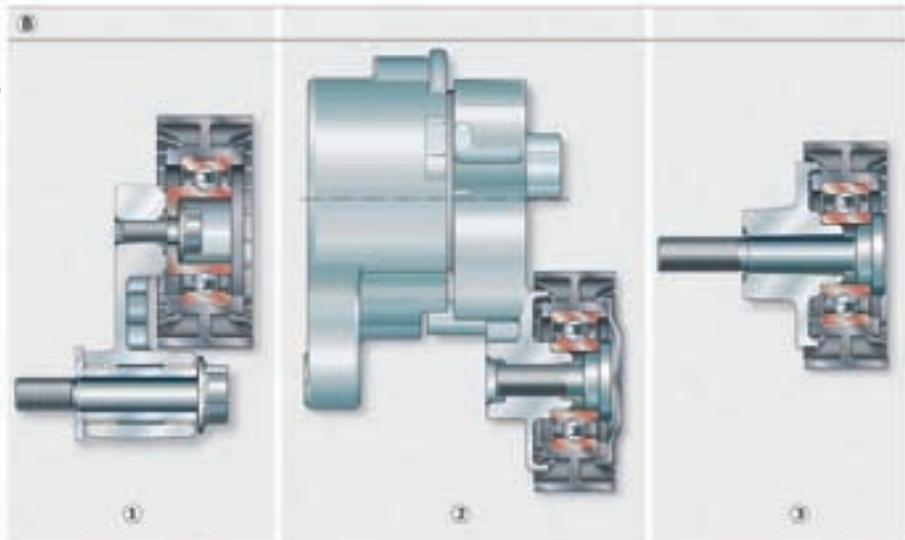
(A) Princípios de design

- (a) Rolamento tensor / rolamento fixo com perfil dentado
- (b) Rolamento tensor de fieira dupla / rolamento fixo



(B) Exemplos de aplicação

- (1) Rolamento tensor com alavanca montada em chumaceira de fricção
- (2) Tensor automático da correia com rolamento tensor
- (3) Rolamento fixo, grupo



Benefícios / Vantagens dos rolamentos tensores e dos rolamentos fixos:

- Garantem uma trajetória precisa da correia
- Permitem um design individual otimizado do accionamento por correia
- Adaptam-se à aplicação específica
- Reduzem as perdas de massa de lubrificação
- Reduzem a emissão de ruído durante o funcionamento
- Resistem às mudanças de temperatura e às influências do exterior
- São recicláveis (marcados como material plástico)
- As estrias garantem um acoplamento seguro entre o anel exterior e a polia plástica de rotação.

2.1 Unidades tensoras para a transmissão por correia dentada

Um dos requisitos prévios essenciais para o funcionamento sem problemas da transmissão por correia de distribuição é que esta tenha a tensão adequada. Uma tensão correcta da correia é o único factor que pode garantir um acoplamento seguro ao longo de toda a vida útil da mesma. Basta que um único dente se solte para afectar negativamente a sincronização exacta das válvulas, o que (em especial nos motores Diesel) pode fazer com que as válvulas «colidam» com o pistão e o motor acabe por falhar.

Durante um longo período de funcionamento, a correia de distribuição distende-se ligeiramente, devido à carga de tracção da cambota e às flutuações normais de temperatura. O resultado é um atraso na sincronização da válvula, quando a velocidade de rotação da árvore de cames é inferior à da cambota. As flutuações de temperatura, que se produzem durante o funcionamento normal do motor, também podem fazer com que a correia se alongue e encurte periodicamente. É por este motivo que a última geração de rolamentos tensores tem uma «margem de regulação» que permite que a unidade de tensão se adapte automaticamente às diferenças de comprimento da correia. No entanto, é imperativo que, durante a revisão do veículo, se comprove o funcionamento do rolamento tensor e se verifique igualmente a tensão da correia de distribuição, corrigindo-a, se necessário.

Existem dois tipos de tensores para a correia de distribuição: manuais e automáticos.

Nas unidades tensoras manuais, a tensão correcta da correia, à temperatura ambiente, é ajustada à mão, de acordo com as especificações do fabricante, devendo ser verificada nos intervalos de manutenção programados e ajustada sempre que necessário.

Vantagens das unidades tensoras manuais:

- Manutenção e ajuste fácil e de custo reduzido
- Design compacto

Desvantagens das unidades tensoras manuais:

- Não se adaptam automaticamente às flutuações de temperatura, às mudanças de carga e ao alongamento da correia devido a um longo período de funcionamento



As unidades tensoras automáticas esticam a correia automaticamente durante a instalação. Um conjunto interno de molas assegura a manutenção de uma tensão praticamente invariável da correia ao longo de toda a sua vida útil, ajustando-a automaticamente às mudanças de temperatura e de carga. Outra das vantagens de

uma unidade tensora automática reside no facto de se poder amortecer a vibração da correia em todos os seus estados de funcionamento. O resultado é que se consegue manter a tensão da correia muito baixa, reduzindo assim a emissão de ruído e prolongando ao mesmo tempo a sua vida útil.

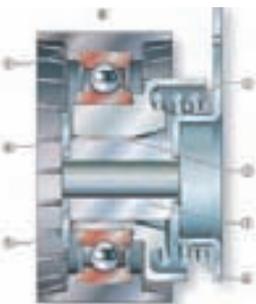
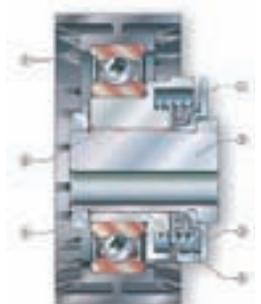
Vantagens das unidades tensoras automáticas:

As unidades tensoras automáticas proporcionam uma função adicional integral de amortecimento mecânico.

- Esticam a correia automaticamente durante a instalação
- Compensam as tolerâncias de fabrico (diâmetro, posições, comprimento da correia)
- Proporcionam uma força constante da correia (qualquer que seja a temperatura, a carga ou os anos de vida da unidade)
- Eliminam quase toda a ressonância do sistema de embraiagem, em todas as condições de funcionamento
- Impedem que os «dentes saltem»
- Reduzem o ruído, devido à melhor possibilidade de ajuste da carga prévia necessária da correia
- Prolongam a vida útil do sistema

O princípio do duplo excêntrico (A) estabelece uma separação entre a função dinâmica de tensão e o sistema de compensação de tolerâncias, sendo possível adaptar-se com precisão aos requisitos dinâmicos da transmissão por correia dentada. O princípio do excêntrico simples (B) simplifica o ajuste do sistema de tensão na linha de montagem do motor e impede eventuais erros de regulação.

Versões



A – Princípio de dupla excentricidade

- (1) Mola cilíndrica helicoidal
- (2) Excentrica de ajuste
- (3) Placa base
- (4) Rolamento de fricção
- (5) Desgaste de ajuste
- (6) Excentrica de trabalho
- (7) Rolamento de tensão

B – Princípio de excentricidade simples

- (1) Mola cilíndrica helicoidal
- (2) Rolamento de griccion
- (3) Montante central
- (4) Placa base
- (5) Excentrica
- (6) Desgaste frontal
- (7) Rolamento de tensão

2.2 Unidades tensoras para o accionamento por correia de grupos auxiliares

Com o objectivo de evitar as vibrações e uma patinagem excessiva da correia, a tensão adequada da correia trapezoidal múltipla é tão vital como o ajuste correcto da tensão da correia dentada

de distribuição. Existem dois tipos diferentes de sistemas tensores:

Unidade tensora da correia com função mecânica de amortecimento



por exemplo:

tensor de braço longo (a)



tensor de braço curto (b)



tensor de forma cônica (c)

Unidades tensoras de correia com função hidráulica de amortecimento



por exemplo:

tensor com vedação por meio de fole (a)



tensor com vedação da haste do pistão (b)

Graças às unidades tensoras de correia, são compensadas as tolerâncias e a dilatação térmica dos componentes da transmissão, bem como o alongamento da correia e o efeito normal do uso e desgaste da mesma.

A carga prévia da correia é ajustada automaticamente durante a instalação, assim como durante os trabalhos de manutenção, razão pela qual se mantém praticamente constante não só com toda a gama de temperaturas do motor como também ao longo de toda a vida útil do sistema de transmissão.

Outras vantagens dos sistemas de transmissão por correia com unidades auto-tensoras automáticas:

- são eliminados os picos de carga da dinâmica da correia
- é reduzido o ruído e o desgaste da correia

Tensores de correia com função mecânica de amortecimento

Os tensores de correia com função mecânica de amortecimento recorrem a uma mola cilíndrica helicoidal ou de torção para gerar a carga prévia necessária da correia. O efeito de amortecimento é conseguido por fricção mecânica. O componente amortecedor de um tensor de braço longo (a) ou de um tensor de braço curto (b) é uma placa plana de fricção; no caso de um tensor de forma cônica (c), o componente de amortecimento é um cone de fricção.

Para determinar qual o tipo de tensor mecânico adequado, o essencial é o espaço de instalação de que se dispõe.

Tensores de correia com função mecânica de amortecimento

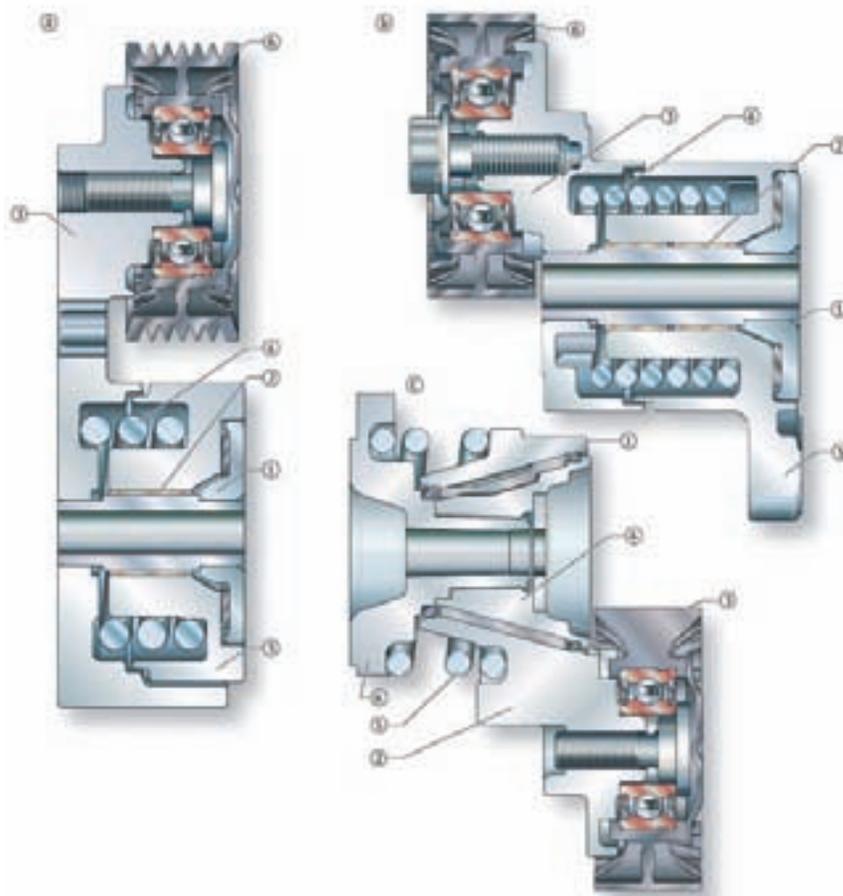
Tensor de braço longo (a)

Tensor de braço curto (b)

- (1) placa e material de fricção
- (2) chumaceira de fricção
- (3) alavanca
- (4) mola helicoidal cilíndrica
- (5) placa base
- (6) rolamento tensor

Tensor cônico (c)

- (1) cone de fricção com vedação
- (2) alavanca
- (3) rolamento tensor
- (4) cone interior
- (5) mola helicoidal cilíndrica
- (6) placa base



Funcionamento das unidades tensoras de correia com função mecânica de amortecimento

Carga prévia da correia

- O binário da mola helicoidal cilíndrica e o braço da alavanca geram a carga prévia necessária da correia.

Amortecimento

- A força axial da mola gera a carga prévia no sistema de amortecimento (mola e placa / cone de fricção).
- A cada movimento, o braço da alavanca produz um movimento relativo no sistema de amortecimento, gerando assim fricção e, por conseguinte, amortecimento.

A carga prévia da correia e o amortecimento adaptam-se de forma independente às respectivas condições de funcionamento.

Unidades tensoras de correia com função hidráulica de amortecimento

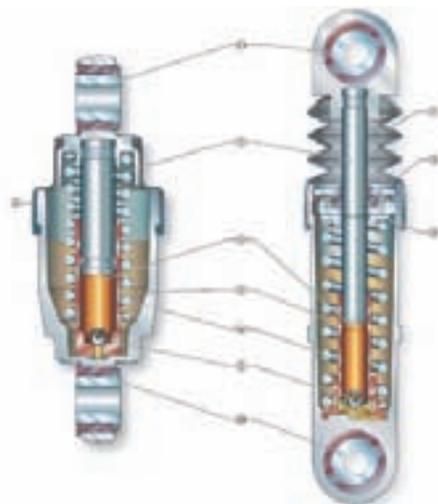
As unidades tensoras de correia com função hidráulica de amortecimento utilizam a mola de pressão do elemento hidráulico para gerar a carga prévia da correia, que é transmitida ao rolamento tensor através da alavanca.

O amortecimento do elemento hidráulico é produzido de forma controlada e proporcional à velocidade (amortecimento hidráulico por abertura de escape do óleo). Devido à função controlada de amortecimento, os tensores hidráulicos tornam-se especialmente adequados para estabilizar os sistemas mais dinâmicos de transmissão por correia (irregularidades cíclicas do motor, por exemplo nas aplicações em veículos com motor Diesel). Além disso, o amortecimento controlado permite uma otimização da carga prévia da correia.

O espaço de instalação disponível e as condições de funcionamento são factores chave no momento de decidir qual o tipo de tensor hidráulico de correia a utilizar.

Unidades tensoras de correia com função hidráulica de amortecimento

- (1) pistão
- (2) câmara de alta pressão / óleo
- (3) depósito / óleo
- (4) mola de pressão
- (5) válvula sem retorno
só com vedação por fole (a):
- (6) vedação por fole
só com vedação na haste do pistão (b):
- (7) fole de protecção
- (8) vedação na haste do pistão
- (9) guia da haste do pistão
- (10) orifício inferior de montagem
- (11) orifício superior de montagem



Funcionamento das unidades hidráulicas tensoras de correia

- A compressão do elemento hidráulico obriga o óleo a sair da câmara de alta pressão, através da abertura de escape, criando desse modo o amortecimento.
- Devido à válvula anti-retorno, que estabelece uma separação entre a câmara de alta pressão e o depósito, o óleo só pode fluir numa direcção (amortecimento controlado).
- Quando o elemento hidráulico se descomprime, o óleo passa do depósito para a câmara de alta pressão, através da válvula anti-retorno.

- As forças de tensão e amortecimento são transmitidas à correia, através da alavanca e do rolamento tensor.
- A força de tensão pode ser ajustada escolhendo uma relação diferente entre a alavanca e a mola de pressão.
- A força de amortecimento é ajustada através da dimensão da abertura de escape do óleo:
 - Quanto menor for a abertura de escape do óleo, maior será a força de amortecimento.

3. Polias livres do alternador

Os cursos de explosão e compressão dos motores de combustão interna produzem a aceleração e desaceleração da cambota. As irregularidades de rotação resultantes da cambota são transferidas aos grupos auxiliares do motor, através da distribuição, e podem fazer com que as massas em rotação no accionamento dos grupos auxiliares acelerem e desacelerem continuamente. Isto tem efeitos indesejáveis no accionamento dos grupos auxiliares, como por exemplo uma emissão de ruídos inaceitável, elevadas forças da correia e do sistema tensor, excesso de vibração da correia e um desgaste prematuro da correia.

Cada um dos grupos auxiliares tem um impacto diferente no comportamento geral do sistema de accionamento dos grupos auxiliares. O componente com maior momento de inércia, o alternador, tem um impacto maior no accionamento dos grupos auxiliares. Para desacoplar o alternador das irregularidades de rotação da cambota, a INA desenvolveu a polia livre do alternador. A polia da correia está montada na haste do alternador, fazendo parte integrante da distribuição.

Polia livre do alternador sobre o alternador

Polias livres do alternador INA

- Desacoplar o alternador das irregularidades de rotação da cambota induzidas pelos motores de combustão interna
- Amortecer a vibração da correia
- Reduzir o nível de carga na distribuição
- Melhorar o comportamento dos ruídos da distribuição
- Prolongar a vida útil da correia
- Reduzir a carga e o deslocamento do sistema tensor
- Aumentar a velocidade média do alternador no regime de ralenti
- Design modular económico, que inclui a unidade de desacoplamento padrão



Estas unidades são utilizadas predominantemente nos seguintes componentes:

- Motores diesel
- Motores a gasolina de injeção directa
- Motores trapezoidais com desligamento do bloco de cilindros
- Sistemas com baixas velocidades de ralenti
- Veículos com transmissão automática e impacto substancial da caixa de velocidades
- Aplicações com requisitos de ruído aumentados no regime de ralenti (utilização de um volante bimassa)
- Alternadores com elevado momento de inércia

3.1 Características técnicas e princípio operativo

Polias livres do alternador

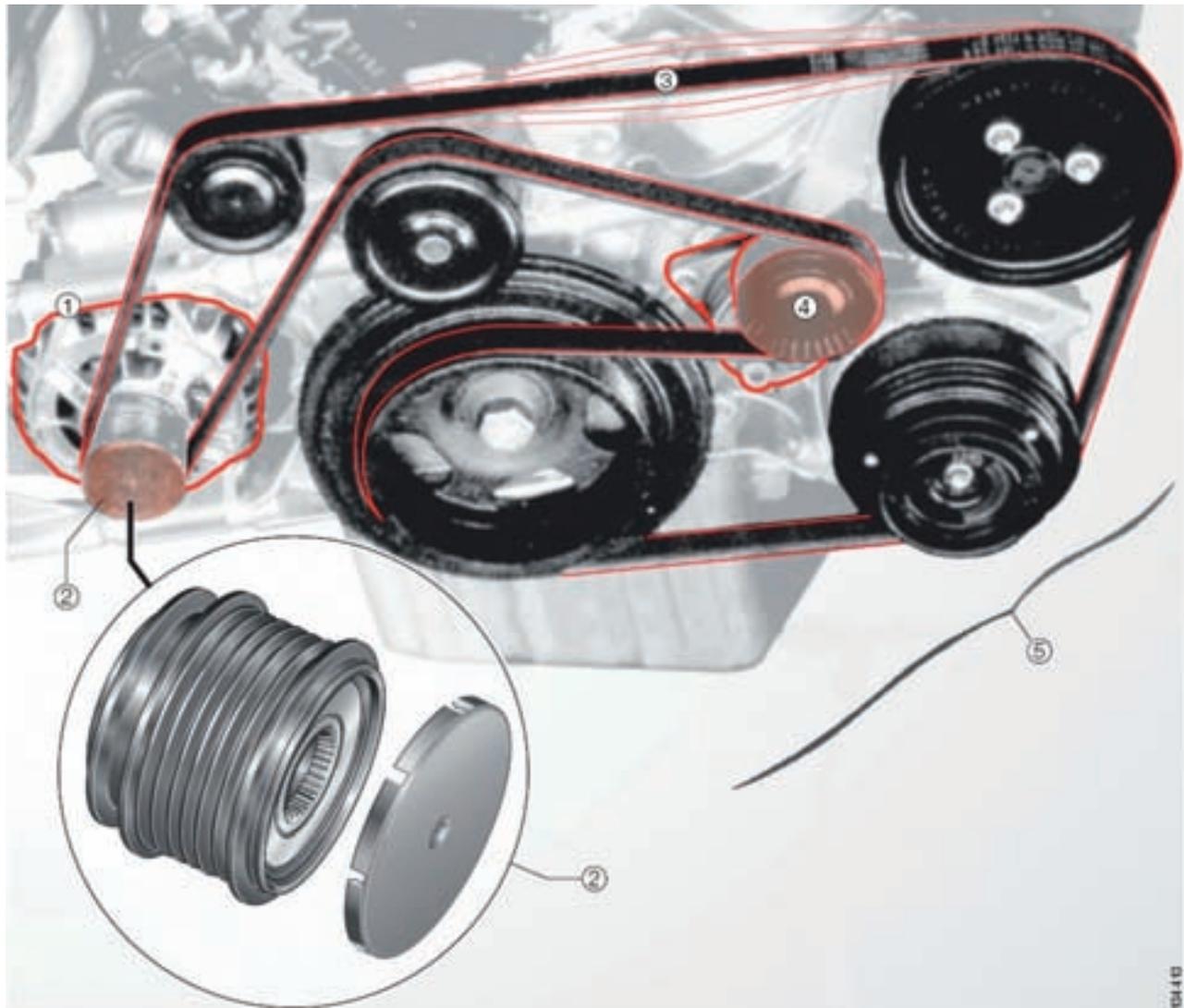
- São conjuntos modulares, compostos pelo seguinte:
 - uma polia de correia com perfil de correia trapezoidal múltipla
 - uma unidade de embraiagem anti-deslizamento, do tipo manguito, com duas chumaceiras de suporte radiais
 - um anel interior, com orifício de centragem, para alojar o bujão roscado da transmissão e perfil estriado para transmitir o binário de aperto durante a instalação
 - vedação nos lados frontais e no alternador
 - uma tampa de protecção na parte frontal.
- Fazem o desacoplamento do alternador, nos motores de combustão interna, das irregularidades de rotação da cambota e, ao fazê-lo, reduzem a influência da massa do alternador na distribuição.
 - Deste modo, o alternador é accionado apenas pelo movimento de aceleração da irregularidade de rotação da cambota.
- Possuem uma frequência não natural, ao contrário das polias de correia com molas ou componentes elastómeros entre o anel interior e exterior
- Aumentam a vida útil da correia, graças ao seguinte:
 - amortecimento da vibração da correia,
 - redução do nível de carga na distribuição
- Reduzem o movimento e a carga do sistema tensor
 - aumentam a vida útil do sistema tensor da correia
- Optimizam o comportamento dos ruídos nos regimes de ralenti e durante o arranque e a paragem
- Evitam possíveis ruídos continuados (patinagem) da correia ao engatar uma mudança superior com plena carga
- Ao contrário das polias de correia rígidas, não podem ser tiradas da haste do alternador (auto-bloqueio)
- Têm um design modular (unidade de desacoplamento padrão), o que permite cumprir as diferentes exigências dos clientes, de uma forma rápida e conómica.

Estrutura da polia livre do alternador

- Polia de correia com perfil de correia trapezoidal múltipla
- Unidade de embraiagem anti-patinagem, com suporte de chumaceira duplo
- Anel interior em aço
- Vedação tipo aba de ambos os lados
- Tampa de protecção em plástico
- Superfície da polia da correia com protecção anti-corrosão



Design típico do accionamento de grupos auxiliares



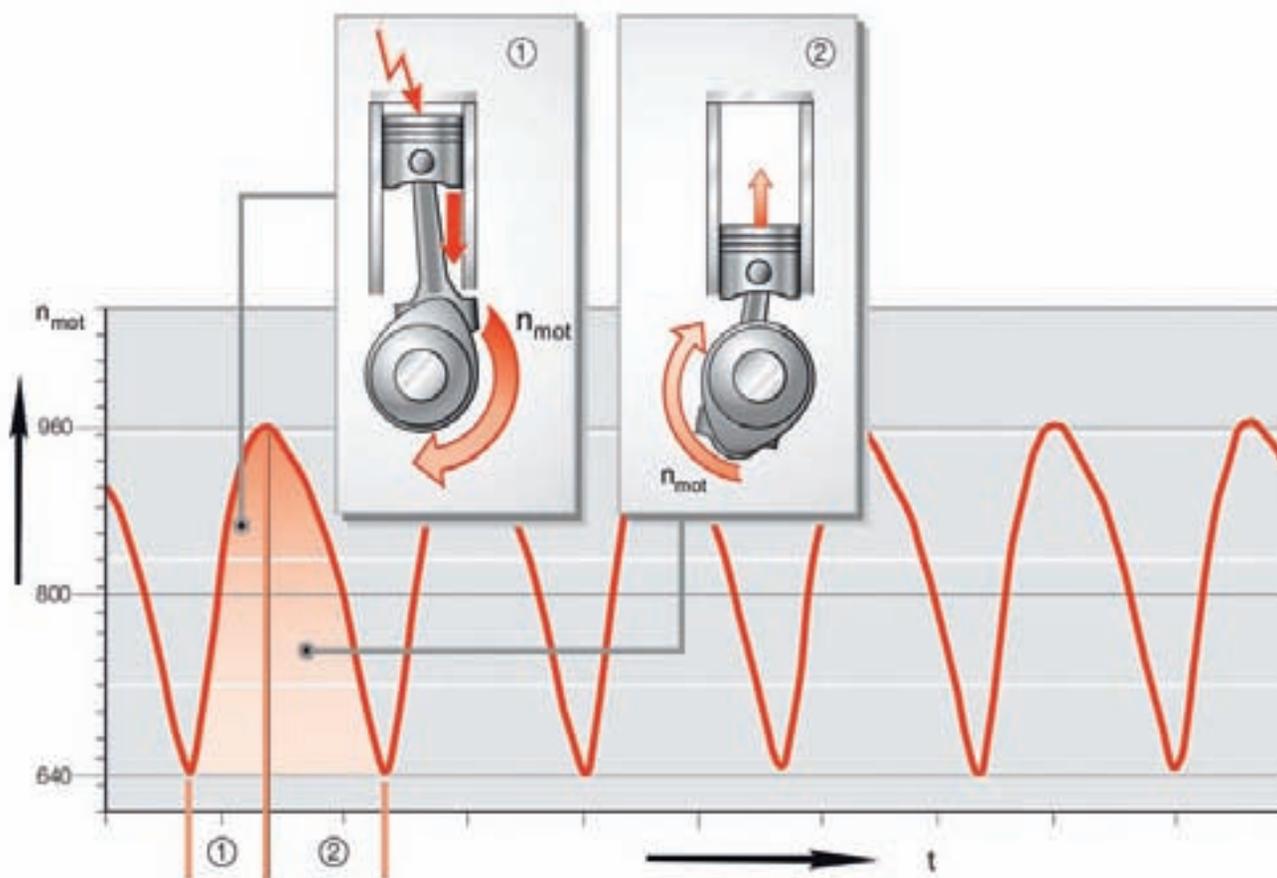
- Utilização de alternadores com momento de inércia incrementado (1)
- Unidade de desacoplamento padrão (polia livre do alternador) sem frequência natural (2)
- Amortecimento da vibração da correia e prolongamento da vida útil da correia, graças a uma embraiagem anti-patinagem (3)
- Força e deslocamento do sistema tensor reduzidos e, por conseguinte, maior vida útil do sistema tensor (4)
- Maior vida útil do sistema e melhor comportamento do nível de ruídos (5)

Irregularidades de rotação da cambota

Os processos de combustão periódicos dos motores de pistão de combustão interna provocam uma significativa irregularidade na rotação da cambota, a qual é transmitida pelo distribuidor aos grupos auxiliares do motor. Estas irregularidades resultam dos cursos de explosão e compressão do motor. O curso de explosão (1) acelera a rotação cambota, enquanto que os cursos de compressão e escape (2) a tornam mais lenta.

Num motor de quatro cilindros, a frequência da irregularidade de rotação da cambota corresponde à segunda ordem do motor, ou seja, dois processos de ignição por rotação. Assim, por exemplo, a velocidade de um motor diesel com uma irregularidade de rotação de 40% e uma velocidade média do motor de 800 r.p.m., varia entre 640 r.p.m. e 960 r.p.m., a uma frequência de 26,7 Hz.

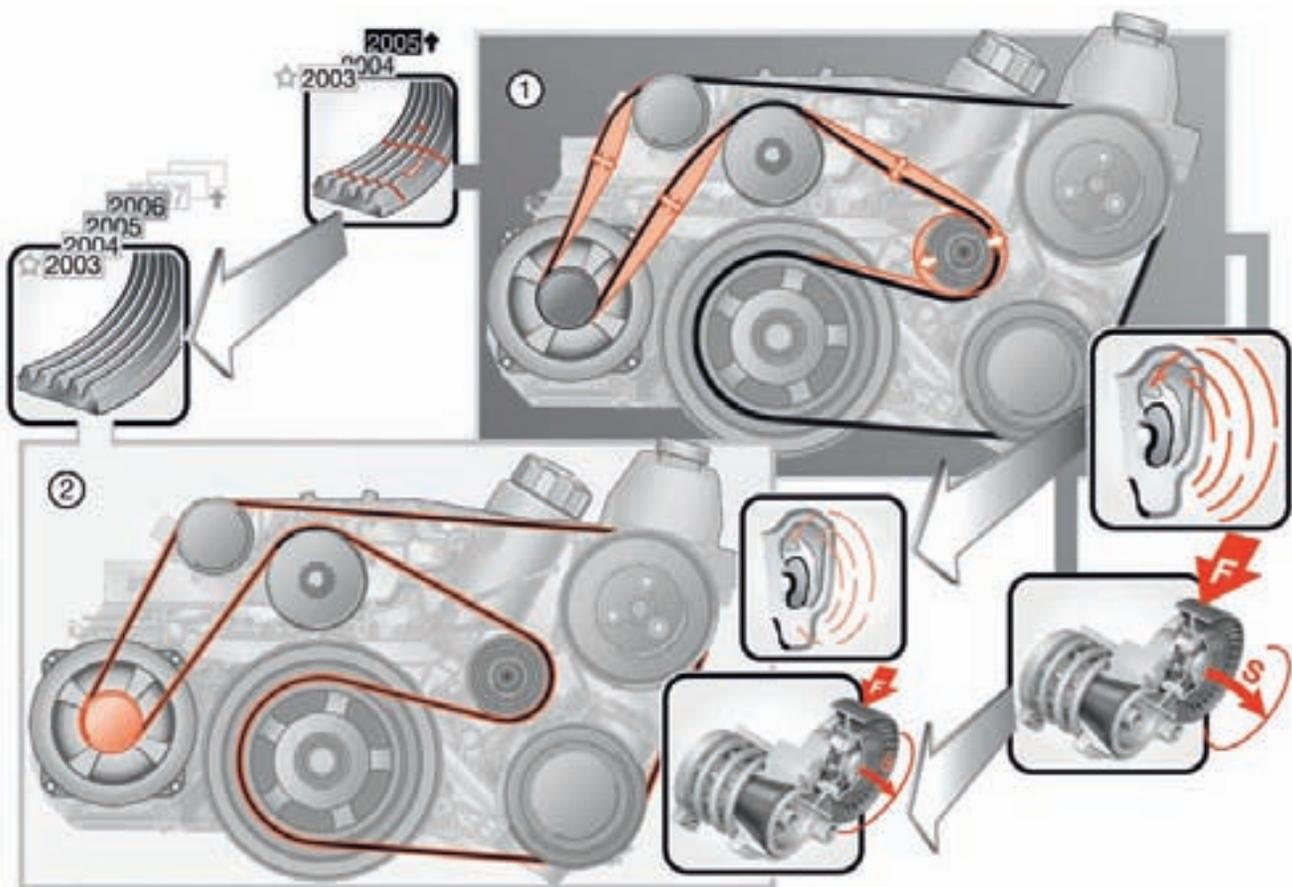
Causas das irregularidades de rotação da cambota



Dependendo do conceito de accionamento dos grupos auxiliares, assim como do nível de carga do motor e dos grupos auxiliares, a aceleração e desaceleração das massas pode provocar reacções indesejáveis no sistema de transmissão por correia.

Isto inclui, por exemplo, níveis de ruído inaceitáveis, elevadas forças da correia e do sistema tensor, maior vibração da correia e um desgaste prematuro da correia.

Efeitos sobre o accionamento dos grupos auxiliares



Efeitos sobre o accionamento dos grupos auxiliares

(1) Condições de funcionamento *sem* a polia livre do alternador

(2) Condições de funcionamento *com* a polia livre do alternador

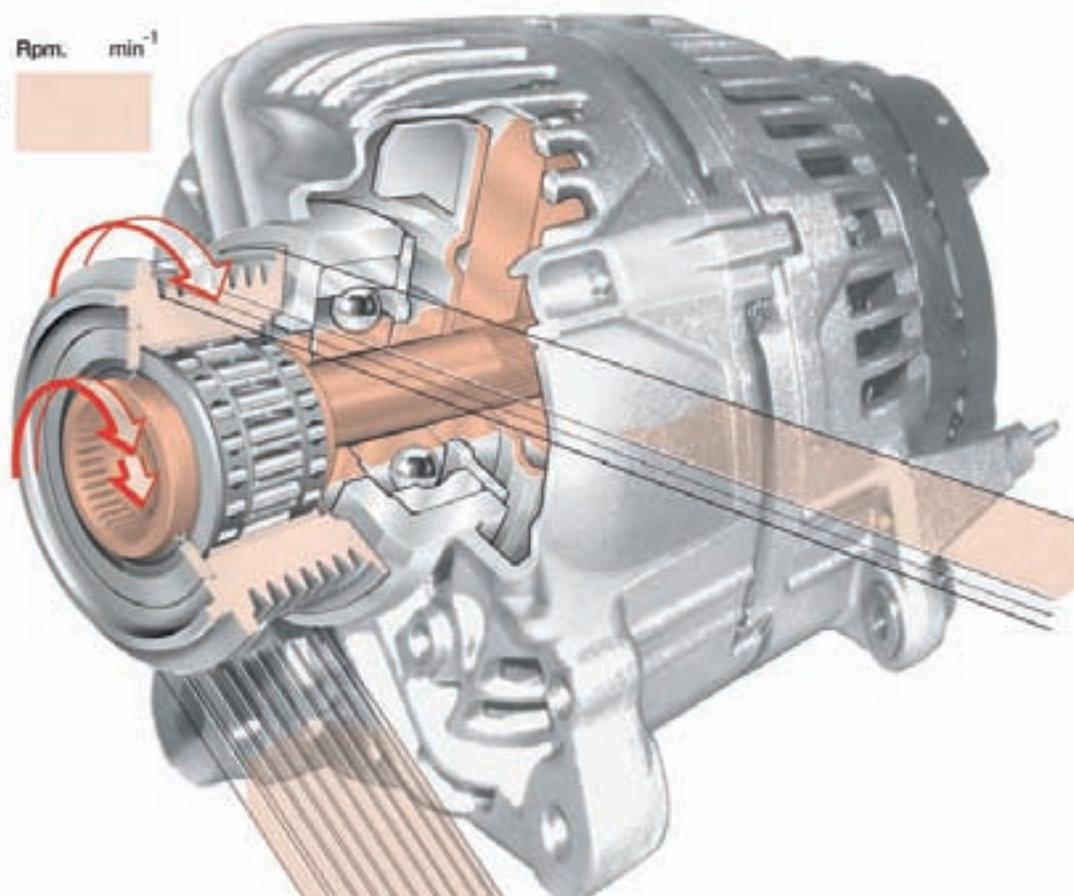
Desacoplamento do alternador

Os diferentes grupos auxiliares têm um nível variável de influência sobre o comportamento geral da distribuição. Concebido para possuir o máximo momento de inércia e também a máxima relação de transmissão ($i = 2,5 \dots 3,2$), o alternador tem o maior impacto sobre o accionamento dos grupos auxiliares. Além disso, a crescente procura de potência eléctrica faz com que os alternadores tenham um rendimento cada vez maior,

com um momento de inércia geralmente maior e, por conseguinte, também um maior impacto sobre a distribuição. Para desacoplar o alternador das irregularidades da rotação da cambota, a INA desenvolveu uma polia livre do alternador, que é montada sobre a haste do alternador e integrada na distribuição. A polia livre do alternador é produzida em série desde 1995, o que demonstra a grande experiência da empresa na produção em série.

Desacoplamento do alternador através da polia livre do alternador

Rpm. min^{-1} Rpm. min^{-1}
IV

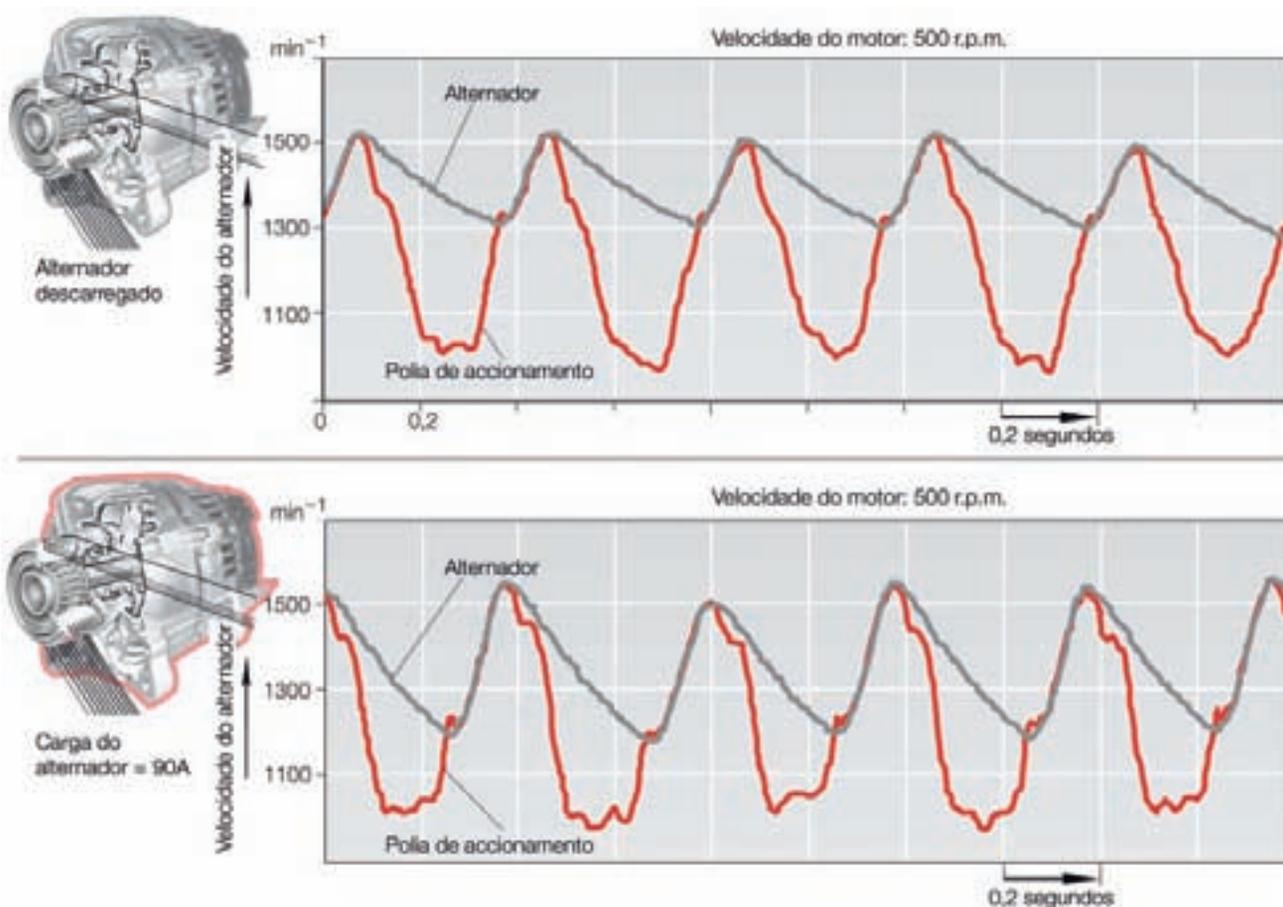


Princípio de funcionamento

O efeito do desacoplamento resulta da energia cinética do rotor do alternador, que faz rodar livremente a polia da correia, desacelerada pela correia, e ocorre principalmente a velocidades inferiores a 2.000 r.p.m.. Depende, em grande medida, do conceito de acionamento, da amplitude das irregularidades da rotação da cambota, da flexibilidade da correia, da carga eléctrica do alternador e do seu momento de inércia. Como resultado, o alternador é accionado unicamente através do movimento de aceleração das irregularidades de rotação da cambota.

Durante as mudanças (transmissão), a haste do alternador também se desliga da velocidade decrescente do motor. Este facto evita o ruído indesejável devido à patinação da correia. A potência actual torna o alternador mais lento. Em consequência, a diferença de velocidade entre a haste do alternador e a polia da correia diminui ligeiramente, ao aumentar a carga no alternador. No entanto, este facto não prejudica o efeito de optimização que é obtido pela polia livre do alternador.

Impacto da polia livre do alternador sobre a velocidade do alternador

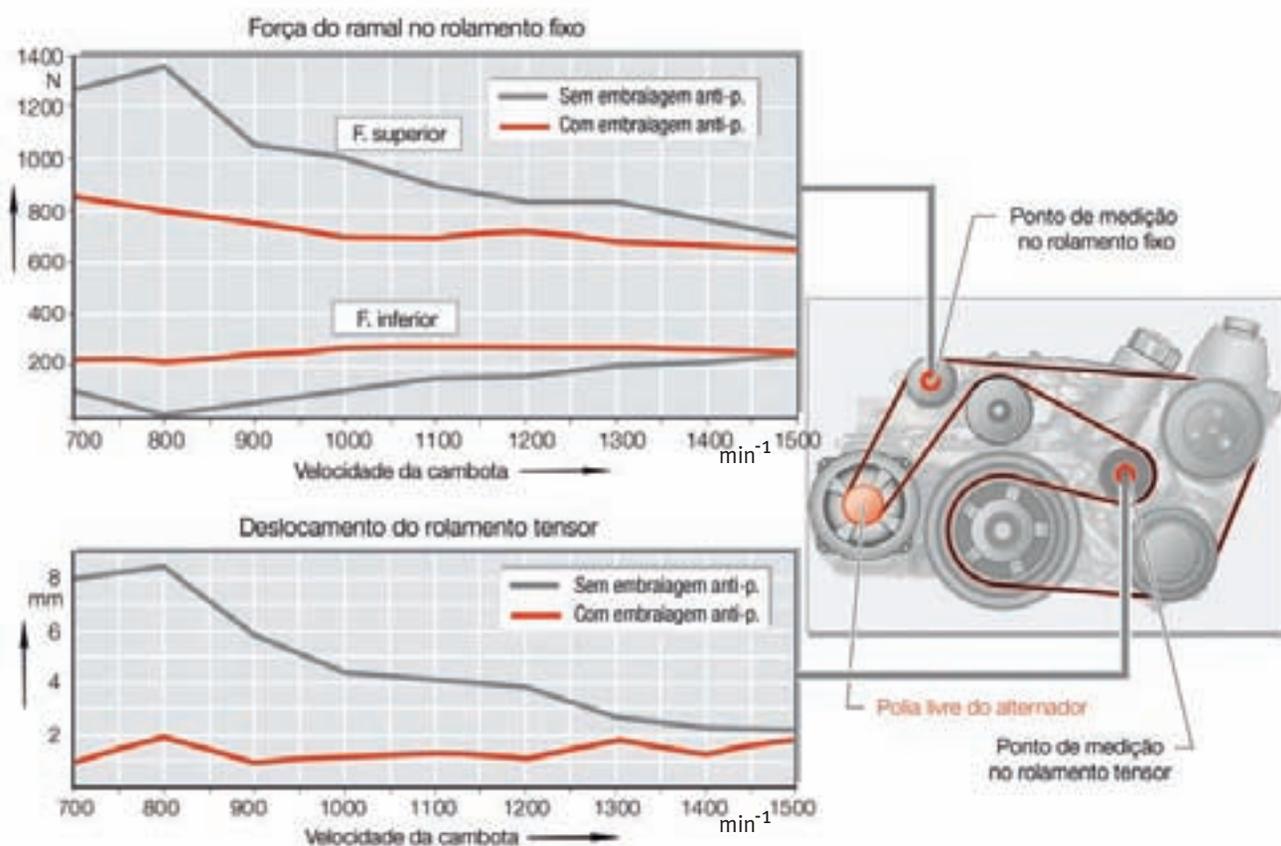


Medições do motor de combustão

As medições da amostra das forças dinâmicas aplicadas ao accionamento de grupos auxiliares demonstram as vantagens da polia livre do alternador face aos conceitos com uma polia de correia fixa. As medições foram efectuadas para determinar a força da correia no rolamento fixo e o deslocamento do rolamento tensor. Consoante a ordem de activação, a força da correia varia entre a força superior e a força inferior. Os resultados demonstram que, graças à polia livre do alternador, as cargas máximas poderiam ser reduzidas desde a superior à inferior. Os resultados obtidos demonstram que, graças à polia livre do alternador, as cargas máximas poderiam ser reduzidas de 1.300 Nm para 800 Nm.

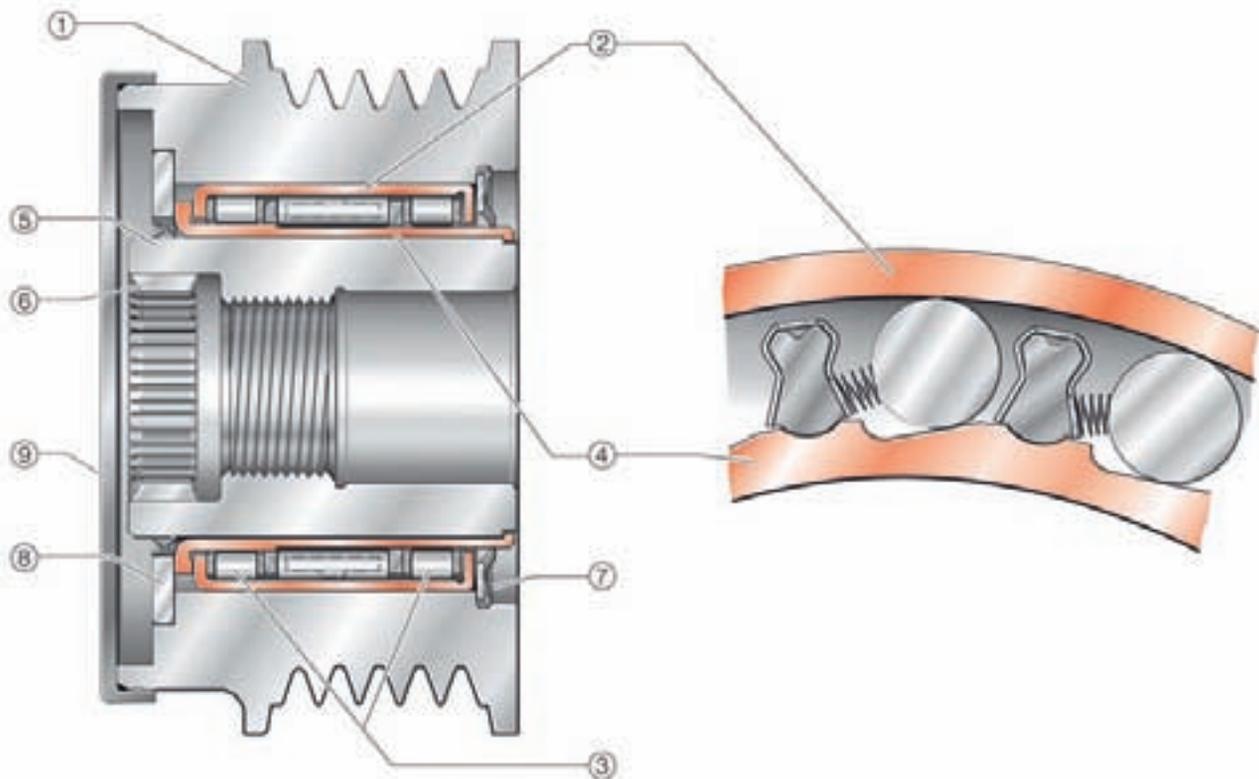
Deste modo, as cargas mínimas sofrem um ligeiro incremento, o que evita o risco de patinagem da correia. A amplitude de vibração do sistema tensor da correia sofre uma redução de 8mm para 2mm. Como resultado, a carga na correia apresenta uma redução considerável, o que, por sua vez, prolonga significativamente a vida útil da correia. A redução da carga e o desgaste aumentam também a vida útil do sistema tensor da correia.

Força do ramal no rolamento fixo e deslocamento da haste do sistema tensor – medidos num motor diesel de quatro cilindros



3.2 Design da polia livre do alternador

Design da polia livre do alternador INA



A polia livre do alternador é composta pelos seguintes elementos: polia de correia (1), unidade de embraiagem anti-patinagem (2) com chumaceiras de suporte radiais integradas (3) e manga interior com perfil inclinado (4), anel interior (5) com estriamento (6), vedação de elastómero (7), placa de impulso com vedação do tipo aba (8) e tampa protectora de plástico (9). Tanto o anel interior como a polia da correia são rectificadas para uma melhor adaptação às geometrias requeridas. O conceito de design modular das polias livres do alternador INA permite uma rápida configuração da produção, de acordo com as especificações requeridas. Graças à folga axial, a superfície de rolamento da correia pode ser ajustada automaticamente.

Este facto melhora significativamente o comportamento do nível de ruído da correia, que ocorre no perfil da polia, dado que a correia não é accionada directamente na polia de accionamento do alternador. O orifício livre do alternador está concebido de modo a não necessitar da substituição do adaptador da haste do alternador. O anel interior está montado na haste, através de uma rosca fina. O objectivo do estriamento (6) consistem em transferir o binário de aperto. Uma tampa protectora na parte dianteira protege a unidade de embraiagem anti-patinagem contra a sujidade e os salpicos de água. A superfície visível da polia apresenta um revestimento anti-corrosão.

3.3 Armazenamento e operação da polia livre do alternador

As polias livres do alternador devem ser operadas com grande cuidado, quer antes quer durante a instalação. Devem igualmente ser instaladas com o máximo cuidado, a fim de poder ser garantido o seu correcto funcionamento.

Armazenamento

As polias livres do alternador apresentam-se embaladas em papel VCI e devem ser guardadas em local seco. Armazene o produto de acordo com as seguintes recomendações:

- na respectiva embalagem original
- num local seco e limpo, com uma temperatura constante do ar ambiente
- com uma humidade relativa do ar inferior a 65%

O período de armazenamento está limitado ao período de vida útil da massa lubrificante. O produto só deve ser retirado da respectiva embalagem imediatamente antes de ser instalada a polia livre do alternador. Ao utilizar as peças de uma embalagem múltipla, conservadas em ambiente seco, certifique-se de que volta a colocar a vedação na embalagem. A fase de vapor de protecção, gerada pelo papel VCI, apenas poderá ser mantida se a embalagem se encontrar meticulosamente fechada.

Retirar a polia

Para retirar a polia livre do alternador deve utilizar uma das seguintes ferramentas – consoante a situação da instalação e o espaço disponível, utilize a ferramenta especial comprida ou curta.

Instalação

Operação

Consoante os requisitos do cliente, as polias livres do alternador serão fornecidas individualmente ou em embalagens múltiplas. A polia da correia e o anel interior da polia livre do alternador são componentes não curados, cortados no torno e fabricados em aço de corte livre. Para evitar danos, em especial no perfil trapezoidal múltiplo, as peças devem ser manipuladas com o máximo cuidado.

Instalação no alternador

Para instalar a polia da correia, aplique um binário de aperto de 80 Nm (máx. 85 Nm) utilizando uma chave dinamométrica.

Montagem da tampa protectora

A tampa protectora, de encastre interior ou exterior, requer uma força de aproximadamente 10Nm. É fácil de instalar manualmente e está adaptada a vários artigos de produção em série. As tampas protectoras devem ser utilizadas uma única vez, dado que podem sofrer danos ao serem retiradas. A instalação de uma polia livre do alternador sem tampa de protecção não é permitida, tendo em conta a falta de vedação resultante.

Ferramenta de montagem curta



Torx
N.º de artigo: 400 0235 10



Multipoint
N.º de artigo: 400 0234 10

Ferramenta de montagem longa



Torx
N.º de artigo: 400 0201 10



Multipoint
N.º de artigo: 400 0200 10

3.4 Ensaio de funcionamento

Torna-se muito difícil avaliar o funcionamento de uma polia livre do alternador, enquanto esta se encontra montada. Por conseguinte, recomenda-se começar pela desmontagem da polia do alternador.

Ensaio de funcionamento

1

→ Aperte o anel interior entre os seus dedos polegar e indicador de uma das mãos.



2

→ Feche os seus dedos indicador e polegar à volta do anel exterior.



3

→ Rode o anel exterior na direcção de accionamento do alternador, enquanto aperta o anel interior na respectiva posição. Se a peça funcionar correctamente, o anel exterior não deverá mover-se.

4

→ Rode o anel exterior no sentido contrário ao do accionamento do alternador, enquanto aperta o anel interior na respectiva posição. Se a peça funcionar correctamente, o anel exterior poderá ser movido, apesar de uma ligeira resistência.

→ Se não funcionar num dos ensaios, a polia livre do alternador deve ser substituída de imediato.

4. Diagnóstico de avarias

Batente danificado: espigão de limitação partido ou deformado

Causa:

→ Montagem incorrecta do rolamento tensor.

- Montagem incorrecta



Signais “azulados” que vão desde o rebordo até ao centro

Causa:

→ Patinação da correia.

Nota:

Defeito na transmissão da correia causado por um grupo auxiliar que não funciona de forma adequada (por exemplo, a bomba de água), ou por uma tensão insuficiente da correia.



Marcas de incrustações na parte exterior do rolamento tensor / rolamento fixo, causadas pela correia

Causa:

→ Mau alinhamento

Nota:

A correia move-se fora da parte central do rolamento; a causa pode ser uma chumaceira defeituosa da bomba de água, etc.



Orifício de montagem do tensor hidráulico da correia danificado

Causa:

- O tensor da correia está demasiado velho.
- O perno de fixação no orifício de montagem soltou-se e não voltou a apertar com o binário de aperto correcto.
- Poleia livre do adaptador defeituosa (caso se encontre montada).



Perda de óleo no fole de vedação do tensor hidráulico da correia

Causa:

- Fole gretado

- **Montagem incorrecta**

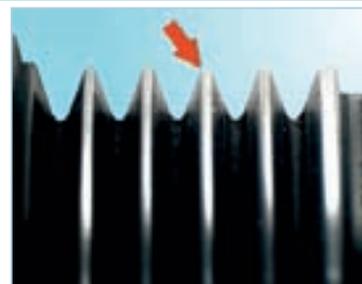
O fole ficou danificado durante a montagem.



Pontas do perfil gravemente danificadas

Causa:

- Uma tensão insuficiente no accionamento dos grupos auxiliares faz com que a correia patine sobre a polia livre do alternador.
- A polia livre do alternador não está a funcionar correctamente.



Guias desgastadas

Causa:

- Mau alinhamento entre os rolamentos e os grupos auxiliares.
- Correia instalada incorrectamente.



5. Manutenção

Importante:

É necessário observar sempre os intervalos programados para a verificação e substituição dos componentes da transmissão por correia, de acordo com as especificações do fabricante.

Transmissão por correia de distribuição – Lista para a verificação da manutenção

1. Verificar o estado da correia dentada.
2. Quando é que a correia dentada foi substituída pela última vez e que quilometragem tinha o veículo nessa altura?
3. Tem o livro de assistência do veículo? As revisões do veículo foram efectuadas regularmente?
4. O veículo é utilizado em ambientes de trabalho severos, que requeiram intervalos de substituição mais curtos dos componentes da transmissão por correia de distribuição?
5. Os componentes auxiliares existentes à volta da correia dentada (por exemplo, a árvore de cames, a bomba de água, a bomba da direcção assistida) encontram-se em bom estado ou alguma das peças faz um ruído não desejado?
6. Utilize um dispositivo de medição para medir a tensão da correia nos sistemas que tenham rolamentos tensores «rígidos», e ajuste-a se for necessário.
7. Verifique as polias com superfície de rotação em plástico quanto a eventuais sinais de desgaste.
8. Comprove a estanqueidade da vedação das chumaceiras.
9. Verifique se existem sinais de corrosão nas peças.
10. O estado geral da correia dentada permite-lhe garantir um funcionamento da mesma isento de falhas até à próxima manutenção programada?

Nota:

Uma correia dentada defeituosa pode causar danos graves no motor e ter como consequência custos de reparação consideráveis. Os custos de substituição da correia dentada são muito menores que os de uma eventual reparação dos danos causados no motor por uma correia de distribuição defeituosa. Por esse motivo, não deve existir qualquer dúvida quanto à fiabilidade da correia de distribuição. Em caso de dúvida, aconselhe sempre o cliente a solicitar a substituição da correia.

Transmissão de distribuição – Possíveis causas de avaria

- A tensão da correia é excessiva ou insuficiente.
- Presença de impurezas no sistema de transmissão por correia.
- Os bordos da correia estão gastos.
- Os lados dentados da correia estão gastos.
- A aba de vedação da chumaceira está seca, razão pela qual a vedação chia.
- A folga da chumaceira diminui para um valor abaixo do limite estabelecido, devido a uma deformação do anel interior do rolamento:
→ Binário de aperto incorrecto.
- A superfície de rotação da polia está danificada.
- A massa lubrificante da chumaceira é demasiado velha.

Accionamento dos componentes auxiliares – Lista de verificação da manutenção

1. Verifique o estado da correia trapezoidal múltipla.
2. Verifique o ajuste dos tensores automáticos da correia.
3. Utilize um instrumento de medição para medir a tensão da correia nos sistemas que tenham rolamentos tensores «rígidos», e ajuste-a se for necessário.
4. Verifique o estado das polias de garganta.
5. Certifique-se de que são utilizadas tampas de protecção.
6. Verifique os orifícios de montagem das unidades tensoras hidráulicas quanto a eventuais danos, assim como os foles de vedação quanto a fugas de óleo.
7. Verifique a mobilidade dos tensores da correia.
8. Verifique as peças quanto a sinais de corrosão.

Transmissão para os grupos auxiliares – Possíveis causas de avaria

- A tensão da correia é excessiva ou insuficiente.
- Presença de impurezas no sistema de transmissão por correia.
- A correia trapezoidal múltipla está gasta.
- O perfil da correia está parcialmente quebrado.
- A aba de vedação da chumaceira está seca, razão pela qual a vedação chia.
- A chumaceira da polia perde massa lubrificante:
→ Falta a tampa de protecção!
- O tensor hidráulico da correia está danificado:
→ Perda de óleo da unidade tensora da correia!
- Polia livre do alternador danificada:
→ A correia trapezoidal múltipla oscila e chia!



				
✓	✓			

Componentes de accionamento do trem de válvulas

Técnica
Diagnóstico de danos



Índice

1 História	167
2 Accionamento das válvulas	168
2.1 Requisitos	168
2.2 Versões	168
2.3 Folga das válvulas	169
2.4 Regulação da folga das válvulas	170
3 Montagem e modo de acção dos componentes de accionamento das válvulas	171
3.1 Tuche	171
3.1.1 Tuche mecânico	171
3.1.2 Tuche hidráulico	172
3.2 Balanceiro flutuante com pivot	174
3.3 Balanceiro basculante com elemento inserido	176
3.4 Balanceiro oscilante com elemento inserido	178
3.5 Accionamento das válvulas OHV	180
3.6 Componentes com regulação comutável da folga das válvulas	181
4 Sistemas de regulação da árvore de cames	184
4.1 Informação geral	184
4.2 Quadro geral dos diferentes conceitos para a regulação da árvore de cames	184
4.3 Componentes do sistema de ajustamento da árvore de cames e suas funções	185
4.4 Sistema de avanço da árvore de cames	186
4.4.1 Sistema de avanço do pistão axial	186
4.4.2 Sistema de avanço da célula de palhetas	188
4.4.3 Diferenças entre os sistemas de avanço por cadeia e por correia	189
4.4.4 Diferenças entre as variações de entrada e saída	190
4.5 Válvula de controlo	192
4.5.1 Válvula inserida	192
4.5.2 Válvula central	194
5 Reparações e Serviço técnico	195
5.1 Substituição dos tuches mecânicos	195
5.2 Substituição dos tuches hidráulicos	196
5.3 Substituição do balanceiro flutuante com elemento hidráulico de apoio	196
5.4 Substituição do balanceiro basculante com pivot hidráulico	196
5.5 Indicações gerais na oficina	197
5.6 Conselhos para a ventilação dos componentes com regulação hidráulica da folga das válvulas no motor	198
5.7 Conselhos para a substituição do sistema de avanço da árvore de cames	198
6 Diagnóstico / Avaliação de danos	199
6.1 Avaliação geral de danos	199
6.1.1 Ruídos durante a fase de aquecimento	199
6.1.2 Aparecimento de ruídos com o motor a quente	199
6.1.3 Aparecimento de ruídos devido à “bombagem”	199
6.2 Restos de sujidade	200
6.3 Avaliação de danos nos componentes de accionamento das válvulas	200
6.3.1 Avaliação de danos nos tuches	201
6.3.2 Avaliação de danos no balanceiro flutuante	202
6.3.3 Avaliação de danos no ajustamento da árvore de cames	205

1 Historial

O desenvolvimento histórico dos componentes com regulação hidráulica da folga das válvulas remonta ao início dos anos trinta, quando a ideia ganhou vida e foram registadas as primeiras patentes nos Estados Unidos. Já em finais dos anos cinquenta, 80% de todos os motores de automóveis eram equipados de série com um sistema de regulação hidráulica da folga das válvulas.

Na Europa dessa época, por motivos económicos, eram construídos motores com um volume relativamente pequeno e muito rotativos. A primeira produção em série teve lugar na República Federal da Alemanha, no ano de 1971. Em 1978 um grande número de modelos de veículos vinham já equipados com componentes de regulação hidráulica da folga das válvulas. O seu número continuou a aumentar e, a partir de 1989, os automóveis franceses e italianos passaram também a contar com esta avançada tecnologia.

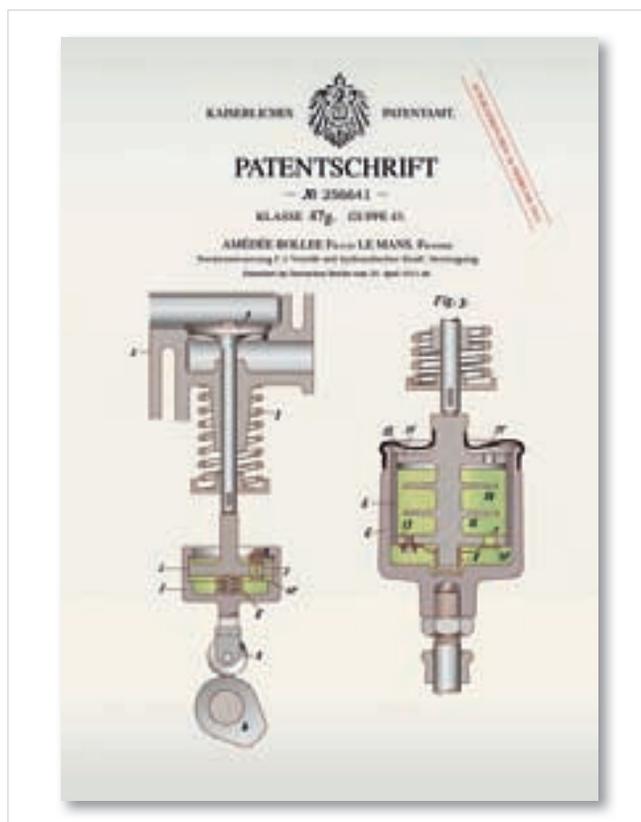
No seu dia a dia, os engenheiros e técnicos responsáveis pelo desenvolvimento de novos motores têm de fazer face aos mais recentes requisitos que vão surgindo, como por exemplo os relacionados com:

- a protecção do meio ambiente
- a emissão de ruído
- a eficácia
- a produtividade
- as despesas de manutenção
- a potência

Todos estes requisitos influenciam o modo de actuação no momento de desenhar o accionamento das válvulas e os seus elementos, independentemente do tipo de motor (OHV, OHC). Em cada um destes casos, é imprescindível excluir a folga das válvulas e manter estáveis os valores relacionados com a potência do motor, ao longo da vida útil deste.

No caso do accionamento mecânico das válvulas, são especialmente factores como as alterações de comprimento produzidas pelas mudanças térmicas e o desgaste das peças no referido accionamento, que modificam de forma incontrolada o funcionamento, o que faz com que os tempos de accionamento das válvulas sejam diferentes dos tempos óptimos estabelecidos.

Os componentes de regulação hidráulica da folga das válvulas INA cumprem na perfeição os requisitos exigidos aos accionamentos das válvulas dos motores modernos.



Deste modo, consegue-se que os motores sejam:

- **Pouco contaminantes**
Os tempos de controlo melhorados do motor e, por conseguinte, os valores dos gases de escape, permanecem praticamente constantes durante o tempo em que este se encontra em utilização, assim como em qualquer situação de funcionamento do motor.
- **Mais silenciosos**
O nível de ruído do motor diminui, visto que se evita o ruído provocado pela folga das válvulas.
- **Mais duradouros**
O desgaste é reduzido, dado que entre as peças de accionamento das válvulas existe uma força de arrastamento constante, que faz com que a velocidade da posição da válvula permaneça sempre baixa.

2 O accionamento das válvulas

Num motor de combustão interna é necessário entrar ar limpo, de uma forma contínua, enquanto o gás de escape produzido deve ser expulso. Num motor a quatro tempos, designa-se por mudança de carga a aspiração de ar limpo e a expulsão do gás de escape. Durante as várias mudanças de carga, os componentes de distribuição dos cilindros (os tubos de admissão e de escape) abrem e fecham periodicamente através de elementos de fecho (as válvulas de admissão e de escape). Cada um destes elementos assume uma função determinada. Esses elementos devem:

- deixar livre um diâmetro de abertura o mais largo possível,
- realizar os processos de abertura e fecho com rapidez,
- possuir uma forma hidrodinâmica para manter baixa a perda de pressão resultante,
- conseguir um efeito estanque perfeito no estado de fechado,
- assegurar uma elevada estabilidade.

2.1 Requisitos

O accionamento das válvulas está sujeito a grandes acelerações e abrandamentos. As forças de inércia resultantes dessas mudanças aumentam em função do número de rotações, pelo que submetem o conjunto a um grande esforço. Além disso, as válvulas de escape têm de suportar as altas temperaturas provenientes dos gases de escape quentes. Para poderem funcionar perfeitamente nestas condições, são exigidos aos accionamentos das válvulas determinados requisitos. Assim devem, por exemplo:

- contar com uma elevada resistência (durante toda a vida útil do motor),
- funcionar com um atrito mínimo,
- garantir uma saída de calor suficiente das válvulas (especialmente das válvulas de escape).

Além disso, há que ter em conta que os componentes de accionamento do trem de válvulas não devem provocar qualquer impulso no sistema e que entre os elementos acoplados no arrasto da força não possa ocorrer uma perda de contacto.

2.2 Versões

Existem diversas versões de accionamentos de válvulas. Todas elas têm em comum o facto de a impulsão se realizar através da árvore de cames. Os accionamentos das válvulas distinguem-se segundo:

- o número de válvulas que accionam e
- o número e a posição das árvores de cames através das quais se põem em funcionamento.

As árvores de cames podem ser montadas em dois locais distintos dentro do motor; daí que sejam denominadas de árvores de cames de montagem inferior ou à cabeça.

Válvulas na culatra



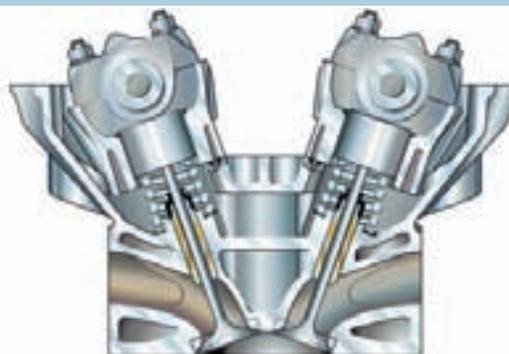
As árvores de cames de montagem inferior são instaladas por debaixo da linha divisória da culatra e do corpo do cilindro. O accionamento das válvulas de um motor com estas características também é designado por accionamento de válvulas à cabeça ou na culatra (OHV).

Árvore de cames na culatra



As árvores de cames à cabeça encontram-se acima da linha divisória da culatra e do corpo do cilindro. No caso de existir uma única árvore de cames, essa construção será designada por árvore de cames à cabeça ou na culatra (OHC).

Dupla árvore de cames na culatra



No caso de existirem duas árvores de cames, deverá falar-se de uma dupla árvore de cames na culatra (DOHC).

Accionamento das válvulas OHV

A secção de imagem (1) mostra o denominado accionamento das válvulas OHV com uma vareta de impulso e com uma árvore de cames de montagem inferior. Deste modo, são necessárias muitas peças de transmissão para transmitir o percurso da came à válvula: tuches, vareta de impulso, balanceiro basculante, rolamentos do basculante.

À medida que os motores foram sendo aperfeiçoados, foi-se aumentando cada vez mais o número de rotações, ao mesmo tempo que se foram tornando também mais potentes, compactos e rápidos. Chegados a este ponto, o impulso da vareta de impulso OHV atingiu rapidamente ao seu número limite de rotações, dada a sua escassa rigidez geral. Por conseguinte, o número de peças em movimento no accionamento das válvulas tinha de ser inferior.

Secção de imagem (2):

A árvore de cames foi situada na culatra, o que tornou possível prescindir da vareta de impulso.

Accionamento das válvulas OHC

Secção de imagem (3):

No accionamento das válvulas OHC foi suprimido o tuche e a árvore de cames está situada muito mais acima, pelo que o percurso da came pode ser transmitido directamente através do balanceiro basculante ou do balanceiro flutuante.

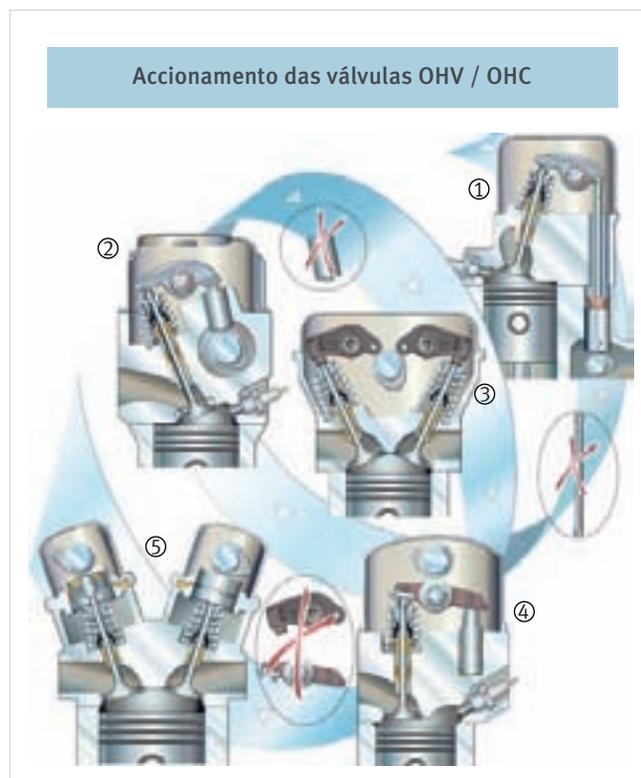
Secção de imagem (4):

Este accionamento dos balanceiros flutuantes corresponde ao tipo de construção mais rígido de um accionamento de válvulas basculante.

Secção de imagem (5):

Os accionamentos das válvulas OHC, que são accionadas directamente através de tuches, estão preparados para um número muito elevado de rotações. Neste caso, também é suprimido o balanceiro basculante ou o balanceiro flutuante.

Actualmente, encontram-se nos motores fabricados em grandes séries, todos os tipos de construção dos accionamentos de distribuição por válvulas (secções de imagem (1) a (5)). Os engenheiros devem ponderar os prós e os contras em função da prioridade da construção – potência, binário motor, volume dd cilindrada, compactação, custos de fabrico, etc. – e optar por um determinado tipo de construção, de modo a justificar o impulso da vareta de impulso até ao accionamento compacto das válvulas OHC com as válvulas de accionamento directo.



2.3 Folga das válvulas

Com a válvula fechada, o sistema de accionamento das válvulas deve dispor de uma folga definida, a folga das válvulas. O referido sistema serve para ajustar o comprimento ou as medidas das peças resultantes do desgaste e das mudanças de temperatura, por exemplo:

- através das oscilações de temperatura nas diversas peças do motor (p.ex. na culatra);
- através da utilização de diferentes materiais com diferentes coeficientes de dilatação pelo calor;
- devido ao desgaste nos pontos de contacto entre a árvore de cames e a válvula.

2.4 Ajustamento da folga das válvulas

Tanto no passado como actualmente, a primeira montagem do accionamento mecânico das válvulas e, posteriormente, nos intervalos de manutenção determinados, a folga das válvulas tinha de ser regulada por meio de parafusos e discos de ajustamento. Ao mesmo tempo, foi estabelecida a regulação hidráulica e automática da folga das válvulas. Essa regulação atinge uma menor variabilidade de coincidência entre as curvas de percurso através de todos os ciclos de funcionamento e ao longo de toda a vida útil do motor, pelo que consegue também emissões constantes e muito reduzidas.

As conseqüências de uma folga demasiado pequena, ou demasiado grande, das válvulas vão desde a emissão de ruídos no accionamento das válvulas até eventuais danos no motor. Outro ponto importante é uma maior contaminação do meio ambiente, devido a valores de emissão mais negativos.

Seguidamente são enumeradas as possíveis conseqüências resultantes de uma folga das válvulas demasiado pequena ou demasiado grande.

Folga das válvulas demasiado pequena

A válvula abre adiantado e fecha com atraso

- Devido ao reduzido tempo de fecho, não é possível transmitir calor suficiente do disco da válvula até à sede da válvula.
- O disco da válvula de escape aquece e a válvula salta a uma temperatura extrema.
⇒ Danos no motor.

A válvula não fecha por completo

- Existe o perigo de a válvula de escape ou a válvula de admissão não se fecharem por completo com o motor a quente.
- Na válvula de escape é aspirado gás de escape, enquanto que na válvula de admissão a chama retrocede até ao tubo de aspiração.
- Ocorrem perdas de gás e de potência e a potência do motor diminui.
⇒ Valores de emissão mais negativos.
- As válvulas sobreaquecem devido aos gases de escape quentes que fluem constantemente, pelo que os discos e as sedes das válvulas acabam por ficar queimados.

Elevado desgaste mecânico da válvula

- Produção de ruídos no accionamento das válvulas.

Folga das válvulas demasiado grande

A válvula abre com atraso e fecha antecipadamente

- Por este motivo, ocorrem tempos de abertura mais curtos e diâmetros de abertura mais reduzidos.
- A mistura de combustível no cilindro é demasiado escassa, o que faz reduzir a potência do motor.
⇒ Valores de emissão mais negativos.

A válvula é submetida a uma maior carga mecânica

- Produção de ruídos no accionamento das válvulas.
- A haste da válvula dobra.
⇒ Danos no motor.

Poderá encontrar mais informação sobre a regulação da folga das válvulas nos tuchos, nos balanceros flutuantes e nos balanceros basculantes, no capítulo (3) “Montagem e forma de actuação dos componentes de accionamento do trem de válvulas”, a seguir.

3 Montagem e forma de actuação dos componentes de accionamento das válvulas

3.1 Tuches

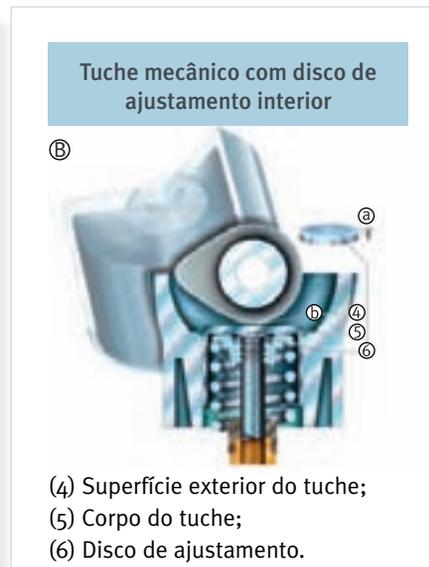
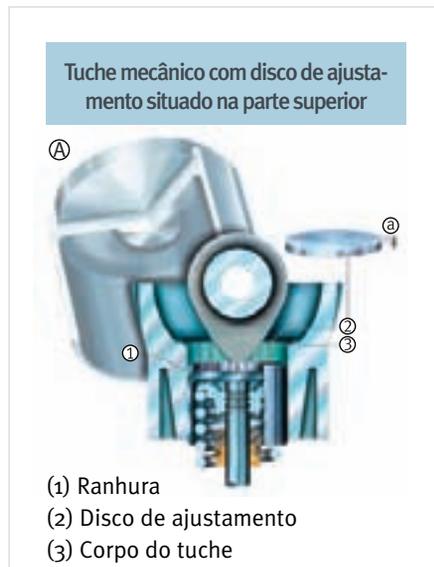
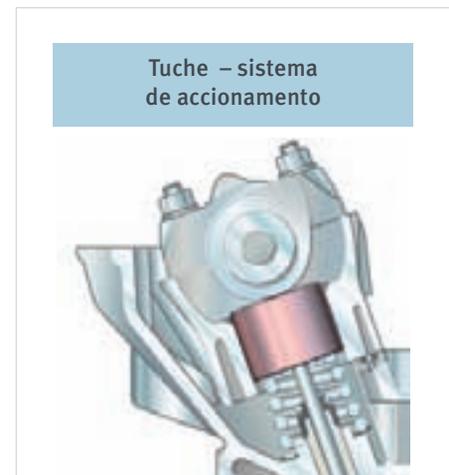
O tuche é um accionamento de válvula com impulso directo. Entre a válvula e a árvore de cames não é necessário colocar qualquer elemento de transmissão. O percurso da came é transmitido directamente à válvula, através da superfície do tuche.

Os accionamentos directos destacam-se pelo facto de apresentarem valores de rigidez muito favoráveis e, ao mesmo tempo, com pequenas massas deslocadas. Por conseguinte, demonstram um bom rendimento, mesmo com um elevado número de rotações. Nos tuches ocorre um desgaste por deslizamento, ou seja, entre a superfície do tuche e as cames observam-se perdas por fricção. Graças a uma adequada compatibilidade de materiais, essas perdas podem ser mantidas a um nível reduzido. Para diminuir ainda mais o desgaste resultante, a came é limada obliquamente e colocada em frente do tuche, deslocada lateralmente, por forma a que o tuche gire a cada accionamento num determinado ângulo.

3.1.1 Tuches mecânicos

Características do tuche mecânico:

- Corpo principal em aço;
- A válvula não é accionada directamente;
- A folga das válvulas é ajustada mecanicamente.



Características

O disco de ajustamento:

- está colocado livremente no corpo da base;
- existe com diferentes espessuras;
- pode ser seleccionado livremente quanto ao material e ao tratamento por calor;
- pela sua espessura é ele que define a folga das válvulas seleccionada (a).

Características

- Folga na base (b) entre o círculo primitivo da came e a superfície exterior do tuche, definido pela espessura do disco de ajustamento;
- Massa do tuche muito pequena, pelo que as forças elásticas da válvula e a potência de atrito se vêem reduzidas;
- Ampla zona de contacto com a came.

Características

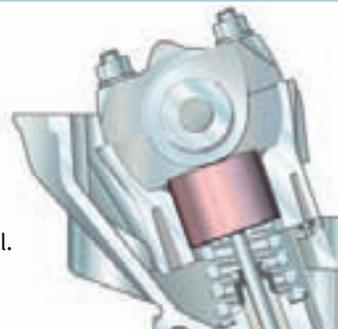
- A folga da válvula é ajustada pela espessura da superfície do tuche (a);
- Massa mínima do tuche;
- É reduzida a força elástica (e portanto também a potência de atrito);
- Ampla zona de contacto com a came;
- Pode ser fabricado a custo muito reduzido.

3.1.2 Tucho hidráulico

Tucho hidráulico

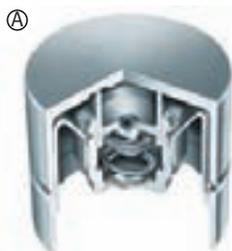
Características

- A válvula é accionada directamente;
- Muito elevada rigidez no accionamento das válvulas;
- A folga da válvula é regulada automaticamente;
- Não requer manutenção ao longo da sua vida útil;
- O accionamento das válvulas é muito silencioso;
- A emissão de gases de escape permanece igualmente baixa ao longo de toda a sua vida útil.



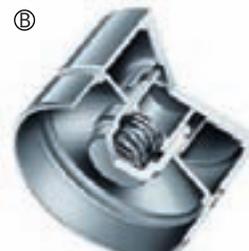
Tucho com segurança de escape

Durante a fase de inactividade do motor é impossível verificar-se qualquer derramamento de óleo da câmara de armazenamento exterior: comportamento melhorado nos arranques múltiplos.



Tucho com admissão inferior

O volume de armazenamento de óleo pode ser melhor aproveitado: comportamento melhorado nos arranques múltiplos.



Tucho tipo labirinto

- combinação do dispositivo anti-esvaziamento e admissão inferior;
- comportamento claramente melhorado nos arranques múltiplos



Tucho com design 3CF

(3CF = *cylindrical cam contact face*)

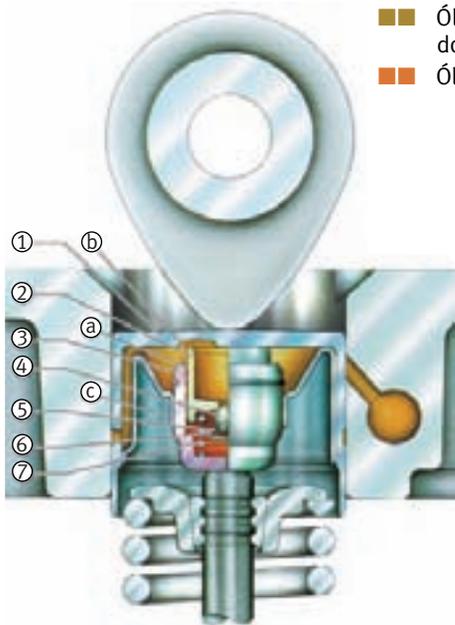
- Com superfície de contacto cilíndrica da came: mecanismo anti-rotação
- Alimentação simples de óleo
- Aceleração de abertura e fecho
- 80% menos de caudal de óleo por unidade de tempo, graças à guia do tucho

- Pressão superficial mais reduzida no contacto com a came
- É possível obter uma elevação mais eficaz da válvula com um diâmetro de tucho menor, conseguindo-se desse modo ...
 - uma massa de tucho mais pequena,
 - uma maior rigidez,
 - uma menor potência de atrito.



Regulação hidráulica da folga das válvulas com tuches

Processo de descida (percurso da came)

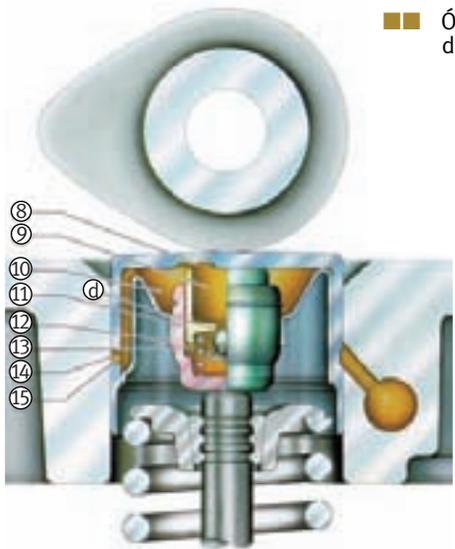


- Óleo sob pressão do motor
- Óleo sob alta pressão

- (1) cárter exterior
- (2) pistão
- (3) cárter interior
- (4) esfera da válvula
- (5) mola da válvula
- (6) disco da válvula
- (7) mola de retorno

- O tuche sofre o desgaste provocado pela força elástica da válvula do motor e as forças de inércia.
- A distância entre o pistão e o cárter interior é reduzida, pelo que é pressionada para fora uma menor quantidade de óleo, desde a câmara de alta pressão, através da ranhura de fugas (a), o qual volta a entrar na câmara de armazenamento de óleo (b).
- Ao terminar o processo de descida é produzida uma folga na válvula menor.
- Através do orifício de alimentação e/ou da ranhura guia, é pressionada para fora uma pequena quantidade de óleo-ar (c).

Processo de ajustamento (círculo primitivo)



- Óleo sob pressão do motor

- (8) Passagem do óleo
- (9) Câmara de armazenamento do óleo (pistão)
- (10) Câmara de armazenamento do óleo (cárter exterior)
- (11) Ranhura de fugas
- (12) Ranhura guia
- (13) Câmara de alta pressão
- (14) Ranhura de entrada do óleo
- (15) Orifício de alimentação

- A mola de retorno exerce pressão entre o pistão e o cárter interior, separando-os até a folga da válvula se ajustar.
- A válvula da esfera de retorno abre-se, devido à diferença de pressão entre a câmara de alta pressão e a câmara de armazenamento de óleo (pistão).
- O óleo sai da câmara de armazenamento de óleo (10) através da passagem do óleo, da câmara de armazenamento de óleo (9) e da válvula de esfera de retorno, e entra na câmara de alta pressão (d).
- A válvula de esfera de retorno fecha e é restabelecido o arrasto da força no accionamento da válvula.

3.2 Balanceiro flutuante com elemento de apoio

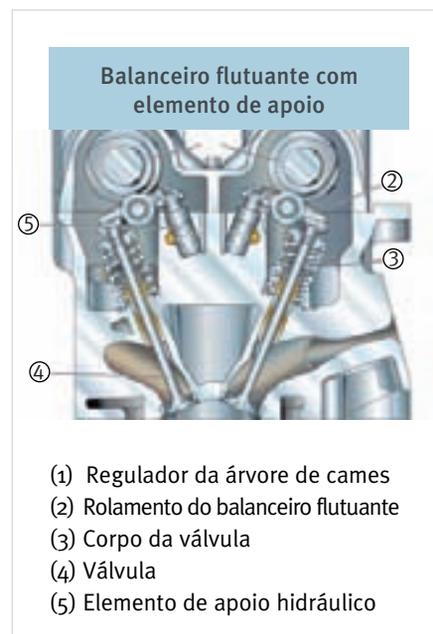
Os balanceiros flutuantes são preferencialmente em chapa. O contacto com a came é frequentemente produzido por um rolete com superfície de desgaste (balanceiro flutuante com rolete). Por outro lado, existem balanceiros flutuantes, fabricados em aço vazado por microfusão. Ao contrário dos tuches, os balanceiros curtos produzem momentos de inércia mais pequenos, o que permite efectuar construções com massas mais reduzidas do lado da válvula. Não obstante, e no que se refere à rigidez, os balanceiros flutuantes com rolete nos tuches são claramente inferiores.

As diferentes construções de accionamento das válvulas requerem cames com formas diferentes. Se compararmos as cames para um tucho de válvula de copo com as tuches utilizadas no funcionamento das válvulas dos balanceiros flutuantes com rolete, estas últimas contam com um raio máximo superior, assim como com flancos côncavos e, consoante o comportamento da transmissão, com um percurso mais curto da came.

A árvore de cames está por cima do rolete que, preferencialmente, fica situado a meio caminho entre a válvula e o elemento de apoio. Essa posição faz com que o balanceiro flutuante seja interessante para muitos motores diesel de quatro válvulas. Nestes motores, as válvulas estão situadas em paralelo, ou com um pequeno ângulo entre si, de modo que basta o accionamento dos balanceiros para criar uma distância suficientemente grande entre as árvores da came.

Características do balanceiro flutuante

- Para o contacto entre o balanceiro flutuante e a came é utilizado de preferência um rolete de cames com uma superfície de desgaste com agulhas;
- Atrito muito baixo no funcionamento das válvulas;
- Montagem muito simples da culatra;
- Fácil abastecimento de óleo à culatra;
- Requer pouco espaço de construção.



Características

- Fabricado em chapa de aço;
- Pode ser seleccionada livremente a altura da sede da haste da válvula;
- Também disponível com orifício de alimentação de óleo;
- Também disponível com estribo de aperto, o que facilita a montagem da culatra;
- Superfícies de apoio muito amplas nas zonas da culatra e da sede das válvulas;
- Muito económico.



Características

- Permite uma geometria de cames mais complexa;
- Suporta cargas elevadas;
- Apresenta uma rigidez elevada, consoante o modelo;
- Reduzido momento de inércia da massa, consoante o modelo.



Características

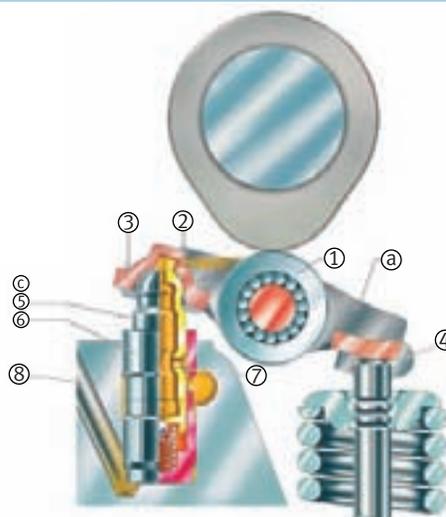
- Seguro contra a desmontagem, graças a um anel poligonal
- Soporta elevadas forças transversais.

Balanceteiro flutuante com regulação hidráulica da folga das válvulas

Processo de descida (percurso da came)

O pivot hidráulico (c) está sujeito à força da mola da válvula e às forças de inércia, pelo que a distância entre o pistão (5) e o cárter (6) é reduzida. Através de uma ranhura de fugas sai uma pequena quantidade de óleo da câmara de alta pressão, o qual flui através da ranhura de recolha de fugas, entrando na câmara de armazenamento de óleo através do orifício de alimentação. Ao terminar o processo de descida, produz-se uma pequena folga no tuche da válvula. Uma pequena quantidade de óleo e ar é então pressionada para o exterior, através do orifício de ventilação (8) e da ranhura de fugas.

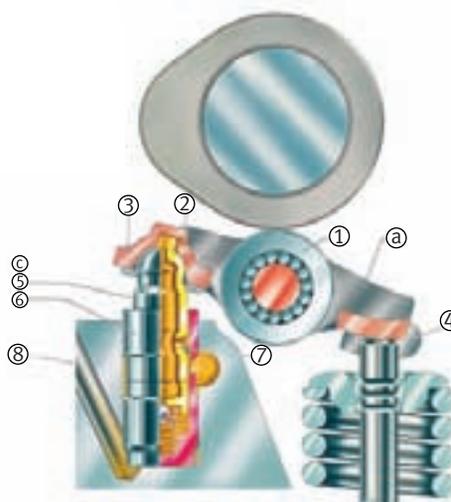
- Óleo sob pressão do motor
- Óleo sob alta pressão



Processo de regulação (círculo primitivo)

A mola de retorno exerce pressão sobre o pistão (5) e o cárter (6), separando-os até a folga da válvula ficar regulada. A válvula de retorno abre-se devido à diferença de pressão entre a câmara de alta pressão e a câmara de armazenamento de óleo. O óleo sai da câmara de armazenamento de óleo através da válvula de retorno, na câmara de alta pressão. A válvula de retorno fecha e é restabelecida a força de arrasto no accionamento da válvula.

- Óleo sob pressão do motor

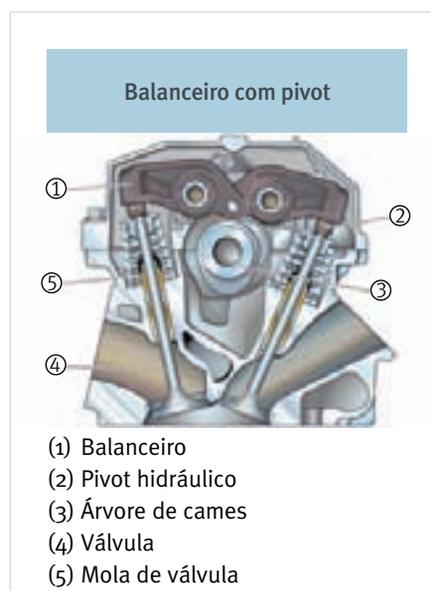


- (1) Rolete de cames
- (2) Difusor de óleo (opcional)
- (3) Braçadeira de segurança (opcional)
- (4) Sede da haste da válvula
- (5) Pistão
- (6) Cárter
- (7) Anel de retorno (anel poligonal)
- (8) Abertura de ventilação / despressurização
- (a) Balanceteiro flutuante de chapa de aço com rolete de cames
- (c) Pivot

3.3 Balanceiro com elemento inserido

Nos accionamentos de válvulas com balanceiro, a árvore de cames está situada por de baixo do balanceiro, numa das suas extremidades. O percurso da came é transmitido ao balanceiro através de uma ligação deslizante ou de um rolete (balanceiro com rolete). A fim de manter baixas as perdas por atrito, nos balanceiros modernos são utilizados roletes de cames com uma superfície de desgaste com agulhas. Na outra extremidade do balanceiro encontra-se um componente com regulação hidráulica da folga das válvulas (p.ex. um elemento hidráulico inserido), ou um parafuso de ajustamento para a regulação mecânica da folga das válvulas. Através dessa extremidade do balanceiro são accionadas as válvulas de admissão e de escape.

O ponto de contacto entre o componente de regulação (elemento inserido) e a válvula deve situar-se sempre na extremidade do eixo da válvula. Dado que o balanceiro descreve um movimento basculante, a superfície de contacto entre o elemento inserido e o componente de activação da válvula deve apresentar uma forma ligeiramente abaulada (redonda). Resulta assim uma superfície de apoio muito pequena que, por sua vez, exerce uma pressão superficial elevada, aproximadamente igual na extremidade do eixo da válvula. Caso seja atingido um valor demasiadamente elevado, devem ser inseridos elementos equipados com um pé giratório ou uma sapata deslizante. O pé giratório (ou a sapata deslizante) deve ser unido(a) ao elemento inserido, por meio de uma articulação esférica, de modo a nunca sobressair da extremidade do eixo da válvula. É assim criada uma maior superfície de contacto, ao mesmo tempo que se reduz a pressão superficial na extremidade do eixo da válvula.



Características

O corpo principal (a) do balanceiro deve ser preferencialmente em alumínio. Apresenta os seguintes elementos incorporados:

- um rolete de cames com superfície de desgaste com agulhas (1)
- um pivot hidráulico (b).

O atrito durante o funcionamento das válvulas por meio do balanceiro é muito baixo. Além disso, requer um espaço de montagem muito reduzido, visto que todas as válvulas podem ser accionadas através de uma árvore de cames.

Características gerais dos pivots hidráulicos

- Regulam automaticamente a folga das válvulas
- Não requerem manutenção
- São muito silenciosos
- As emissões de CO₂ mantêm-se sempre baixas ao longo de toda a sua vida útil
- A alimentação de óleo aos elementos inseridos decorre através do eixo do balanceiro, a partir do qual os orifícios abertos no balanceiro o levam aos pivots.

Características

- Apoia-se numa junta esférica / de culatra no tucho inserido
- A sapata deslizante (C) é em aço revenido
- A pressão superficial em contacto com a válvula é muito baixa

Características

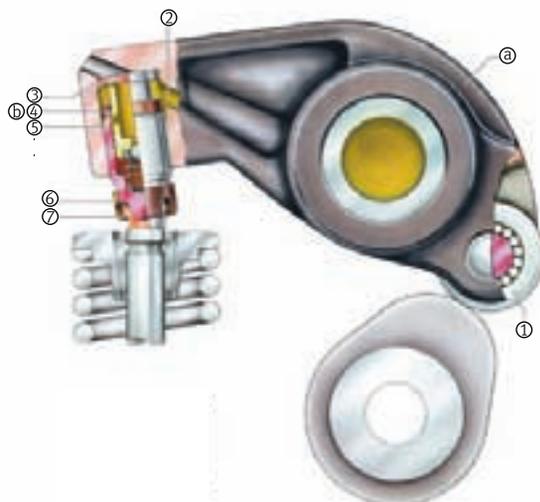
- Menor espaço de construção
- Peso mais reduzido (menos massa em movimento)
- Muito económico

Balanceiro com regulação hidráulica da folga das válvulas

Processo de descida (percurso da came)

O pivot hidráulico (b) está sujeito à força de mola da válvula e às forças de inércia, pelo que a distância entre o pistão (4) e o cárter (5) se reduz. Através de uma ranhura de fugas sai uma pequena quantidade de óleo da câmara de alta pressão, que, por meio da ranhura de recolha de óleo, se dirige e introduz na câmara de armazenamento de óleo, através do orifício de alimentação. Ao terminar o processo de descida, produz-se uma pequena folga no tucho da válvula. Uma quantidade reduzida de óleo e ar é então pressionada para o exterior, através do orifício de ventilação e da ranhura de fugas.

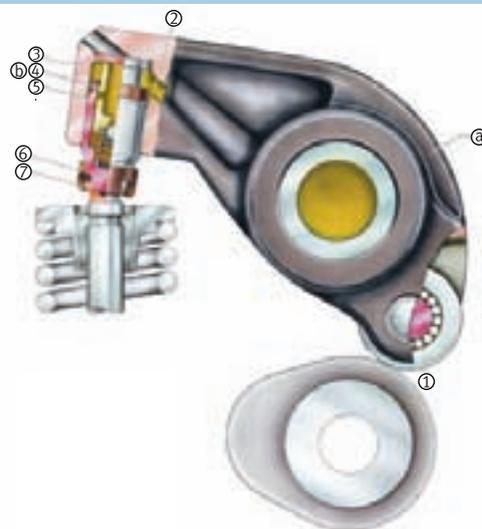
- Óleo sob pressão do motor
- Óleo sob alta pressão



Processo de regulação (círculo primitivo)

A mola de retorno exerce pressão sobre o pistão (4) e o cárter (5), separando-os até a folga da válvula ficar regulada. A válvula de retorno abre-se devido à diferença de pressão entre a câmara de alta pressão e a câmara de armazenamento de óleo. O óleo sai da câmara de armazenamento de óleo através da válvula de esfera de retorno na câmara de alta pressão. A válvula de esfera de retorno fecha e é restabelecida a força de arrasto no accionamento da válvula.

- Óleo sob pressão do motor

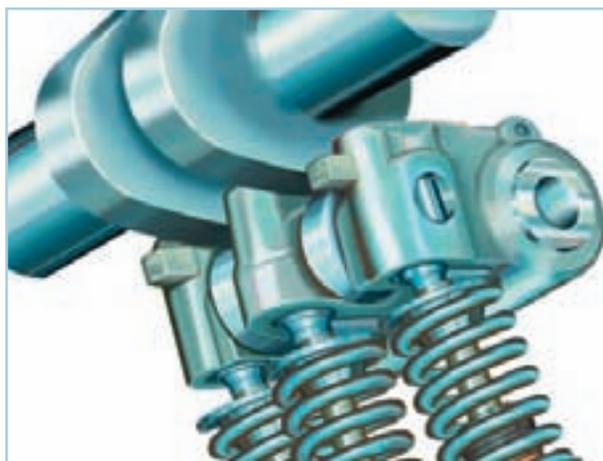


- | | |
|--|----------------|
| (1) Árvore de cames | (a) Balanceiro |
| (2) Canal de óleo | (b) Pivot |
| (3) Disco de apoio | |
| (4) Pistão | |
| (5) Cárter | |
| (6) Caixa de retenção em chapa ou plástico | |
| (7) Sapata deslizante | |

3.4 Balanceiro oscilante com elementos inseridos

Accionamento das válvulas com balanceiro oscilante

No accionamento das válvulas com balanceiro oscilante, a árvore de cames encontra-se situada por cima do balanceiro, sendo possível accionar diversas válvulas ao mesmo tempo. O accionamento decorre através de duas cames que actuam sobre dois ou três elementos inseridos, através de dois roletes situados no balanceiro (balanceiro oscilante com rolete). O modelo com dois tuchos inseridos é designado por duplo balanceiro oscilante, enquanto que o modelo com três elementos é designado por triplo balanceiro oscilante. Este princípio encontra aplicação nos motores diesel com mais do que uma válvula. Mesmo quando as válvulas estão rodadas uma em relação à outra, é possível accioná-las todas através de uma árvore de cames. Por outro lado, a referida posição deixa espaço suficiente para os difusores de óleo.



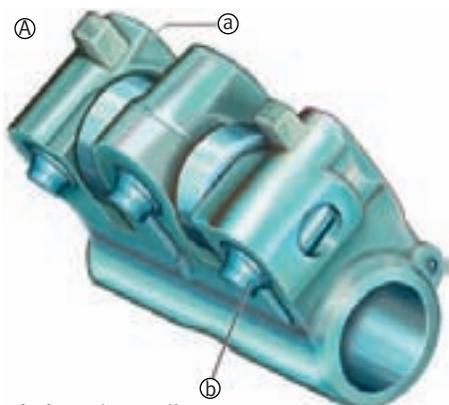
Características de um balanceiro oscilante com rolete

O corpo principal do balanceiro oscilante é preferencialmente em alumínio.

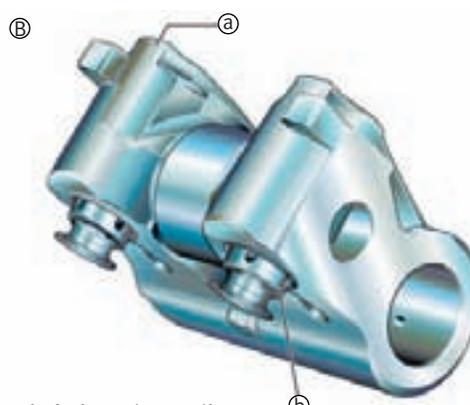
Conta com os seguintes elementos incorporados:

- Um rolete de cames com superfície de desgaste com agulhas
- Um tucho hidráulico inserido
 - Um por cada válvula
 - Regula automaticamente a folga das válvulas
- Não requer manutenção
- É muito silencioso
- A emissão de gases de escape permanece igualmente baixa ao longo de toda a sua vida útil
- Muito resistente a um número de rotações elevado
- Potência de atrito reduzida

Balanceiro oscilante de rolete



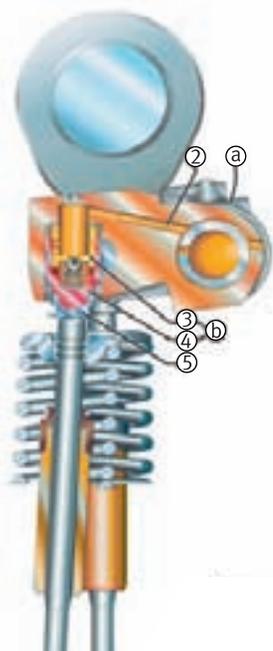
(A) Triplo balanceiro oscilante
(a) Corpo principal
(b) Tuche inserido



(B) Duplo balanceiro oscilante
(a) Corpo principal
(b) Tuche inserido

Balancero oscilante com regulação hidráulica da folga das válvulas

Fase do percurso da cme (visto de frente)

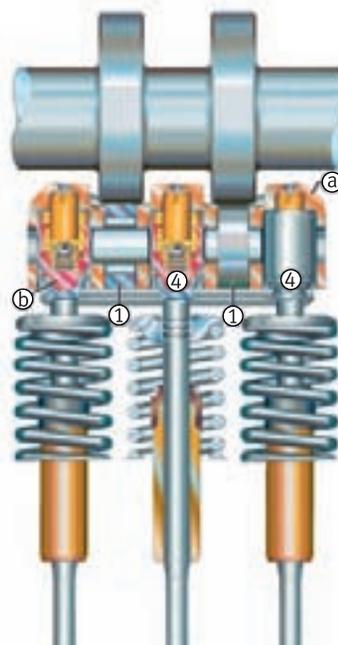


- Óleo sob pressão do motor
- Óleo sob alta pressão

O tucho hidráulico inserido está sujeito à força de mola da válvula e às forças de inércia, pelo que a distância entre o pistão e o cárter se reduz. Através de uma ranhura de fugas sai uma pequena quantidade de óleo da câmara de alta pressão, que, por meio da ranhura de recolha de óleo, se dirige para a câmara de armazenamento de óleo e se introduz nela através do orifício de alimentação.

Ao terminar o processo de descida, produz-se uma pequena folga no tucho da válvula. Uma quantidade reduzida de óleo e ar é então pressionada para o exterior, através do orifício de ventilação e da ranhura de fugas.

Fase do círculo primitivo (visto de lado)



- Óleo sob pressão do motor

A mola de retorno exerce pressão sobre o pistão e o cárter, separando-os até a folga das válvulas ficar regulada. A válvula de retorno abre-se devido à diferença de pressão entre a câmara de alta pressão e a câmara de armazenamento de óleo. O óleo sai da câmara de armazenamento de óleo através da válvula de esfera de retorno, na câmara de alta pressão. A válvula de esfera de retorno fecha e é restabelecida a força de arrasto no accionamento das válvulas.

- (1) Rolete de cames
- (2) Canal de óleo
- (3) Pistão do tucho inserido
- (4) Cárter do tucho inserido
- (5) Sapata deslizante do tucho inserido
- (a) Duplo balancero oscilante de rolete
- (b) Tucho inserido

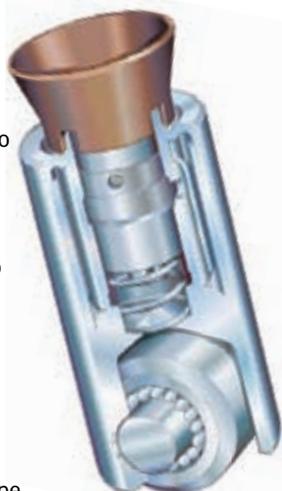
3.5 Tuche de válvula OHV

Nos motores em que a árvore de cames se encontra situada na parte inferior, a distância entre a came e o balanceteiro é relativamente grande. Nestes casos, uma vareta de impulso transmite o movimento ascendente à alavanca. Estas varetas são utilizadas combinadas com seguidores de came especiais, ou tuches, e estabelecem o contacto com a came, quer através de uma superfície deslizante (tuche plano ou em cogumelo) quer através de um rolete (tuche de rolete), além de que cumprem a função de guiar a vareta de impulsos.

Tuche hidráulico com rolete

Características

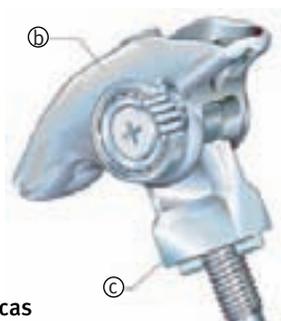
- Conta com um sistema interno especial de condução do óleo (tipo labirinto)
- Melhora as características de funcionamento de emergência, mesmo quando a entrada de óleo sob pressão não é a óptima
- Ajusta automaticamente a folga das válvulas
- Não requer manutenção
- É muito silencioso
- A emissão de gases de escape mantém-se igualmente baixa ao longo de toda a sua vida útil



Componentes de accionamento das válvulas OHV

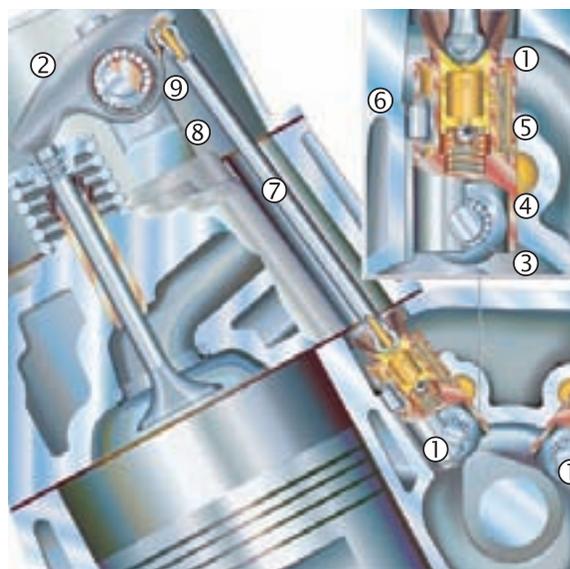


Balanceteiro com eixo de superfície de desgaste



Características

- O balanceteiro e os rolamentos são fornecidos como uma unidade pronta a montar
- O balanceteiro é oscilante
- O balanceteiro (b) está apoiado no respectivo suporte (c) através dos rolamentos de agulhas (6)
- Movimento com baixa fricção



- | | |
|--------------------------------|--|
| (1) Tuche hidráulico de rolete | (7) Vareta de impulso |
| (2) Balanceteiro | (8) Suporte de rolete do balanceteiro |
| (3) Rolete de cames | (9) Superfície de desgaste com agulhas |
| (4) Cárter | |
| (5) Pistão | |
| (6) Sistema anti-rotação | |

3.6 Componentes de regulação comutáveis da folga das válvulas

O desejo dos construtores de motores e termodinâmicos de transmitir curvas de percurso diferentes a uma válvula remonta ao início dos anos vinte, facto que é demonstrado pelo elevado número de patentes registadas.

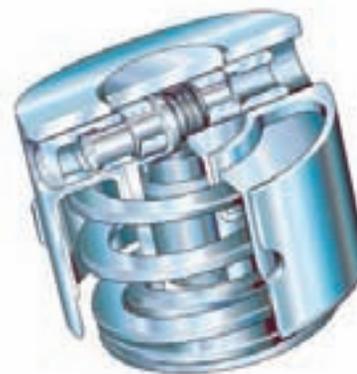
Os requisitos cada vez mais exigentes em relação às emissões de gases de escape e a necessidade de um consumo mais reduzido de combustível em condições de condução idênticas, que é expresso pelos factores rendimento, binário motor e comportamento de contacto, exigem uma elevada flexibilidade de accionamento das válvulas.

Actualmente, existem já os sistemas de abertura comutável, com os correspondentes seguidores da came, como balanceiros, balanceiros flutuantes, ou tuches separáveis. O sistema de abertura comutável é utilizado para poder realizar diferentes curvas de elevação das válvulas, consoante o ponto de funcionamento, ou seja, para poder regular a elevação mais adequada da válvula a cada momento. A condição para este facto é que, para cada elevação alternativa da válvula, exista também uma came que lhe corresponda, como elemento que realize a referida elevação, a menos que a elevação alternativa seja igual a zero, ou seja, a imobilização da válvula. Para isso, o elemento encaixado com a válvula apoia-se na came do círculo primitivo.

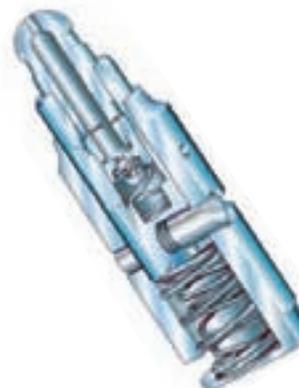
O desligamento do cilindro ou a imobilização da válvula são aplicados especialmente nos motores com maior cilindrada e mais volumosos (p.ex. com 8, 10 ou 12 cilindros). O objectivo deste procedimento consiste em minimizar as perdas das mudanças de carga (perdas por bombagem ou estrangulação), ou em deslocar o ponto de funcionamento. Tendo em conta a ordem de arranque equidistante (simétrica), é possível “converter” os actuais motores V8 e V12 em máquinas R4 ou R6. Os testes realizados com um motor V8 em funcionamento estacionário demonstram que a utilização de um cilindro desactivado pode levar a uma poupança de combustível da ordem dos 8% a 15%. Para imobilizar uma única válvula prescinde-se de uma segunda came de elevação por cada seguidor da came. Neste caso, deve ser desengatado o elemento que absorve a elevação da came. O movimento do referido elemento decorre em vazio, razão pela qual se designa por elevação “lost-motion” (movimento perdido). Dado que já não existe qualquer ligação com a mola da válvula, as forças de inércia resultantes devem ser absorvidas por outra mola (designada por mola “lost-motion”).

A peça de accionamento das válvulas, para a qual não foi planeada qualquer imobilização ou desligamento do cilindro, efectua o movimento de elevação sem qualquer mudança. A árvore de cames funciona no cilindro desactivado unicamente contra as forças da mola “lost-motion”, que são quatro a cinco vezes inferiores às forças da mola da válvula correspondente. Deste modo, são reduzidas as perdas por fricção.

Tuche mecânico comutável



Elemento de apoio comutável



Tuche de rolete comutável



Funcionamento do tuche comutável

Fase do círculo primitivo (processo de selecção)

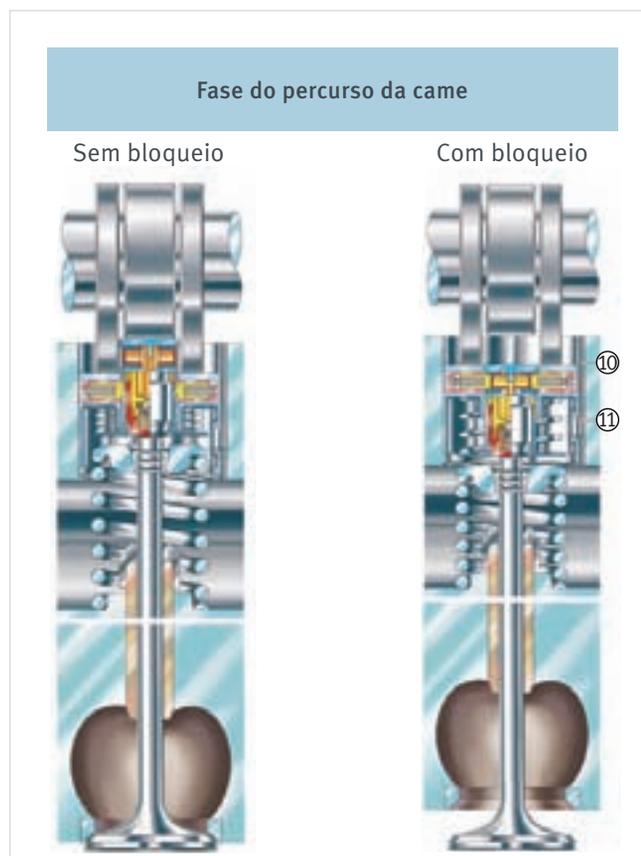
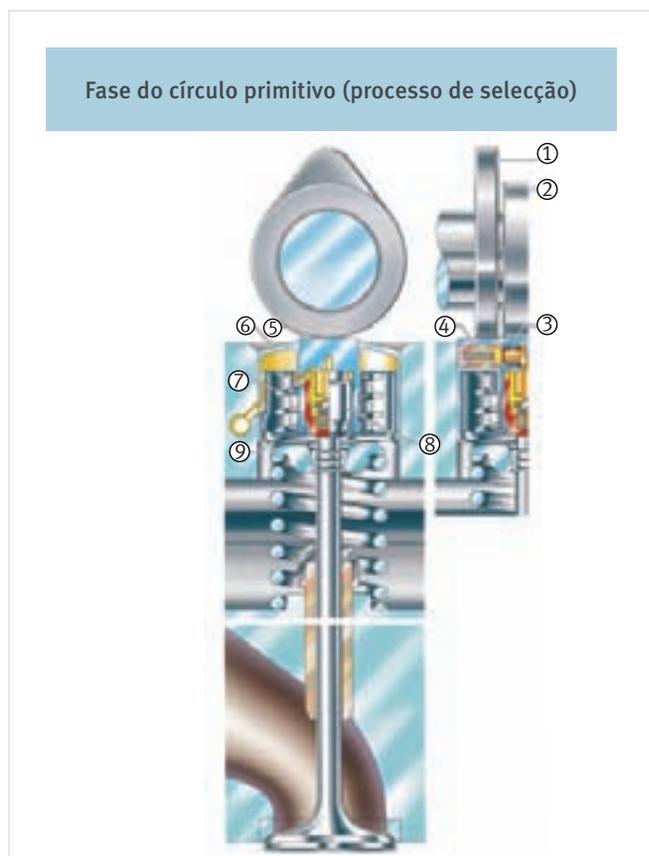
- A mola de apoio (7) pressiona o tuche exterior (6) contra o topo do tuche interior (5).
- O tuche interior (5) está em contacto com a came interior (2); entre a came exterior (1) e o tuche exterior (6) existe uma folga reduzida das válvulas.
- No caso de a pressão do óleo do motor diminuir, o pistão de bloqueio com mola (4) une o tuche exterior (6) ao tuche interior (5).
- No caso de a pressão do óleo do motor ser maior que a pressão do óleo de mudança, o pistão de accionamento (3) pressiona o pistão de bloqueio (4), de volta ao tuche (6), o que faz com que o tuche exterior (6) se solte do tuche interior (5).
- O componente hidráulico de regulação (8) ajusta a folga das válvulas no tuche interior.

Fase de percurso da came, em desbloqueio (percurso zero ou parcial)

- O par de cames exterior (1) faz mover o tuche exterior (6) contra a mola de apoio (7) para baixo.
- A válvula do motor segue o perfil da came interior (2).
- No caso de todas as válvulas do motor de um cilindro estarem desactivadas (tuche exterior (6) desbloqueado), é possível desligar o cilindro, o que fará diminuir claramente o consumo de combustível.

Fase do percurso da came, em bloqueio (percurso completo)

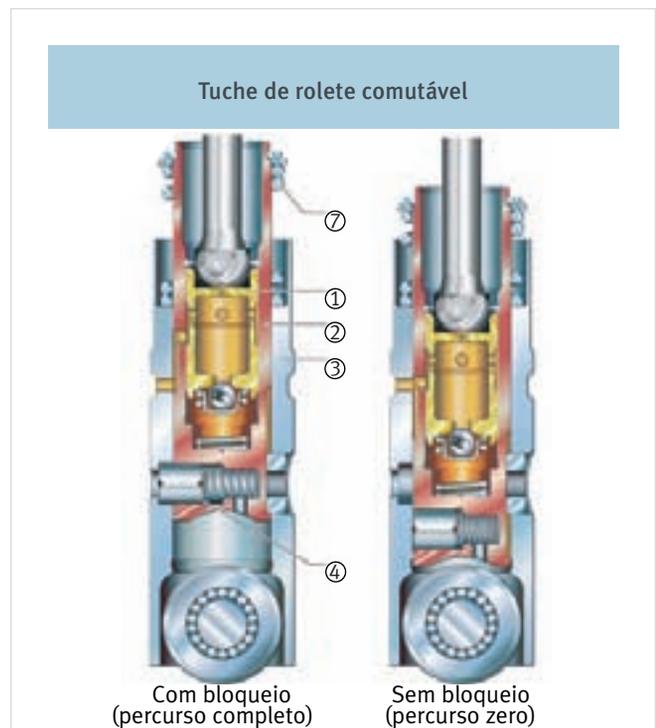
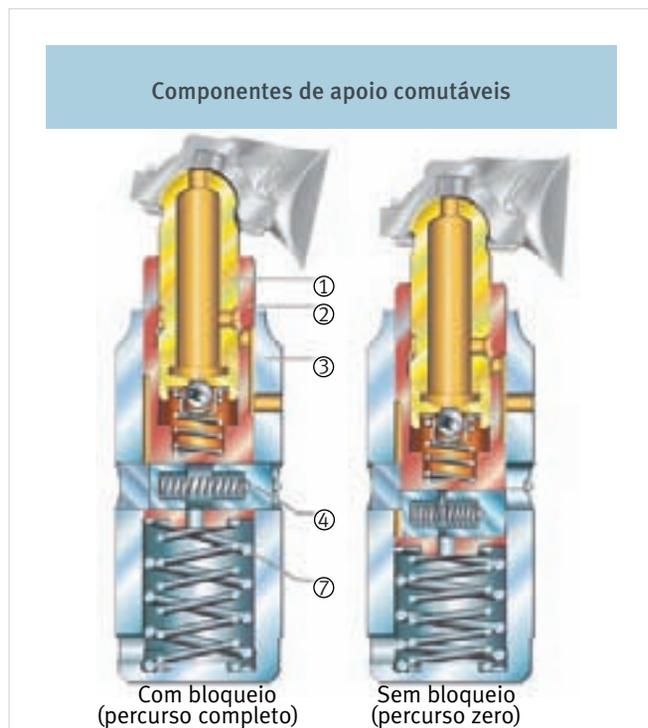
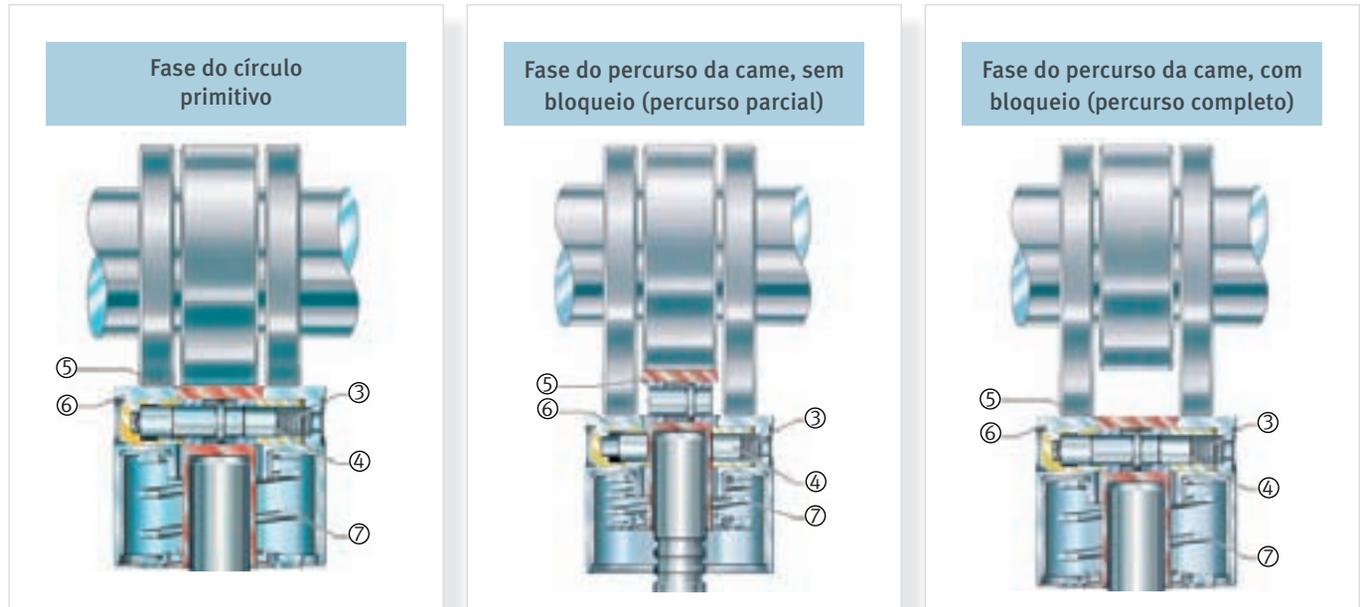
- O par de cames exterior (1) faz mover para baixo os tuches exteriores (6) e os tuches interiores (5), bloqueados entre si, o que faz abrir a válvula do motor.
- O componente hidráulico de regulação (8) fica sob pressão.
- Uma pequena quantidade de óleo sai para o exterior, pressionada desde a câmara de alta pressão, através da ranhura de fugas.
- Depois de atingir a fase do círculo primitivo, a folga das válvulas é levada a zero.



- | | |
|----------------------------|-------------------------------|
| (1) Came exterior | (7) Mola de apoio |
| (2) Came interior | (8) Componente de ajustamento |
| (3) Pistão de accionamento | (9) Chapa de apoio |
| (4) Pistão de bloqueio | (10) Ranhura guia |
| (5) Tucho interior | (11) Sistema anti-rotação |
| (6) Tucho exterior | |

- Pressão do óleo do motor estrangulada
- Pressão do óleo do motor
- Óleo sob alta pressão

Situações variáveis de um tuche mecânico comutável



- (1) Pistão
- (2) Rolete de cames
- (3) Mola de retorno
- (4) Pistão de bloqueio
- (5) Tucho interior
- (6) Tucho exterior
- (7) Mola de apoio (mola "lost-motion")

4 Sistemas de regulação da árvore de cames

4.1 Informação geral

O objectivo da regulação da árvore de cames é a modificação dos tempos de ajustamento das válvulas de permuta de gases no motor de combustão interna. Para isso, é possível quer uma regulação da admissão ou do escape da árvore de cames, quer uma combinação de ambas. Graças à regulação da árvore de cames, é possível reduzir tanto as emissões de gases de escape como o consumo de combustível. Os ângulos típicos de ajustamento encontram-se entre 20° e 30° deslocados da árvore de cames e entre 40° e 60° da cambota. Os sistemas de avanço da árvore de cames têm aplicação nos motores de accionamento, tanto através de correia como de cadeia. Existem diversos designs compactos que cumprem os requisitos de espaços de montagem diferentes.



4.2 Quadro geral dos diferentes conceitos para a regulação da árvore de cames

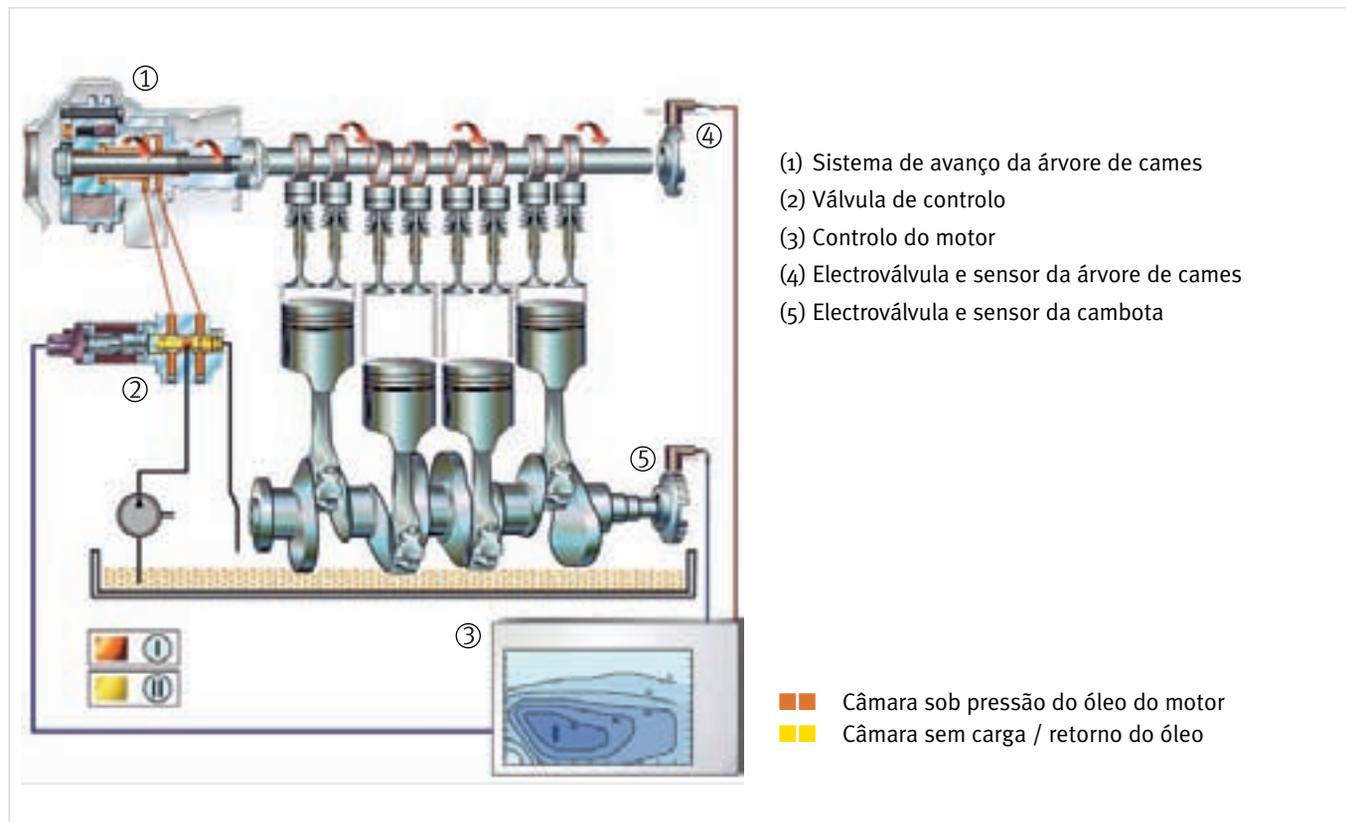
Diferentes conceitos de regulação possibilitam vantagens diferentes:

Conceito	Vantagens	Curvas de percurso das válvulas de permuta de gases
Regulação da árvore de cames de admissão	<ul style="list-style-type: none"> • Redução das emissões de gases de escape • Redução do consumo de combustível • Melhoria do conforto (diminuição do número de rotações em regime de marcha sem carga) • Aumento do binário motor e da potência 	
Regulação da árvore de cames de escape	<ul style="list-style-type: none"> • Redução das emissões de CO₂ • Redução do consumo de combustível • Melhoria do conforto (diminuição do número de rotações em regime de marcha sem carga) 	
Regulação independente da árvore de cames de admissão e de escape (DOHC)	<ul style="list-style-type: none"> • Redução das emissões de CO₂ • Redução do consumo de combustível • Melhoria do conforto (diminuição do número de rotações em regime de marcha sem carga) • Aumento do binário motor e da potência 	
Regulação síncrona da árvore de cames de admissão e de escape (DOHC/SOHC)	<ul style="list-style-type: none"> • Redução das emissões de CO₂ • Redução do consumo de combustível 	

- Sistema de avanço em posição de atraso
- - - - - Sistema de avanço em posição de adiantamento
- Posição regulada (o sistema de avanço mantém-se num ângulo de posição)

- EO → Escape aberto
- EC → Escape fechado
- IO → Admissão aberta
- IC → Admissão fechada

4.3 Componentes do sistema de regulação da árvore de cames e suas funções



Regulação da árvore de cames – circuito de controlo

A árvore de cames tem uma regulação contínua num circuito de controlo fechado. O sistema de regulação funciona com a pressão do óleo do motor.

- No controlo do motor (3) é possível ler o ângulo de rendimento dos tempos de controlo das válvulas de permuta de gases em relação à situação da carga, à temperatura, e ao número de rotações do motor, num mapa de dados.
- O ângulo real dos tempos de controlo das válvulas de permuta de gases é calculado a partir dos sinais dos sensores na árvore de cames (4) e na cambota (5), no âmbito do controlo do motor (3), e é comparado com o ângulo de rendimento.
- No caso de os ângulos de rendimento e real diferirem entre si, a corrente na válvula de controlo (2) é modificada, de modo a fazer fluir o óleo do circuito de óleo do motor na câmara de óleo, que tem de ser ampliada dentro do regulador da árvore de cames (1), assim como de modo a fazer sair óleo da câmara de óleo, que tem de ser reduzida no depósito de óleo.

- Relativamente ao caudal de óleo que flui, produz-se um movimento giratório relativo, mais ou menos rápido, da árvore de cames, relativamente à cambota, ou um deslocamento dos tempos de controlo das válvulas de permuta de gases, num momento de abertura e fecho anterior ou posterior.
- O cálculo do ângulo real e a comparação com o ângulo de rendimento no âmbito do controlo do motor (3) são efectuados de modo permanente e com muita frequência.

Vantagens do circuito de controlo:

- Os saltos do ângulo de rendimento são regulados ao longo de um período muito curto
- O ângulo de rendimento mantém-se de forma constante e com uma grande precisão

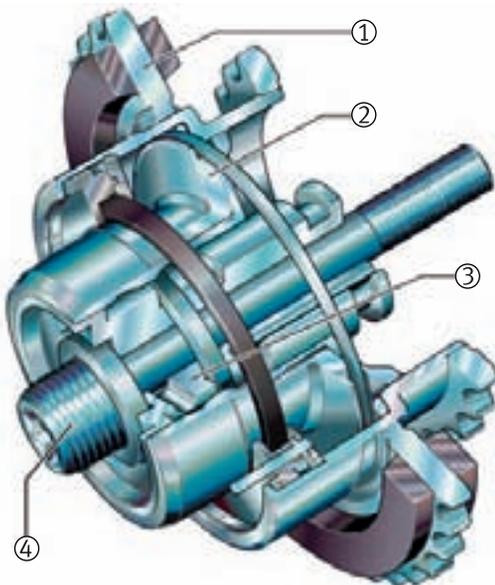
4.4 Sistema de avanço da árvore de cames

Encontram-se actualmente nas aplicações de série dois tipos de design: o sistema de avanço do pistão axial e a célula de palhetas.



4.4.1 Sistema de avanço do pistão axial

Peças principais de um sistema de avanço de pistões axiais

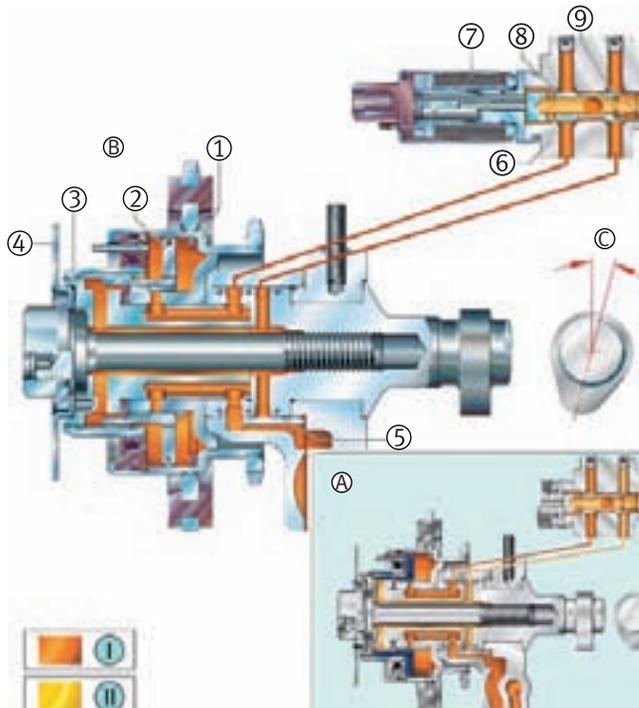


Características

- Existem sistemas de avanço de pistões axiais para transmissões de controlo, tanto por cadeia como por correia.
- Consoante a função e o espaço de construção, as condutas de óleo para as câmaras do sistema de avanço podem ser seladas hermeticamente, de uma forma mais ou menos complexa:
 - É frequente os anéis obturadores (em aço ou plástico) serem colocados sobre a árvore de cames (na zona da superfície de desgaste da árvore de cames).
 - Em alternativa, é possível transportar o óleo através de simples ranhuras na superfície de desgaste deslizante, até à árvore de cames.
- A montagem do sistema de avanço dos pistões axiais na árvore de cames é efectuada com o auxílio de um parafuso central.
- A admissão de óleo é feita através da superfície de desgaste da árvore de cames e da árvore de cames propriamente dita.
- Este modelo de sistema de avanço é caracterizado por ter um design sólido, menos fugas de óleo e uma maior precisão de regulação.

- (1) Roda motriz
- (2) Pistão de ajustamento
- (3) Cubo motriz
- (4) Parafuso central

Função de um sistema de avanço de pistões axiais



- Em função das exigências, a ligação da corrente nos electroímãs (7) assegura que o impulsor hidráulico (8), na parte hidráulica (6) da válvula de controlo, regule o fluxo de óleo numa das duas câmaras de óleo do regulador.
- A roda motriz (1) e o cubo motriz (3) estão unidos entre si, de dois em dois, por meio de uma engrenagem com dentes oblíquos.
- Graças a um deslocamento axial do pistão de ajustamento (2) como elemento de união entre a roda motriz (1) e o cubo motriz (3), é possível um movimento giratório relativo entre a árvore de cames e a cambota.
- Os ângulos típicos de ajustamento encontram-se com um desfazamento entre 20° e 30° em relação à árvore de cames (C) e entre 40° e 60° em relação à cambota.
- O pistão de ajustamento (2), que serve para manter uma posição constante do ângulo, é fixado hidráulicamente, em funcionamento controlado (B). O óleo exerce pressão de ambos os lados.

- (A) Posição básica
 (B) Posição de controlo
 (C) Ângulo da cme

- (1) Roda motriz
 (2) Pistão de ajustamento
 (3) Cubo motriz
 (4) Árvore de cames do disco disparador
 (5) Anel obturador
 (6) Válvula de controlo, parte hidráulica
 (7) Válvula de controlo, electroímã
 (8) Impulsor hidráulico
 (9) Mola

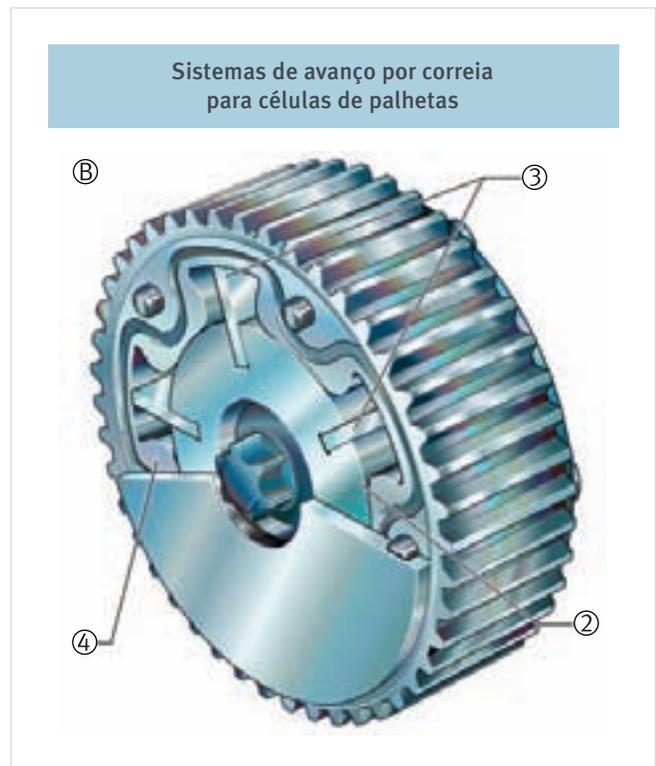
- (I) Câmara unida à pressão do óleo do motor
 (II) Câmara sem carga / retorno do óleo

4.4.2 Sistema de avanço das células de palhetas

Características

- Existem sistemas de avanço das células de palhetas para a transmissão do controlo, tanto por cadeia (A) como por correia (B).
- O estator (1) está unido, através da transmissão de controlo, à cambota e ao rotor (2), e, através de um parafuso central, à árvore de cames.
- O rotor (2) está situado no estator (1), entre dois topos das extremidades, de modo a poder rodar.
- Os ângulos típicos de ajustamento encontram-se com um desfazamento entre 20º e 30º da árvore de cames e entre 40º e 60º da cambota.
- As “palhetas” (3) inseridas no rotor e, ao mesmo tempo, equipadas com uma mola, formam pares de câmaras de óleo, em combinação com segmentos, no estator (1). As referidas câmaras enchem-se completamente de óleo durante o funcionamento.
- A transmissão do binário motor do estator (1) ao rotor (2) é feita através das “palhetas” (3), com fixação hidráulica.
- O número de palhetas habitual oscila entre 3 e 5, dependendo das exigências quanto à velocidade de ajustamento e à carga que o sistema em geral deve suportar.
- Um elemento de bloqueio (4) une solidamente a transmissão e a transmissão durante a ignição do motor em modo mecânico. Esse elemento é desbloqueado hidráulicamente, logo que o regulador é retirado da sua posição inicial.

Peças principais dos sistemas de avanço das células de palhetas



- (1) Estator (roda motriz)
- (2) Rotor (cubo motriz)
- (3) “Palhetas”
- (4) Elemento de bloqueio

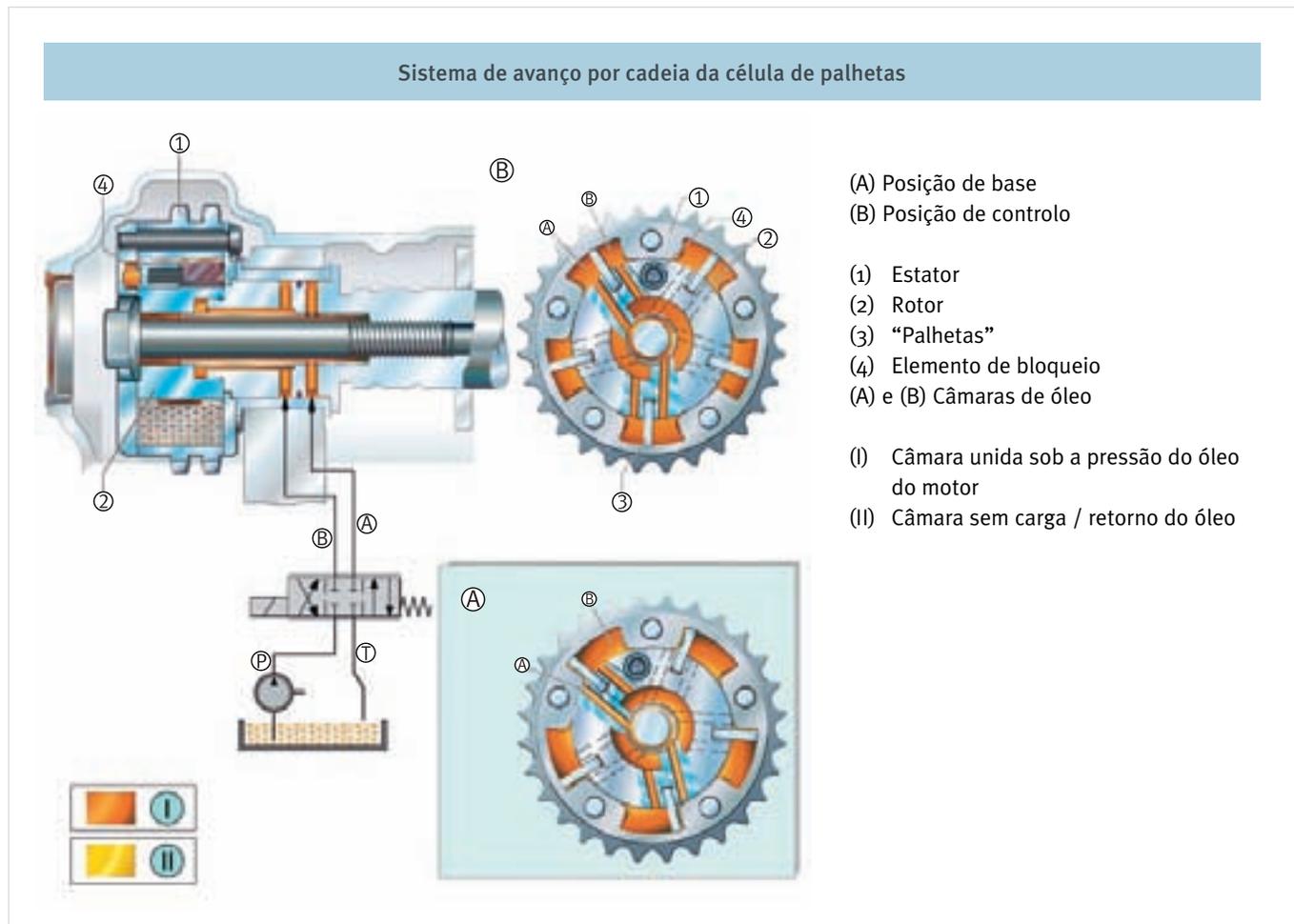
4.4.3 Diferenças entre os sistemas de avanço por cadeia e por correia



- O sistema de avanço por correia (B) deve ser 100% hermético em relação ao exterior. No caso do sistema de avanço por cadeia (A) isso não é necessário, dado que o referido sistema fica selado hermeticamente apenas com uma tampa.
- O fecho hermético do sistema de avanço por correia é assegurado por meio dos elementos de fecho do referido sistema, assim como graças à tampa posterior, desenhada como uma superfície de contacto com a junta tórica da árvore de cames, e ainda à tampa de fecho anterior, que sela o regulador, pela parte da frente, uma vez efectuada a montagem do parafuso central.
- Conforme as exigências, o “percurso” da cadeia de controlo ou da correia dentada pode ser alterado.

4.4.4 Diferenças entre a variação de entrada e saída

Regulação da admissão através do sistema de avanço por cadeia da célula de palhetas



Sistema de avanço em posição básica (A)

- O tempo de controlo da válvula encontra-se na posição de “atraso”.
- O elemento de bloqueio (4) está encaixado.
- Ao mesmo tempo, a pressão do óleo na câmara de óleo (B) pressiona as “palhetas” (3) de um dos lados, mantendo-as no outro topo da extremidade.
- A válvula de controlo é accionada sem necessidade de corrente.

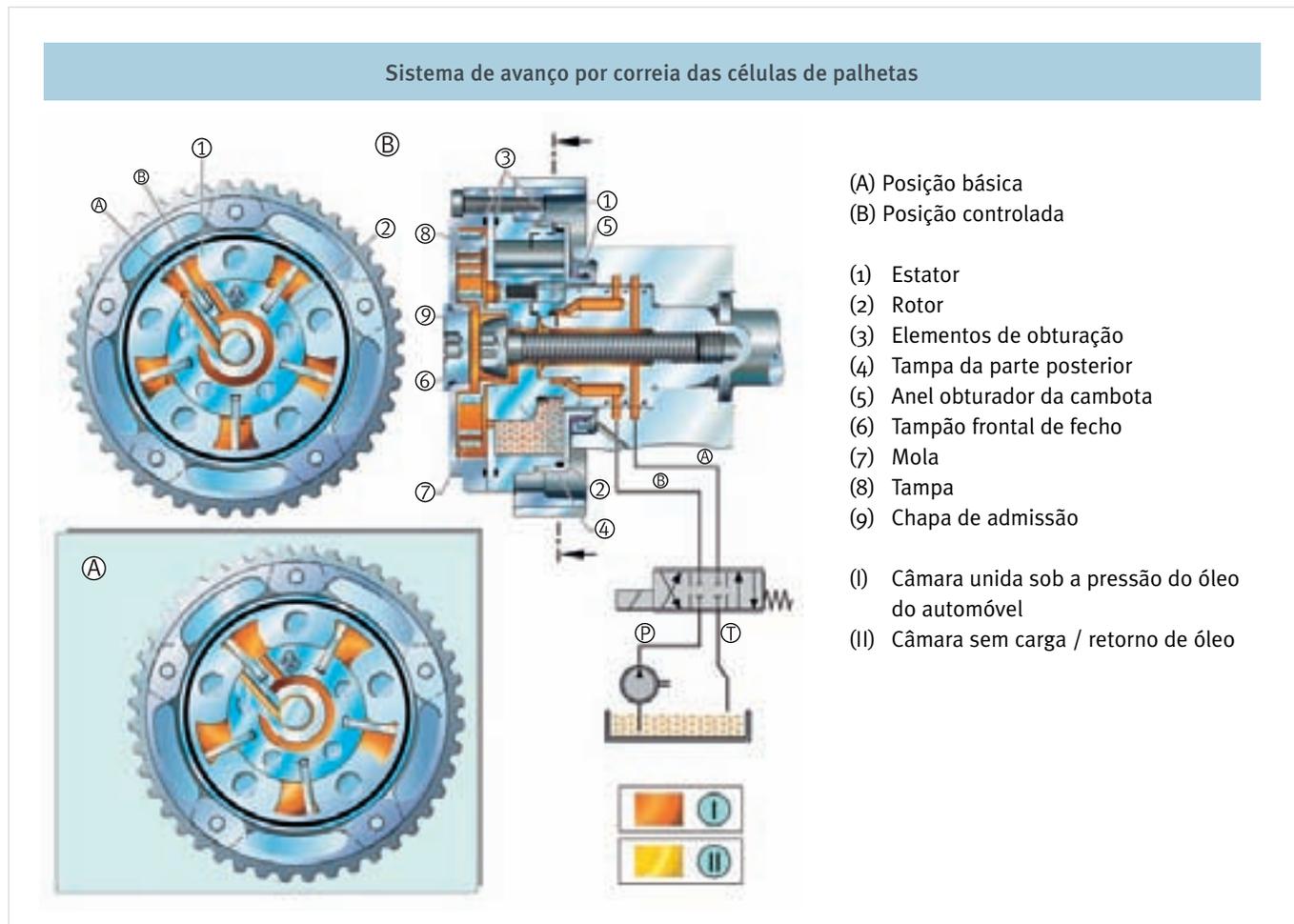
Sistema de avanço em funcionamento controlado (B)

- É aplicada corrente à válvula de controlo.
- O óleo é conduzido à segunda câmara (A).
- Nesse momento, o óleo desbloqueia o elemento de bloqueio (4) e faz girar o rotor (2).
- Deste modo, a árvore de cames roda na direcção de “adiantamento”.

Para parar numa posição intermédia, a válvula de controlo é levada à denominada “posição controlada”.

Deste modo, todas as câmaras de óleo encontram-se, na sua maior parte, fechadas. Apenas pode ser regulada uma fuga de óleo que possa eventualmente surgir.

Ajustamento do escape através do sistema de avanço por correia das células de palhetas



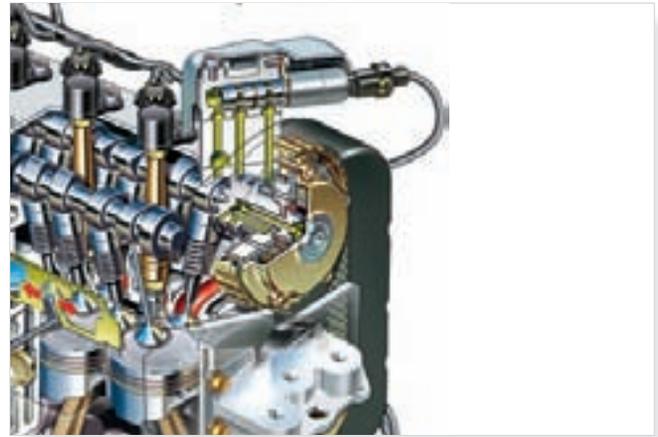
Sistema de avanço na posição básica (A)

- O tempo de controlo da válvula encontra-se ou na posição de “adiantamento” ou na posição de “atraso”.
- O elemento de bloqueio está encaixado.
- O atrito da árvore de cames actua como um travão na direcção “posterior”.
- A mola em espiral (7) conta com um momento maior que o momento de fricção da árvore de cames.
- A mola em espiral (7) está engatada na tampa (8) e unida ao rotor (2), no centro, através de uma chapa de admissão (9), situada na banda de aperto do parafuso central.

Sistema de avanço em funcionamento controlado (B)

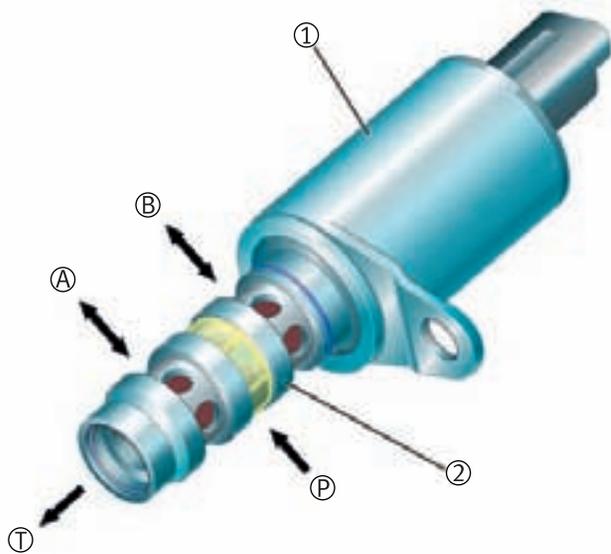
- É aplicada corrente à válvula de controlo.
- O óleo é conduzido à segunda câmara (A).
- Nesse momento, o óleo desbloqueia o elemento de bloqueio e faz rodar o rotor (2).
- Deste modo, a árvore de cames roda na direcção de “atraso”.

4.5 Válvula de controlo



4.5.1 Válvula inserida

Peças principais no funcionamento de uma válvula inserida



- (1) Electroválvula
- (2) Peça hidráulica

A válvula de controlo é uma válvula proporcional, equipada com 4 ligações, cada uma delas com uma união:

à bomba de óleo “P”
ao retorno “T”

à câmara de trabalho “A” do sistema de avanço da árvore de cames
à câmara de trabalho “B” do sistema de avanço da árvore de cames

Características

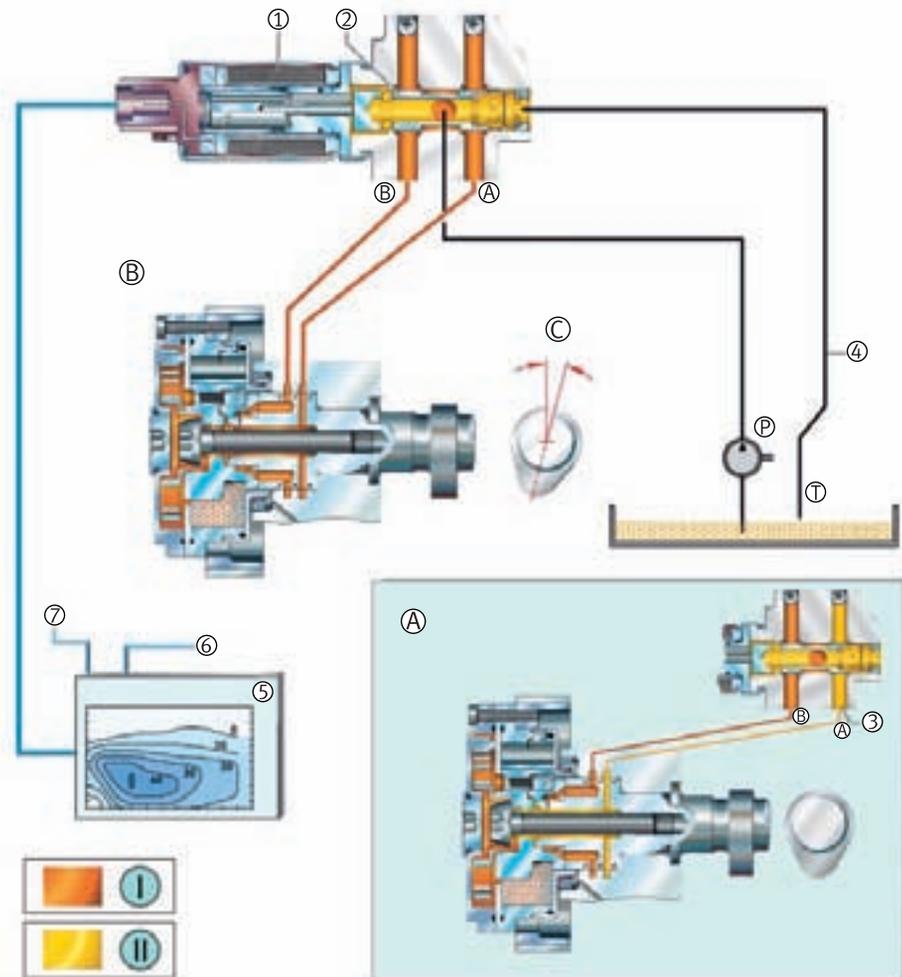
- A válvula é de estrutura compacta, mas modular, e permite ser modificada para adaptação a cada caso de aplicação. Deste modo, a posição e a forma da porca da vela e do suporte roscado, assim como a entrada do óleo (lateral ou frontal) e a posição da obturação entre a parte hidráulica “molhada” e a zona “seca” da porca da vela, apresentam-se de forma flexível.
- A válvula de controlo, na sua versão para inserir, está disponível em duas variantes:
 - integrada directamente na culatra
 - montada sobre um corpo intermédio
- A válvula é unida electricamente ao controlo do motor.
- A cremalheira hidráulica está situada num orifício com ligações para a alimentação de óleo, para as câmaras de trabalho do sistema de avanço da árvore de cames, assim como para o retrocesso do óleo.
- A cremalheira suporta a carga axial produzida pela mola, na direcção da posição de base, e desloca-se contra a força da referida mola quando passa corrente pelos electroímãs.
 - A entrada e saída de óleo de ambas as câmaras é variável.
 - Na chamada posição de controlo, todas as vias de óleo estão fechadas, na sua maior parte de modo a que o rotor no sistema de avanço da árvore de cames fique tenso e rígido

Funcionamento de uma válvula inserida

- (A) Posição de base
- (B) Posição de controlo
- (C) Ângulo da came

- (1) Electroímã
- (2) Cremalheira interna
- (3) Entrada na câmara de óleo
- (4) Retorno "T"
- (5) Controlo do motor
- (6) União ao sensor da cambota
- (7) União ao sensor da árvore de cames

- (I) Câmara unida sob a pressão do óleo do motor
- (II) Câmara sem carga / retorno de óleo



Quando há corrente no electroímã (1), este desloca a cremalheira interna de controlo (2) contra uma força de mola na peça hidráulica da válvula e controla a pressão do óleo entre as câmaras de trabalho A e B.

A câmara de trabalho correspondente, que não está sujeita à pressão do óleo, é ligada ao retorno (T). Para fixar a posição para o tempo de controlo, a válvula é mantida na posição central, em que as uniões de todas as ligações estão quase separadas entre si.

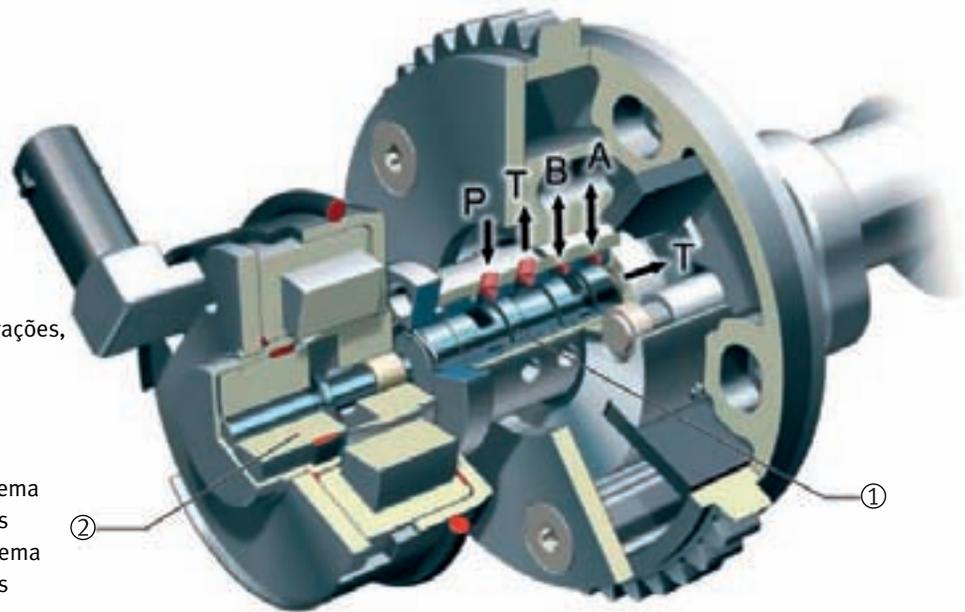
4.5.2 Válvula central

Peças principais do funcionamento da válvula central

- (1) Peça hidráulica
- (2) Electroímã

A válvula central é uma válvula proporcional, equipada com 5 ligações, cada uma delas unida:

- à bomba de óleo “P”
- ao retorno “T” (2x)
- à câmara de trabalho “A” do sistema de avanço da árvore de cames
- à câmara de trabalho “B” do sistema de avanço da árvore de cames



Características

- O ímã central individual está situado coaxialmente em frente da válvula central.
- A válvula central é aparafusada à árvore de cames.
- O sistema de avanço da árvore de cames está fixado sobre a árvore de cames (união por soldadura).
- As vias curtas de óleo entre a válvula central e o sistema de avanço da árvore de cames asseguram uma perda escassa da pressão do óleo e uma velocidade de avanço elevada.

Funcionamento

Quando há corrente no electroímã colocado coaxialmente (2), este faz deslocar a cremalheira interna de controlo contra uma força de mola na peça hidráulica da válvula, controlando desse modo a pressão do óleo entre as câmaras de trabalho. A câmara de trabalho correspondente, que não está sujeita à pressão do óleo, é ligada ao retorno. Para fixar a posição para o tempo de controlo, a válvula é mantida na chamada posição central, em que as uniões de todas as ligações estão praticamente separadas entre si.

5 Reparação e serviço técnico

Importante:

- Para evitar eventuais alterações no funcionamento, provocadas por partículas estranhas, deve ser assegurada a **LIMPEZA**.
- Bastam pequenas partículas de sujidade para que o funcionamento dos componentes seja afectado e possa ocorrer uma avaria total.
- Há que prestar especial atenção à montagem correcta das peças (invólucro sobre a cabeça da esfera e a sede das válvulas sobre a haste destas).
- Atendendo às diferenças de construção dos balanceiros, há que ter em conta a posição de montagem (encurvamento).
- Dada a precisão dos componentes de regulação hidráulica da folga das válvulas, estes não podem ser desmontados.
- Os motores apenas podem ser cheios com os óleos autorizados.

5.1 Substituição dos tuches mecânicos

Na primeira montagem, todas as tolerâncias de fabrico entre o círculo primitivo da came e a sede da válvula são ajustadas, graças à utilização de discos de ajustamento de diversas espessuras.

Importante:

Concluído o ajustamento, deve ser mantida uma folga básica, definida entre o círculo primitivo da came e o disco de ajustamento. Essa folga serve para compensar a mudança de comprimento do accionamento das válvulas.

- Por dilatação pelo efeito do calor
- Pelo processo de assentamento
- Pelo desgaste



No caso de a massa de ajustamento diferir das indicações do fabricante (folga das válvulas demasiado pequena ou demasiado grande), deve ser substituído o disco de ajustamento correspondente (não é necessário desmontar a árvore de cames).

No caso de a massa de ajustamento medida diferir das indicações do fabricante (folga das válvulas demasiado pequena ou demasiado grande), os discos de ajustamento e o tuche correspondentes devem ser substituídos (para isso é necessário desmontar a árvore de cames).

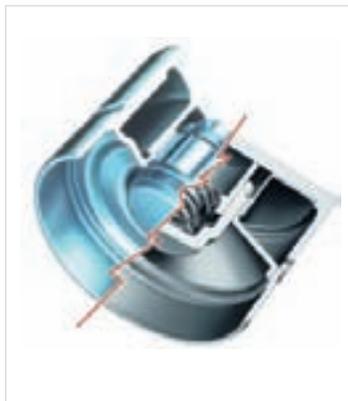
No caso de a massa de ajustamento medida diferir das indicações do fabricante (folga das válvulas demasiado pequena ou demasiado grande), deve ser substituído o tuche correspondente (para isso é necessário desmontar a árvore de cames).

5.2 Substituição dos tuches hidráulicos

Importante:

A substituição de todos os componentes hidráulicos deve ser efectuada de acordo com as indicações dos respectivos fabricantes. Em princípio, os métodos aqui descritos podem ser aplicados a todos os modelos.

Os tuches hidráulicos não são todos iguais. Embora muitos modelos apresentem as mesmas medidas exteriores, estão dotados de uma “vida interior” totalmente distinta, o que significa que os tuches hidráulicos não podem ser substituídos indistintamente por outros.



As razões de tal facto são as seguintes:

- Diferentes tempos de descida do componente hidráulico
- Doseamento da quantidade de óleo
- Outras especificações do óleo
- Diferente qualidade da superfície do tuche (p.ex. endurecida ou nitrizada)
- Diferente pressão do óleo
- Tipo de tuche (de labirinto, com dispositivo anti-vácuo, ou tuche com labirinto interior)
- Diferentes forças de mola da válvula de retorno
- Diferentes percursos da came (medidos em mm)

5.3 Substituição de um balanceiro com pivot hidráulico

Com vista a evitar reparações reiteradas e a poupar despesas ao cliente, em caso de reparação devem ser sempre desmontados os sets completos dos balanceiros.

No caso de ser montado um pivot com um balanceiro que não tenha sido substituído, ocorrerá um mau contacto entre a culatra do balanceiro e a culatra do pivot, facto que pode levar a um maior desgaste.



Importante:

A diferença entre os diferentes pivots hidráulicos reside principalmente no tempo de descida. Ao montar um pivot hidráulico incorrecto num balanceiro, podem surgir danos significativos no accionamento das válvulas do motor, podendo mesmo ocorrer uma avaria grossa no motor.

5.4 Substituição de um balanceiro com pivot hidráulico

O balanceiro danificado deve ser sempre substituído juntamente com o pivot hidráulico.

As razões para esse facto são as seguintes:

- O orifício de admissão do balanceiro ajusta-se perfeitamente ao diâmetro exterior do pivot hidráulico (medidas exactas).
- O pivot hidráulico dificilmente se pode soltar do balanceiro; isso apenas será possível mediante a aplicação de força e com a ajuda de uma ferramenta (p.ex. um alicate), caso em que o orifício de admissão do pivot hidráulico ficaria deformado e, por conseguinte, danificado.
- No caso de todos os orifícios de entrada de óleo, ou de os próprios canais de alimentação de



óleo, estarem obstruídos devido aos sedimentos do óleo usado, deixa de estar assegurada a alimentação de óleo ao pivot hidráulico.

- O rolete de cames (rolamento de agulhas) do balanceiro está sujeito a um desgaste contínuo, devido ao contacto com a came da árvore de cames.

Importante:

A diferença entre os diferentes pivots hidráulicos reside principalmente no tempo de descida. Quando é montado um pivot hidráulico incorrecto num balanceiro, pode ocorrer uma avaria grossa no motor.

5.5 Conselhos gerais na oficina



Estes conselhos gerais para a oficina devem ser tidos em conta no momento de efectuar qualquer montagem no accionamento das válvulas. Por outro lado, devem ser sempre consultadas as indicações do fabricante.

Substituição depois dos 120.000 km

Por norma, na revisão de um motor que tenha percorrido mais de 120.000 km, devem ser substituídos os componentes de regulação hidráulica da folga das válvulas. Devido às estreitas margens de tolerância, depois do referido período de funcionamento, e na maior parte dos casos, o limite de desgaste dos componentes hidráulicos já foi atingido, ou até mesmo superado.

Substituição sempre por sets

No caso de ser detectado um dano num ou vários componentes de regulação hidráulica da folga das válvulas, é necessário proceder à substituição do set completo. Se apenas forem substituídos alguns componentes soltos, não será possível garantir um movimento uniforme da válvula, devido às diferentes pressões do óleo de fuga, o que pode provocar falhas no fecho das válvulas e que faz frequentemente com que a sede da válvula se queime por completo. Com vista a evitar reparações repetidas e a poupar despesas ao cliente, em caso de reparação devem ser sempre desmontados os sets completos dos balanceros.

Árvore de cames nova – novos tuches hidráulicos

A renovação dos tuches hidráulicos deve sempre implicar uma substituição da árvore de cames, sendo igualmente válido o inverso. Devido ao gráfico de contacto na superfície dos tuches e na trajectória da came, a combinação de componentes novos com outros usados não poderia garantir uma longa vida útil.

Seleção dos componentes hidráulicos

Os principais critérios para determinar os elementos hidráulicos são sempre o comprimento da construção (que por vezes não corresponde ao comprimento total do elemento hidráulico), o diâmetro exterior, e o tamanho e ordem das ranhuras de óleo efectivas. Por norma, são aplicados apenas os elementos hidráulicos que constam das listas de peças ou dos catálogos.

Cuidado: Há que ter em conta que os tuches hidráulicos com medidas padrão não podem ser montados nos orifícios com uma medida maior da culatra.

Enchimento dos componentes hidráulicos

Os componentes de regulação hidráulica existentes no mercado das peças de reserva vêm por vezes enchidos de fábrica, com o volume de óleo permitido, ou com uma quantidade de óleo suficiente para a fase de chegada. No caso de os elementos de ajustamento se encontrarem parcialmente cheios, a altura do pistão hidráulico é ajustada automaticamente à medida necessária, ao ser colocado pela primeira vez em funcionamento o motor renovado. Neste breve lapso de tempo, o sistema, apesar de tudo, é auto-ventilado e, não obstante os elementos de ajustamento se encontrarem completamente cheios, produz ruídos na zona da culatra, até atingir o nível suficiente de óleo, através do circuito de óleo do motor. Dado que os elementos hidráulicos são fornecidos na posição de transporte, apenas são colocados na sua posição respectiva após a sua montagem e após suportarem a carga através da árvore de cames. Durante este tempo não se deve fazer girar a árvore de cames. Por norma, o processo de descida demora entre 2 e 10 minutos, à temperatura ambiente. Passado este tempo, já se pode fazer girar a árvore de cames ou colocar o motor em funcionamento.

Instruções gerais de montagem

- Deixar sair o óleo do motor
- Limpar o sistema de óleo, especialmente nos canais que se dirigem aos componentes hidráulicos, desmontar e limpar o depósito e o coador de óleo, caso seja necessário
- Montar um filtro de óleo novo
- Corrigir o nível de óleo e verificar a alimentação de óleo
- Completar a culatra
- Esperar o tempo de descida dos elementos hidráulicos até que a árvore de cames rode, ou até o motor se pôr em funcionamento.

5.6 Conselhos para a ventilação dos componentes de regulação hidráulica da folga de cames do motor

Em algumas condições de funcionamento (arranque múltiplo / arranque a frio / primeira montagem do motor) podem ocorrer ruídos no accionamento das válvulas. Se forem cumpridos os conselhos que se seguem, estará garantida a rápida ventilação das câmaras de alta pressão e armazenamento dos componentes hidráulicos:

- Deixar o motor a funcionar durante cerca de 4 minutos, com um número de rotações constante, próximo das 2.500 r.p.m., ou com um número variável de rotações (entre 2.000 e 3.000 r.p.m.).
- Em seguida, deixar o motor a funcionar durante cerca de 30 segundos, em ponto morto.
- Se, depois disto, já não se escutarem ruídos no accionamento das válvulas, o componente hidráulico estará ventilado. Caso se continuem a ouvir ruídos no accionamento das válvulas, será necessário repetir os primeiros dois passos.



Há que partir do princípio de que em 90% de todos os casos se consegue uma solução com o primeiro ciclo de funcionamento. Em alguns casos isolados pode ser necessário repetir 5 a 6 vezes o ciclo descrito anteriormente. Se ainda se ouvirem claramente ruídos no accionamento das válvulas depois da 5ª vez, aconselha-se a substituição dos elementos afectados e a realização de outros testes.

5.7 Conselhos para a substituição dos sistemas de avanço da árvore de cames

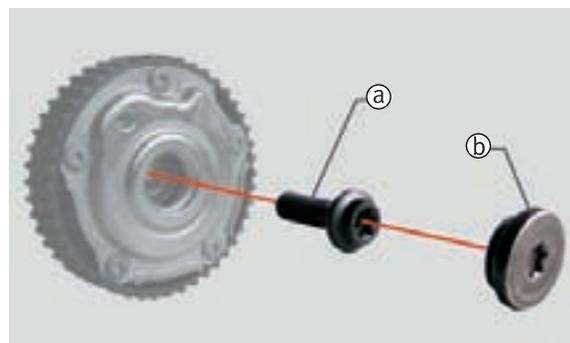


Perno de ignição

Alguns sistemas de avanço da árvore de cames estão equipados com um perno de ignição. Durante a montagem há que assegurar que este perno tenha o mesmo ponto de fuga que o orifício correspondente na árvore de cames, já que, se assim não for, o sistema de avanço poderá falhar, impedindo o funcionamento, além de que a guia da correia ou cadeia não seria a correcta.

Anel obturador da árvore de cames

No momento de substituir o sistema de avanço da árvore de cames, aconselha-se vivamente que seja também substituído o anel obturador da árvore de cames, o qual fecha hermeticamente o ponto de união entre a árvore de cames e o bloco do motor.



Parafuso central (a)

No momento de substituir o sistema de avanço da árvore de cames, deve também ser substituído o parafuso central, que une o sistema de avanço à árvore de cames. Devido ao binário do motor de arranque, que varia conforme o fabricante e que é imprescindível que seja sempre mantido, o parafuso sofre uma deformação, não sendo portanto recomendável voltar a utilizá-lo.

Parafuso de fecho (b)

Caso seja substituído o sistema de avanço da árvore de cames, é aconselhável substituir também o parafuso de fecho, o qual fecha hermeticamente, até ao exterior, o sistema de avanço da árvore de cames. O referido parafuso está equipado com um anel obturador, que poderia sofrer danos ao afrouxar o parafuso.

6 Diagnóstico / Avaliação de danos

6.1 Avaliação geral de danos

Em condições de fricção heterogénea entre componentes metálicos ocorrem processos de desgaste abrasivo e adesivo. Ambos os mecanismos de desgaste, assim como o desgaste provocado pelo cansaço, que leva à formação de corrosão na superfície, produzem frequentemente uma falha total do elemento de contacto deslizante. O desgaste também pode ser originado pelas diversas formas de corrosão.

→ Abrasão significa, de um modo geral, desgastar ou raspar.

→ A aderência pode surgir quando o corpo principal e o corpo contrário roçam directamente entre si.

São muitos os parâmetros que influenciam o desgaste:

- Materiais (união dos materiais, tratamento térmico, revestimento)
- Geometria de contacto (macro e microgeometria, precisão da forma, aspereza, rugosidade)
- Desgaste (forças, binários, pressão Hertziana)
- Design cinemático (velocidade relativa, velocidade hidrodinâmica, pressão superficial)
- Lubrificação (óleo, viscosidade, quantidade, aditivos, sujidade, envelhecimento)

6.1.1 Ruídos durante a fase de aquecimento

Os ruídos surgidos durante a fase de aquecimento do motor não costumam ser motivo de queixa na maioria dos casos. Quando o motor está desligado, algumas válvulas podem encontrar-se na posição de abertas e admitir o componente de regulação hidráulica da folga das válvulas, através da mola de válvula. Deste modo, o óleo é pressionado para o exterior da câmara de alta pressão e vai sendo substituído, pouco a pouco, durante a fase de aquecimento.

Nesta situação, o colchão de ar que se encontra no interior do elemento hidráulico pode ser comprimido e produzir estes ruídos transitórios.

6.1.2 Produção de ruídos com o motor a quente

É frequente a produção de ruídos com o motor a quente ser devida a uma escassa alimentação de óleo. As razões desse facto podem ser as seguintes:

- Entupimento do pistão hidráulico devido a sujidade no óleo
- Espuma no óleo pelo facto de o nível do óleo do motor se encontrar demasiado alto ou demasiado baixo
- Fugas na zona de enchimento da bomba de óleo
- Pressão do óleo demasiado baixa, o que leva a fugas nas condutas de óleo

6.1.3 Produção de ruídos devido à “bombagem”

As razões da ocorrência de ruídos podem ser as seguintes:

- Molas da válvula defeituosas, gastas ou trocadas (atribuição incorrecta de peças)
- Guias ou eixos de válvula defeituosos
- Número de rotações do motor demasiado elevado

Como consequência, as superfícies de contacto do accionamento do trem de válvulas ao mesmo tempo que rodam também se elevam, o que leva a um percurso demasiado grande da came. Por conseguinte, durante a admissão do elemento hidráulico, o óleo não consegue deslocar-se em quantidade suficiente num lapso de tempo tão diminuto.

Consequência:

A válvula não fecha hermeticamente, podendo levar a uma perda de potência e fazer com que a válvula se queime. Outra consequência resultante da colocação de uma válvula na base do pistão poderão ser danos graves no motor.

Devido às tolerâncias extremamente reduzidas, os elementos de regulação reagem de forma muito sensível às impurezas contidas no óleo do motor. Independentemente do elevado desgaste a que se encontram sujeitas as peças móveis, as partículas de sujidade presentes no sistema hidráulico de regulação da folga das válvulas podem ser apercebidas devido ao ruído que produzem.

6.2 Restos de sujidade

Restos de alumínio da mecanização da culatra



Durante a verificação das peças reclamadas, é frequente encontrar-se uma grande quantidade de partículas de sujidade. Essas partículas, p.ex. alumínio, resultam da mecanização da culatra.

Restos carbonizados de um motor diesel



No entanto, também o cotão dos trapos ou panos de limpeza, assim como os restos da combustão dos motores diesel, são presenças frequentes no óleo dos motores.

6.3 Avaliação dos danos dos componentes de accionamento das válvulas

Importante:

A comprovação dos componentes hidráulicos supostamente defeituosos deverá ser efectuada de acordo com as indicações dos respectivos fabricantes. Em princípio, os métodos aqui mencionados podem ser aplicados em todos os modelos.

Comprovação visual

Os componentes hidráulicos que apresentem danos exteriores, como estrias, arranhões, ou vestígios de corrosão, devem ser substituídos de imediato. No entanto, é conveniente controlar a superfície de atrito no accionamento das válvulas.

Nos tuches hidráulicos é necessário comprovar especialmente a sua superfície exterior. Esta superfície de contacto representa a zona do motor que suporta uma carga maior.

Quando está nova, a superfície fosfatada de arranque do exterior dos tuches de VW apresenta um perfil abaulado. Este revestimento vai-se desgastando durante o processo de aquecimento. O critério de avaliação para um tuche que apresenta desgaste não é por conseguinte o gráfico de contacto do revestimento, mas antes o perfil da superfície exterior do tuche. Se após algum tempo de funcionamento apresentar uma superfície côncava, devem ser substituídos todos os tuches juntamente com a árvore de cames.

Comprovação manual

Uma comprovação manual simples, mas reveladora, na oficina, é a capacidade de compressão pela acção manual do componente de regulação hidráulica da folga das válvulas.

Um elemento cheio não deve poder ser facilmente comprimido sob a simples acção da mão. Não obstante, o processo de comprovação deverá ser realizado com cuidado, uma vez que, caso contrário, o óleo pode sair sob pressão através da ranhura de escape.

Se o elemento cheio puder ser pressionado sem necessidade de aplicar demasiada força, deverá ser substituído de imediato. Um exame mais exaustivo do funcionamento dos componentes hidráulicos apenas será possível utilizando para o efeito instalações próprias para teste e ensaio. Esta comprovação abrange, entre outros aspectos, o cálculo do valor de descida, que apenas pode ser efectuada pelo fabricante.

6.3.1 Avaliação de danos do tuche

Sinais de desgaste na superfície exterior do tuche

Desgaste normal



- Desenho normal da superfície exterior do tuche
- Os riscos concêntricos são devidos à rotação do tuche e não têm importância de maior.

Medidas

Não é necessário tomar medidas; o desenho do tuche é normal.

Desgaste maior



- Mostras de desgaste significativo na superfície exterior do tuche
- Caso ocorra um desenho como este, pelo desgaste da superfície exterior do tuche poderá deduzir-se que existe um elevado desgaste do material.

Medidas

O tuche e a árvore de cames devem ser substituídos.

Desgaste excessivo



Desgaste adesivo-abrasivo até atingir o colapso total. No entanto, é necessário efectuar uma comprovação intensiva da posição da árvore de cames.

Medidas

O tuche deve ser substituído. Além disso, é necessário verificar a posição do regulador da árvore de cames.

O cárter do tuche e o orifício guia apresentam gretas

Tuche



Orifício guia



Causa

Quantidade demasiado elevada de restos de sujidade no óleo do motor.

Consequência

Tuche entupido no orifício de alimentação.

Medidas

- Limpar o motor (com água)
- Antes da montagem do novo tuche, certificar-se de que está tudo limpo.

6.3.2 Avaliação dos danos do balanceiro

Mostras de desgaste no balanceiro e no elemento de apoio



Desgaste normal



- Amostra polida pelo atrito na zona de contacto com a culatra do balanceiro
- Mostras de desgaste normal devido à passagem do tempo



Amostra polida pelo atrito na zona de contacto com a cabeça de esfera

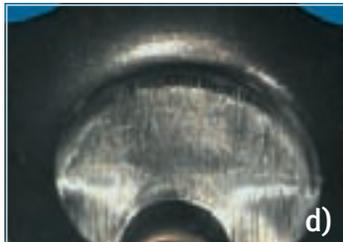
Medidas

Não é necessário tomar qualquer medida especial, porque o gráfico de contacto está normal.

Desgaste excessivo



O forte desgaste abrasivo na cabeça de esfera atinge um nível crítico. O desgaste provocou uma mudança da forma geométrica da cabeça de esfera.



O forte desgaste abrasivo da culatra atinge um nível crítico. O desgaste provocou uma mudança da forma geométrica da culatra.

Medidas

O pivot hidráulico e o balanceiro correspondente devem ser substituídos.

Mostras de desgaste na sede das válvulas do balanceiro.

Perspectiva das ilustrações a) a b)



Desgaste normal



- Ligeiras mostras de desgaste na sede das válvulas, devido ao movimento relativo entre o balanceiro e a válvula.
- Mostras de desgaste normal devido à passagem do tempo.

Medidas

Não é necessário tomar qualquer medida especial, visto que o gráfico de contacto está normal.

Desgaste maior



- Grande desgaste abrasivo da sede das válvulas.
- Bordos claramente marcados no limite da zona de contacto mostram uma profundidade de desgaste de várias décimas.
- Se continuar em funcionamento, existe o risco de o balanceiro se partir.

Medidas

O pivot hidráulico e o respectivo balanceiro devem ser substituídos. O eixo da válvula deve ser comprovado.

Mostras de desgaste no anel exterior da árvore de cames

Desgaste normal



- O diâmetro exterior da árvore de cames não apresenta qualquer desgaste à vista desarmada. Os sinais à volta do tucho são normais e resultam de pequenas partículas estranhas entre o rolete de cames e a árvore.
- Mostras de desgaste devido à passagem do tempo.

Medidas

Não é necessária qualquer medida especial, visto que o gráfico de contacto está normal.

Desgaste maior



Desgaste significativo no diâmetro exterior da árvore de cames, com uma geometria claramente modificada da árvore de cames.

Medidas

O pivot hidráulico e o respectivo balanceiro devem ser substituídos. Não obstante, a posição da árvore de cames correspondente deverá ser comprovada.

Mostras de desgaste no perno do rolete do balanceiro

Comprovação da folga radial do perno do rolete



A folga radial pode ser determinada de uma forma relativamente simples, através do movimento do rolete de cames, na direcção radial, até acima e até abaixo.

Numa folga radial numa margem com várias décimas, a zona de carga do perno do rolete apresenta-se desgastada e o balanceiro deve ser substituído.

Desgaste maior



Desgaste significativo na zona de carga do perno do rolete.



Estado final do desgaste: as agulhas do perno do rolete perderam a flexibilidade.

Medidas

O pivot hidráulico e o respectivo balanceiro devem ser substituídos.

Falha no funcionamento do pivot

Válvula de retorno do pivot



Causa

As partículas estranhas que se introduziram como sujidade, através do óleo do motor, no componente de regulação hidráulica das válvulas.

Consequência

A válvula de retorno deixa de funcionar correctamente.

Atenção

A obrigação de garantia do fabricante deixa de ser válida se as peças tiverem sido desmontadas na oficina durante esse período. Dada a precisão requerida no pivot hidráulico, as peças desmontadas não podem ser instaladas novamente, porque nesse caso deixaria de poder continuar a ser garantido o seu correcto funcionamento.

6.3.3 Avaliação dos danos do ajustamento da árvore de cames

Ajustamento da árvore de cames



Causa

A folga do sistema de bloqueio é demasiado grande.

Medidas

O sistema de avanço deve ser substituído.

O sistema de avanço não funciona ou apenas funciona parcialmente.

Causa

O óleo do motor contém argila ou sujidade.

Medidas

- Limpar o motor (com água) e substituir o óleo
- Substituição do sistema de avanço

Válvula de distribuição para uma árvore de cames variável



A válvula de distribuição não funciona.

Causa

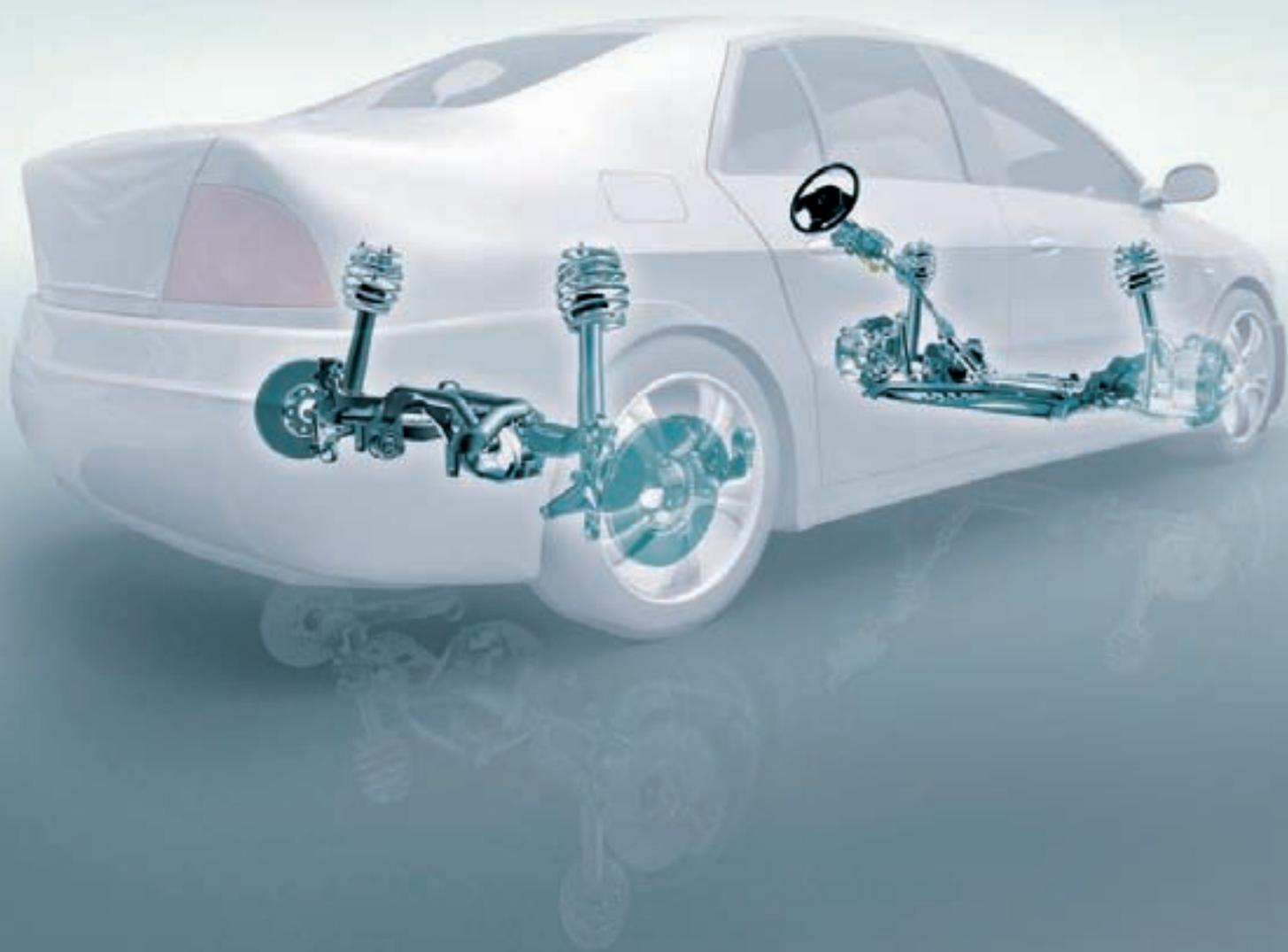
- O pivot da válvula de distribuição não pode funcionar correctamente devido às partículas de sujidade contidas no óleo do motor; o pivot entope.
- Contacto frouxo na ligação com a válvula de distribuição.

Medidas

- A válvula de distribuição deve ser substituída.
- A ligação deve ser comprovada ou reparada.

Conselho

No caso de o pivot da válvula de distribuição não atingir as posições finais requeridas, o controlo do motor emitirá a mensagem de erro correspondente (“o ângulo de rendimento não foi atingido”).





FAG, inovação em movimento

Desde 1883 que a **FAG** é um dos fabricantes mais prestigiados de rolamentos de precisão para a indústria automóvel, a engenharia mecânica e aeroespacial. A **FAG** é o parceiro tecnológico dos mais importantes construtores de veículos, para o desenvolvimento de rolamentos de motor, chassis e transmissão. O fruto desta experiência vê-se reflectido no facto de, na Europa, um em cada quatro veículos vir equipado de origem com **Rolamentos de Rodas FAG**.

FAG



				
✓	✓			

Diagnóstico de danos

Guia para detecção de avarias nos rolamentos das rodas



FAG

Índice

Introdução	210- 213
Diagnóstico de danos nos rolamentos	214- 217
Instruções de montagem	218- 223
Ferramentas FAG	224- 235

Danos nos rolamentos, causas da avaria

Os rolamentos das rodas estão calculados por forma a poderem atingir, sem problemas, uma quilometragem até 1.000.000 de km. No entanto, outras causas, em geral anómalas, podem provocar a avaria prematura de um rolamento, influenciando a sua vida útil.

- Em 70 % dos casos trata-se de uma lubrificação deficiente, ou seja, com excesso de lubrificante, do emprego de um lubrificante inadequado, etc.
- Em 18 % dos casos, a causa é a sujidade ou degradação do lubrificante: penetração de líquido ou de partículas sólidas. Por isso, são tão importantes as juntas, já que a sua deterioração pode ser a causa de o lubrificante sair e a sujidade penetrar.
- Em 10 % dos casos, a avaria deve-se a uma montagem incorrecta: montagem realizada de forma violenta, folga deficiente e folga inadequada, excesso de força ao apertar o acoplamento cónico, etc.

Formas gerais de danos nos rolamentos:

- Sobreaquecimento
- Ruptura do anel exterior
- Inclinação
- Aperto demasiado estreito (sem tolerância)
- Fadiga do material
- Marcas nos rolamentos
- Sujidade
- Erro de lubrificação
- Corrosão
- Ruptura dos bordos
- Desgaste por bloqueio
- Orientação incorrecta da carga

Observações

Diagnóstico de danos nos rolamentos

Os rolamentos são elementos de maquinaria com um campo de aplicação muito amplo. Demonstram ser fiáveis, incluindo quando são utilizados em condições duras de trabalho, sendo muito pouco frequente a avaria prematura. Os danos nos rolamentos são imediatamente reconhecidos porque se comportam de um modo estranho no seu funcionamento. Nos exames efectuados nos rolamentos danificados podem ser comprovadas as características mais variadas.

De um modo geral, o exame de um rolamento não é suficiente para encontrar a causa dos danos, embora normalmente seja necessário examinar também as peças em redor, as condições de lubrificação e estanqueidade, assim como as condições de funcionamento e do meio ambiente.

Proceder de um modo planificado ao efectuar o exame facilita a busca da causa.

Comportamento anómalo como indicação da existência de danos:

As avarias nos rolamentos costumam manifestar-se através de um comportamento cada vez pior durante o seu funcionamento. Com muito pouca frequência são danos espontâneos (por exemplo, os causados por erros de montagem ou falta de lubrificação) e têm como resultado uma avaria imediata do rolamento.

Dependendo das condições do trabalho, em determinadas ocasiões podem passar vários meses desde que os danos se manifestam até se produzir a avaria real do componente.

Comportamento	Causas possíveis	Efeitos
Marcha irregular	<p>Danos nos anéis e nos rolamentos</p> <p>Sujidade</p> <p>Demasiada folga no rolamento</p>	<p>Vibração crescente nas rodas</p> <p>Aumento da folga de oscilação</p> <p>Trepidação da direcção</p> <p>A trepidação torna-se cada vez mais intensa</p> <p>O ruído de batimento dos rolamentos aumenta cada vez mais</p>
Ruído estranho durante a marcha	<p>Pouca folga no rolamento</p> <p>Folga excessiva</p> <p>Danos nas superfícies de rodagem</p> <p>Sujidade</p> <p>Lubrificante inadequado</p> <p>Variação da folga no rolamento por influência da temperatura</p> <p>Danos na superfície de rodagem</p>	

Observações

Causas dos danos nos rolamentos e medidas a adoptar

Nos veículo motorizados, os rolamentos das rodas são componentes essenciais, que contribuem uma forma muito significativa para proporcionar aos ocupantes uma marcha segura e confortável.

Os rolamentos das rodas estão sujeitos aos mais variados esforços, tais como as altas rotações das rodas, os fortes golpes provocados pelas irregularidades da estrada, o pó levantado e as altas temperaturas.

Estes esforços podem ter uma influência negativa sobre o funcionamento dos rolamentos das rodas e, em circunstâncias desfavoráveis, podem fazer com que os rolamentos falhem ou bloqueiem.

O bloqueio de um rolamento durante a marcha do veículo pode levar a situações perigosas ou a acidentes de viação!

Diagnóstico dos danos num rolamento: “deformação ovalada”

1. Retire o rolamento da caixa em que está montado.
2. Certifique-se se a superfície da anel exterior do rolamento apresenta uma mancha escura em dois lados opostos. Observe se existem danos nas duas superfícies situadas em ângulo recto em relação às manchas escuras. Se assim for, o orifício de encaixe está deformado e é necessário substituir o eixo da roda.
3. Desmonte os componentes do rolamento da roda para ter a certeza de que não se produziu um efeito de isolamento nas superfícies de rodagem das esferas da anel exterior. Para isso, retire primeiro a junta (por exemplo, com uma pinça especial) e em seguida desmonte o grupo formado pelos anéis exterior e interior, o porta-esferas e as esferas.
4. Limpe as superfícies de rodagem da anel exterior e certifique-se de que não há “crateras” que coincidam com as manchas escuras existentes na parte externa da anel exterior. Essas “crateras” confirmam a existência de “ovalidade” no eixo da roda.

Em geral, há que ter em conta os seguintes pontos:

P r o b l e m a	C a u s a	S o l u ç ã o
O rolamento da roda emite fortes ruídos (“chia”) uma vez montado e posto em funcionamento.	<p>Um dos anéis interiores está danificado:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O cubo da roda não está correctamente ajustado; o aperto ficou demasiado apertado (falta de tolerância). 2. O anel interior estava inclinado quando foi montado no cubo da roda –utilização de uma ferramenta inadequada – Falta de paralelismo da cunha ou casquilho entre o êmbolo de pressão e o lado danificado do anel de rolamento. 3. Deformação excessiva por ovalidade do orifício de encaixe, pelo que a folga radial do rolamento da roda experimenta uma diminuição nas zonas estreitas ovaladas. 4. O orifício de encaixe no eixo da roda está danificado. 5. Arranhaduras ou folgas profundas causadas por uma desmontagem incorrecta, tanto no assentamento do rolamento do cubo, como no próprio rolamento da roda. 	<p>Substituir o rolamento e o cubo da roda.</p> <hr/> <p>Substituição total do rolamento da roda.</p> <hr/> <p>Substituir o eixo e o rolamento da roda. Eliminar pequenos danos no cubo (p.ex., por polimento) ou substituir o cubo e o rolamento da roda.</p> <hr/> <p>Eliminar pequenos danos no cubo (p.ex. por polimento), ou substituir o cubo e o rolamento da roda.</p>
O rolamento da roda começa a emitir ruído ao fim de uma determinada quilometragem (500-3000 km).	O orifício de encaixe do eixo da roda tem uma deformação ovalada média, mas suficiente para limitar a folga radial do rolamento da roda, causando assim os danos descritos no ponto anterior.	Substituir o eixo da roda e o rolamento da roda.
Aumento excessivo de calor quando começa a trabalhar.	<ol style="list-style-type: none"> 1. A folga axial do rolamento encontra-se muito limitada entre o cubo da roda e o eixo da roda. As peças não estão bem ajustadas ou a montagem está incorrecta. 2. Devido a uma montagem incorrecta do rolamento da roda no orifício de encaixe (faltam os anéis de segurança nos orifícios de encaixe) ocorre gradualmente uma deformação axial entre o rolamento e o cubo. Ao girar, o cubo roça o leito fixo do rolamento, o que faz aumentar fortemente a temperatura na zona do rolamento da roda. A massa lubrificante queima e produz uma avaria tanto no cubo como no rolamento da roda. 	<p>Verificar o aperto? do eixo da roda e do cubo e, se necessário, repetir a operação.</p> <hr/> <p>Desmontar o rolamento da roda e ver se estão montados os anéis de segurança. Se for necessário, substituir o rolamento.</p>

Sobreaquecimento



Causa

- Intenso calor externo
- Insuficiente dissipação de calor
- Refrigeração ou lubrificação insuficientes

Efeito

- Mudança de cor, desde amarelo até azul nos anéis, corpos e caixas dos rolamentos
- As temperaturas superiores a 200°C reduzem a dureza e a capacidade condutora, podendo provocar avaria prematura do componente
- Em casos extremos deformam-se os componentes do rolamento
- O aumento da temperatura pode ser também uma das causas que faz com a qualidade do lubrificante seja pior ou fique destruída.

Solução

- Controlos da temperatura ou da sobrecarga
- Suficiente dissipação do calor

Ruptura do anel exterior



Causa

- Apoio insuficiente dos anéis no corpo do rolamento
- Existência de uma pré-carga axial devido a uma folga incorrecta no rolamento e às altas temperaturas de trabalho

Efeito

- Normalmente, a ruptura estende-se uniformemente na direcção da periferia, muitas vezes acompanhada de partículas partidas que se desprenderam
- No caso da carga axial, estas rupturas também ocorrem geralmente um pouco depois do centro da superfície de rodagem
- A parte externa do anel exterior apresenta uma imagem irregular

Solução

- Melhorar a montagem do rolamento
- Ajustar uma folga correcta no rolamento
- Seguir rigorosamente as instruções de montagem do fabricante

Inclinação



Causa

- Flexão dos eixos
- Rebarbas ou sujidade no eixo ou nos apoios do corpo do rolamento
- A rosca do eixo não tem paralelismo axial em relação à base do rolamento
- As porcas de eixo, com superfícies frontais, não coincidem com o eixo

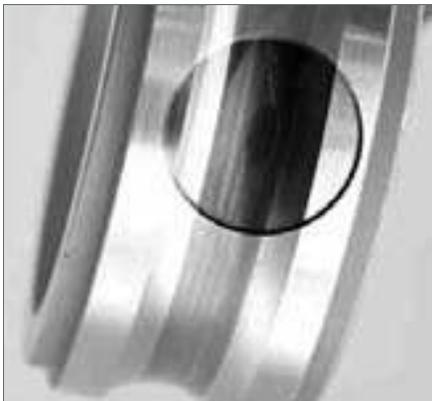
Efeito

- Ocorre uma fuga por desgaste, em sentido oblíquo em relação aos rebordos da superfície de rodagem do anel fixo.

Solução

- Inspeção dos eixos e do corpo, em busca de eventuais desvios de rodagem nos apoios e nas bases do rolamento
- Mecanização da rosca e da base do rolamento com um sistema de fixação
- Utilização de porcas de eixo exactas

Aperto demasiado



Causa

- Marca circular nas superfícies de rodagem

Efeito

- Funcionamento contínuo com uma carga alta, uma lubrificação deficiente e uma folga insuficiente têm como resultado um desgaste rápido e fadiga do material

Solução

- Aperto correcto da folga do rolamento e/ou do rolamento da roda

Fadiga



Causa

- Utilização de um rolamento inadequado (exteriormente não se consegue ver; eventualmente é possível que a construção interior do rolamento não seja adequada para a aplicação pretendida)

Efeito

- Avalia-se frequentemente pelo aspecto descascado do rolamento e é causado por gretas na superfície de rodagem e por uma abrasão contínua de pequenas partículas isoladas de material, que se desprendem dos anéis interiores e exteriores ou dos rolamentos.
- O aspecto descascado é progressivo e, uma vez iniciado, alarga-se rapidamente devido ao uso continuado
- É sempre acompanhado de um aumento perceptível do ruído

Solução

- Substituição do rolamento

Marcas deixadas nos rolamentos



Causa

- Sobrecarga estática do rolamento
- Fortes impactos sobre o rolamento
- Utilização de um martelo na montagem
- Os rolamentos ou os conjuntos já montados caíram ao chão
- Foi montado um rolamento num eixo, aplicando a força sobre o anel exterior

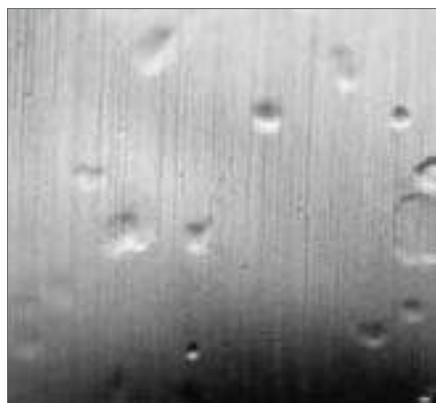
Efeito

- Marcas deixadas pelos rolamentos, que aparecem como marcas nas superfícies de rodagem, provocando as vibrações do rolamento (ruído)
- As marcas de rolamentos fortemente marcadas podem ser causa de avarias prematuras

Solução

- Utilização de uma ferramenta adequada para a montagem / desmontagem do rolamento
- Aplicação da força apenas sobre o anel de aperto fixo

Sujidade



Causa

- No ar há poeiras, sujidade ou substâncias abrasivas em suspensão, procedentes de postos de trabalho menos limpos
- Mãos ou ferramentas sujas
- Aditivos alheios às operações de lubrificação ou limpeza

Efeito

- As marcas nos rolamentos e nas superfícies de rodagem provocam vibrações

Solução

- Limpeza, ferramentas, objectos e mãos limpas reduzem os riscos
- Não devem ser efectuados trabalhos de rectificação / / polimento nas proximidades do local de montagem dos rolamentos
- Os rolamentos devem ser guardados nas respectivas embalagens originais até ao momento da sua montagem
- Se o ambiente do local for sujo, devem ser adoptadas medidas de isolamento hermético
- Nas interrupções do trabalho, os rolamentos já montados e que estejam a descoberto devem ser tapados.

Lubrificação incorrecta



Causa

- Lubrificação limitada
- Temperaturas demasiado altas

Efeito

- Substituição da cor do rolamento (azul/castanho) e marcas no rolamento
- O desgaste excessivo dos rolamentos, anéis e caixas são a consequência de um excesso de calor, podendo chegar até avaria total do componente.

Solução

- Aplicação do lubrificante correcto e da quantidade adequada
- Controlo do aperto prévio para reduzir as temperaturas do rolamento

Corrosão



Causa

- Os rolamentos estiveram expostos à acção de líquidos ou ambientes corrosivos
- Juntas defeituosas ou lubrificante inadequado

Efeito

- Colorações de castanho avermelhado ou sedimentações nos roletes, superfícies de rodagem, ou caixas dos rolamentos
- Aumento da vibração, seguido do desgaste da peça
- Aumento da folga radial ou perda do aperto prévio

Solução

- Evitar a presença de líquidos corrosivos nas proximidades dos rolamentos
- Utilizar o lubrificante adequado conforme a especificação correspondente

Ruptura do bordo



Causa

- A carga axial é excessivamente elevada; o apoio da extremidade é insuficiente
- Carga axial por batimento
- Erro de montagem/desmontagem

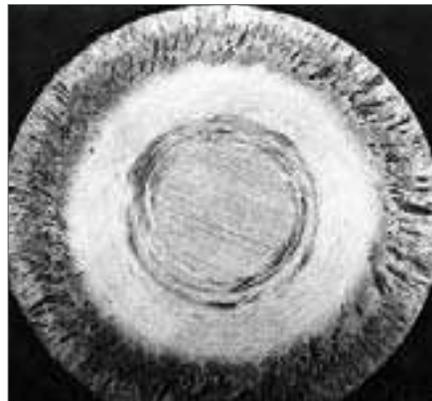
Efeito

- Os bordos de apoio estão parcial ou totalmente arrancados ou partidos

Solução

- Manter a carga dentro dos limites previstos
- Observar rigorosamente as instruções e o desenvolvimento das montagens

Desgaste por gripagem



Causa

- Lubrificação insuficiente aliada a cargas elevadas
- A quantidade ou a consistência do lubrificante é insuficiente
- Não existe uma película hidrodinâmica de lubrificante entre a parte frontal do rolete e o bordo
- A tensão prévia é demasiado alta devido à dilatação térmica
- Roletes gripados como resultado do desgaste da superfície de rodagem e da posição inclinada do anel

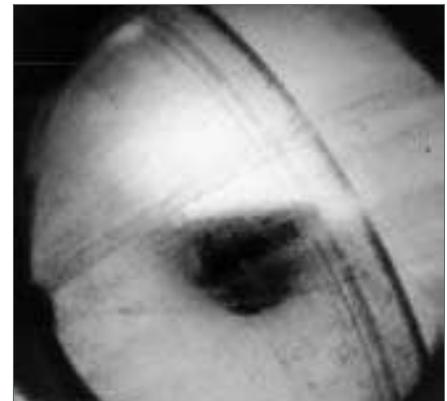
Efeito

- Presença parcial ou numa grande parte da superfície das soldaduras e arranhaduras profundas nos bordos e nas superfícies frontais de rodagem
- Carbonização do lubrificante nessa zona

Solução

- Utilização de um lubrificante adequado, conforme com as especificações correspondentes
- Garantir a existência de uma tensão prévia correcta nos rolamentos

Carga incorrecta e inadequada



Causa

- Os rolamentos de esferas oblíquos ou de contacto angular foram concebidos para uma determinada direcção de carga
- Se a carga for aplicada em sentido contrário, o suporte baixo corta a superfície elíptica de apoio
- O resultado é uma carga muito elevada e um aumento da temperatura, seguido de crescentes vibrações e de uma avaria prematura do rolamento

Efeito

- As esferas apresentam um desgaste ranhurado, em forma de banda, provocado pelo movimento rotativo das mesmas sobre o bordo da superfície de rodagem

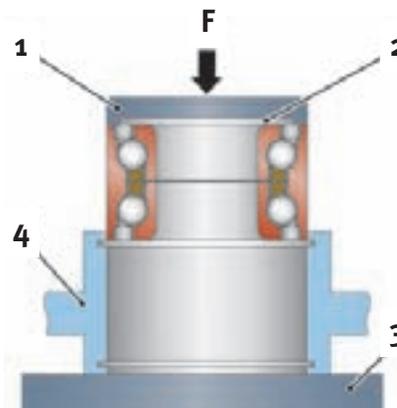
Solução

- Garantir uma montagem correcta do rolamento de contacto angular

Montagem do rolamento de roda na manga de eixo

Em primeiro lugar monta-se o rolamento completo no orifício de alojamento da manga de eixo, fazendo-o da seguinte forma:

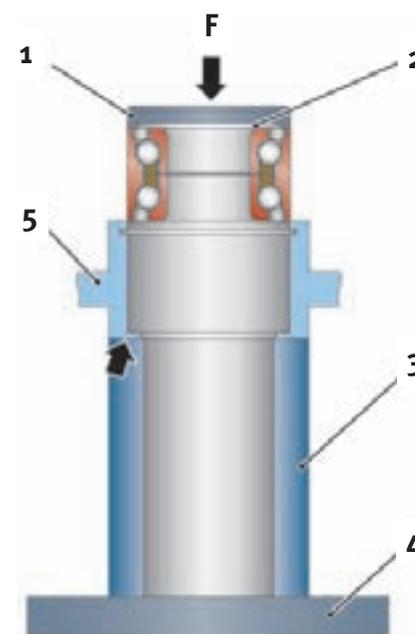
1. Com o auxílio do respectivo anel exterior, introduz-se o rolamento de rodas, à pressão, no orifício de encaixe do eixo da roda (4). Para isso, utiliza-se um disco de pressão (1) com expansão (2), que se encarrega de que a força de pressão (F) seja aplicada através do anel exterior. O eixo da roda encontra-se colocado sobre a placa base (3) da prensa.



2. Graças ao seu anel exterior, o rolamento da roda é introduzido à pressão no orifício de encaixe do eixo da roda (5), que se encontra com o lado embridado centrado sobre o mancal portador (3) (flecha). Uma prensa introduz o rolamento à pressão, com o auxílio de um disco de pressão (1) com expansão (2), ficando exactamente no mesmo plano no eixo da roda.

4 = Placa base da prensa

F = Força de pressão



3. Por fim, é utilizada uma pinça especial para introduzir um anel de segurança na ranhura do eixo da roda, a fim de fixar axialmente o rolamento da roda.

4. Ao montar o rolamento no orifício de encaixe há que prestar atenção ao biselado existente num dos lados do rolamento. Esse biselado tem de estar na direcção de aplicação da pressão de introdução do rolamento, de modo a evitar que este se incline transversalmente durante a introdução e colocação.

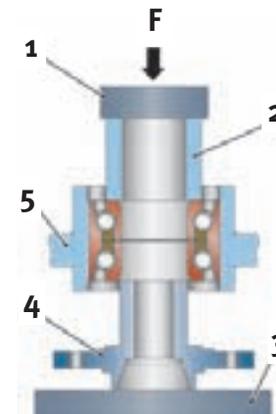
Importante: É absolutamente necessário impedir que a força de pressão (F), exercida para a introdução se transmita às esferas do rolamento! Se assim não for, produzir-se-ão estrias nas superfícies de rodagem e o rolamento ficará danificado!

Montagem do cubo da roda

1. O cubo (4) é colocado sobre a placa base (3) de uma prensa. O rolamento da roda, que se encontra já pré-montado no eixo da roda (5), é introduzido à pressão, com a ajuda de um mancal de montagem (2).

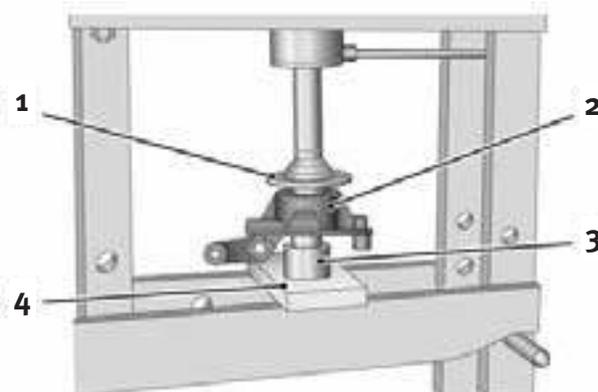
Importante: O mancal só pode ser colocado sobre o lado frontal do anel interior!

- 1 = Disco de pressão
- F = Força de pressão



Nota: Em alguns veículos, a colocação dos componentes a montar é inversa. O eixo da roda encontra-se sobre a placa base e o cubo da roda é introduzido à pressão desde cima.

- 1 = Cubo da roda
- 2 = Eixo da roda
- 3 = Mancal de montagem
- 4 = Placa base



Importante: Convém não esquecer o mancal de suporte, que serve de apoio ao anel interior durante a introdução à pressão, para que não se produzam estrias nas superfícies de rodagem do anel exterior do rolamento.

2. A porca de aperto do rolamento da roda é apertada aplicando o binário de aperto recomendado pelo fabricante do veículo. O binário de aperto da porca não só é importante para a fixação da roda, como também garante que o rolamento gira com a folga ótima. Recomenda-se encarecidamente a utilização de uma chave dinamométrica para aplicar o binário de aperto correcto.

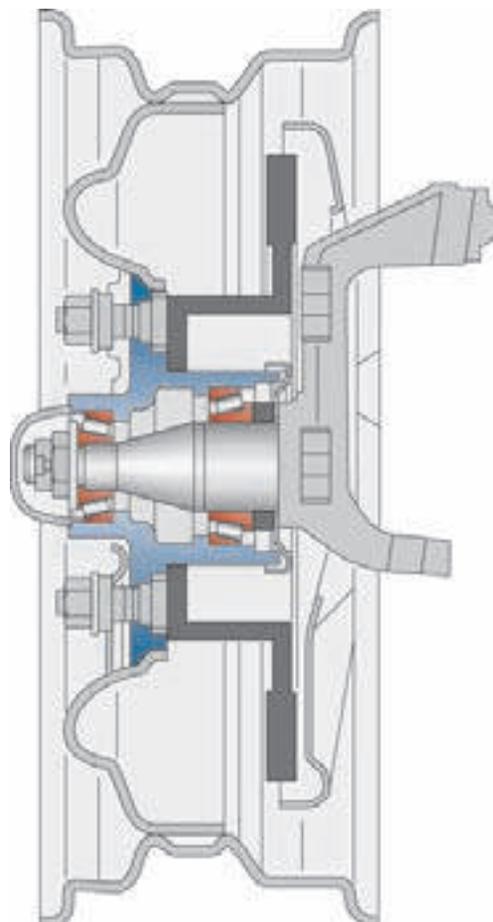
Nota: Na montagem não devem ser ladeados transversalmente nem o rolamento, nem o orifício de encaixe, nem o cubo da roda, já que, caso contrário, poderão produzir-se danos consideráveis. Os rolamentos das rodas, com as respectivas juntas, vêm já lubrificados de fábrica, não necessitando de lubrificação adicional. Também não devem ser limpos com diluentes, a fim de não ser provocada uma avaria prematura do rolamento.

Montagem e aperto de rolamentos de roletes cónicos nos cubos das rodas do veículo

Informação geral

A desmontagem e montagem de um rolamento de roletes cónicos pode diferir consoante o fabricante de que se trate em cada caso. De um modo geral, devem ser seguidas as instruções do fabricante do veículo!

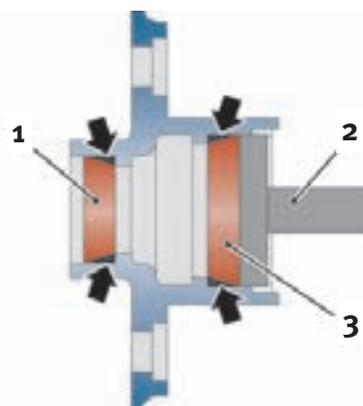
Montagem de rolamentos num veículo ligeiro de passageiros com rolamentos de roletes cónicos ajustados (eixo sem tracção).



1. Limpeza do corpo do cubo da roda.

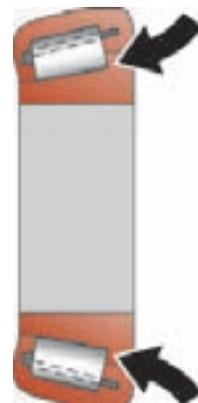
2. Lubrificação ligeira, com óleo, nas zonas de assentamento os anéis exteriores (**flechas**). Os dois anéis exteriores (**1**) e (**3**) são introduzidos à pressão com um distanciador (**2**).

Importante: O distanciador só deve ser apoiado sobre a parte frontal do anel exterior! Os anéis exteriores têm de ficar nivelados com os suportes do corpo do cubo da roda!



3. Lubrificar bem o anel interior do rolamento interno.

Importante: Também se deve introduzir massa lubrificante à pressão entre a caixa, o anel interior e os roletes.



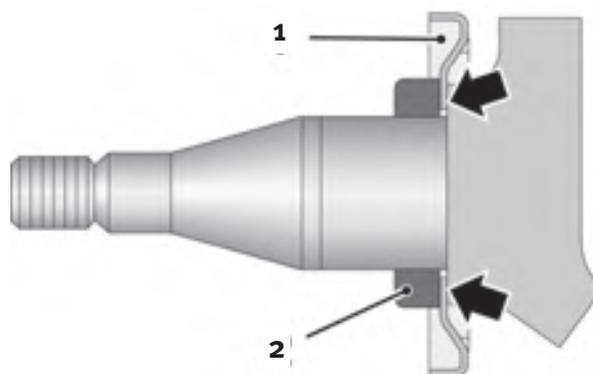
4. Introduzir o anel interior no cubo da roda.

5. Introduzir à pressão o retentor do eixo no cubo.

Importante: O rebordo da junta tem de estar voltado para o rolamento!

6. Colocar no eixo da roda a tampa de protecção (1) e o anel intermédio (2).

Importante: A tampa de protecção tem de ficar posicionada sobre todo o perímetro completo do eixo da roda (**flecha**)!



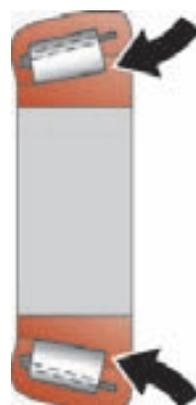
Montagem e aperto de rolamentos de roletes cónicos nos cubos das rodas do veículo

7. Deslocar o cubo da roda sobre o eixo da roda.

Importante: Há que prestar atenção para que o retentor do eixo não fique danificado.

8. Lubrificar bem o anel interior do rolamento exterior.

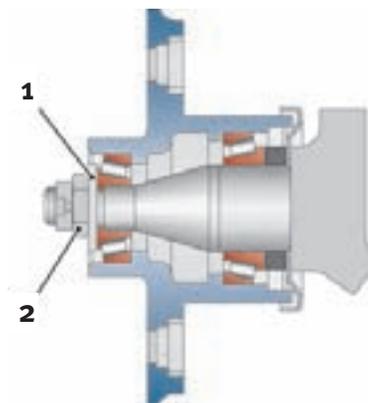
Importante: Introduzir também massa lubrificante à pressão entre a caixa, o anel interior e os roletes (**flecha**)!



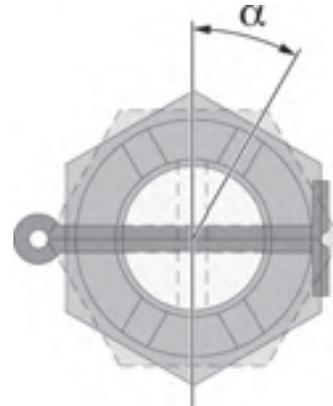
9. Deslocar sobre o eixo da roda o anel interior do rolamento externo.

10. Colocar o disco de compressão **(1)**.
11. Aparafusar a porca dentada **(2)**.
12. Apertar a porca dentada fazendo girar ao mesmo tempo o cubo da roda até notar uma resistência no aperto.

Importante: Utilizar um tacómetro ou chave dinamométrica e seguir as instruções de reparação do fabricante do veículo!



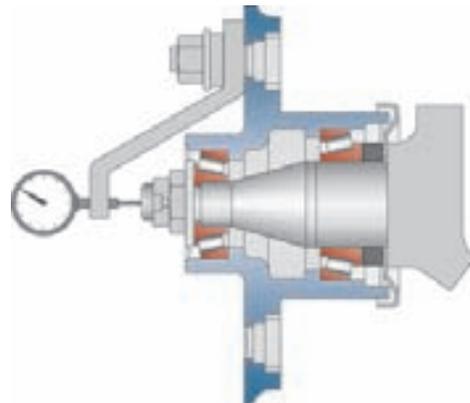
13. Girar a porca dentada meia volta para trás, no máximo, até coincidir com o orifício seguinte do perno e fixar com uma cavilha.



14. Comprovar o movimento do rolamento e a folga de inclinação.

Nota: A roda deve poder ser girada com facilidade e sem quaisquer obstáculos.

No entanto, na jante, não se deve notar qualquer folga de inclinação. Se necessário, deve ser substituído o disco de impacto ou a porca. Se se dispuser de um sistema de medida, o mesmo deve ser aplicado a fim de comprovar a folga axial do rolamento.



15. Colocação da tampa.
16. Após efectuar um ensaio de funcionamento, comprovar se variou a folga do rolamento. Se necessário, corrigir o aperto.

Jogo de ferramentas de montagem



FAG - Jogo de ferramentas de montagem

O jogo de ferramentas de montagem FAG está adequado para uma montagem rentável e segura de rolamentos até 50 mm de diâmetro interior. Com estas ferramentas podem ser montados também, sem qualquer problema, mancais, anéis intermédios, juntas e outras peças similares.

Com marteladas aplicadas sobre um mancal, com o impacto adequado, são introduzidos no orifício da caixa os anéis interiores de aperto fixo no eixo, ou os anéis exteriores. Desta forma, evita-se que as esferas, os roletes e as superfícies de rodagem possam transmitir os esforços no momento da montagem, provocando a possibilidade de ocorrência de danos.

O jogo de ferramentas FITTING.TOOL.ALU.SET10-50 contém mancais de impacto em alumínio e anéis de impacto em plástico. Todas as peças são de fácil manipulação e de preço interessante.

FITTING.TOOL.ALU.SET10-50

Artigo n.º 400 6001 10

Indicação da encomenda, volume de fornecimento:

FITTING.TOOL.ALU.SET 10-50

Anéis de impacto, 33 peças para o orifício de rolamento de 10-50mm

Diâmetro exterior até 110 mm

Mancais de impacto, 3 peças

Martelo sem contragolpe, 1 kg

Dimensões do estojo 440~350~95 mm

Peso do jogo completo 4,5 kg

As peças também podem ser fornecidas individualmente.

Chave sextavada de tubo para montagem ou desmontagem



FAG - Chave sextavada de tubo

Para Porcas ranhuradas KMo até KM20. As chaves de tubo LOCKNUT.-SOCKET..., da FAG, estão adequadas para apertar e desapertar facilmente porcas ranhuradas em eixos, uniões de aperto e uniões de desmontagem.

É necessário menos espaço no perímetro da porca do que no caso das chaves fixas de gancho, além de que podem ser utilizadas linguetas e chaves dinamométricas.

Para aumentar a segurança durante a execução do trabalho, as chaves de tubo devem ser asseguradas por meio de uma cavilha de segurança e um anel elástico. Por isso, as chaves de tubo da FAG têm um orifício para a cavilha de segurança e uma ranhura para o anel elástico. No volume de fornecimento estão incluídos a referida cavilha e o anel.

Exemplo de encomenda de uma chave sextavada de tubo, da FAG, adequada para a porca ranhurada KM5:

LOCKNUT.SOCKET.KM5

Artigo n.º 400 6063 10

Chave fixa de gancho e chave de espiga para montagens ou desmontagens



FAG - Chave de gancho articulada

Para porcas ranhuradas KMo até KM40 e porcas de precisão ZMo6 até ZM150 e ZMA15/33 até ZMA100/140.

As chaves de gancho articuladas, da FAG, da série LOCKNUT.FLEXI-HOOK... estão adequadas para apertar ou desapertar porcas ranhuradas (porcas de precisão) em eixos, mancais de aperto e mancais de desmontagem, quando não está prescrita a aplicação de um determinado binário de aperto. A articulação permite a montagem ou desmontagem de diversos tamanhos de porcas ranhuradas com uma chave de gancho da série LOCKNUT.FLEXIHOOK...

Exemplo de encomenda de uma chave de gancho articulada FAG, adequada para porcas ranhuradas KM14 até KM24:

LOCKNUT.FLEXI-HOOK.KM14-24
Artigo n.º 400 6089 10



FAG - Chave de espiga articulada

Para porcas de precisão AM15 até AM90

As chaves de espiga articuladas FAG, da série LOCKNUT.FLEXI-PIN..., estão adequadas para apertar ou desapertar porcas de precisão em eixos, quando não está prescrita a aplicação de um determinado binário. Com a ajuda das chaves articuladas de espiga, da FAG, podem ser montados pequenos rolamentos em bases cônicas de eixo. O aperto decorre por meio de orifícios colocados radialmente.

Exemplo de encomenda de uma chave de espiga articulada FAG, adequada para porcas ranhuradas AM35 até AM60:

LOCKNUT.FLEXI-PIN.AM35-60
Artigo n.º 400 6094 10



FAG - Chaves articuladas de espiga frontais

Para porcas de precisão LNP017 até LNP170

As chaves articuladas de espiga frontais FAG, da série LOCKNUT.-FACE-PIN..., estão adequadas para apertar ou desapertar porcas de precisão, em eixos, quando não está prescrita a aplicação de um determinado binário de aperto. Com a ajuda das chaves articuladas de espiga frontais da FAG, podem ser montados pequenos rolamentos em bases cônicas de eixo. O aperto decorre por meio de orifícios colocados axialmente.

Exemplo de encomenda de uma chave de espiga articulada, frontal, da FAG, adequada para porcas ranhuradas LNP017 até LPN025:

LOCKNUT.FACE-PIN.LNP17-25
Artigo n.º 400 6079 10

Chaves fixas de gancho e chaves de espiga para montagem ou desmontagem



FAG – Kit de chaves fixas de duplo gancho

É fornecido num estojo de serviço, com uma chave de duplo gancho, uma chave dinamométrica e um folheto de instruções de utilização. A chave dinamométrica permite determinar com exactidão a posição de partida na montagem, com um determinado binário de aperto prescrito.

LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM5.KIT

Artigo n.º 400 6107 10

LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM13.KIT

Artigo n.º 400 6106 10



FAG – Jogos de chaves fixas de duplo gancho

Os jogos de chaves fixas de duplo gancho, da FAG (aplicações) FAG, até agora: 173556 e 173557) contêm quatro ou cinco chaves de duplo gancho. O restante conteúdo do estojo s corresponde ao dos kits.

LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM5-8.SET

Artigo n.º 400 6096 10

LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM9-13.SET

Artigo n.º 400 6097 10



Chave fixa de duplo gancho individual

(Aplicações utilizadas até agora: DHN5 até DHN13). As chaves podem ser fornecidas também individualmente. Em cada chave de duplo gancho estão gravados ângulos de torção para rolamentos de esferas de rótula, que são montados com esta chave, pelo que podem ser ajustados com toda a precisão o percurso de deslocação e a redução da folga radial.

LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM13

Artigo n.º 400 6115 10

Extractores mecânicos



Extractor mecânico

Os extractores mecânicos são utilizados para desmontar rolamentos pequenos, até aproximadamente 100mm de diâmetro de orifício, montados com um aperto fixo no eixo ou na caixa.

Consegue-se uma desmontagem limpa, que não danifica o rolamento, quando o extractor agarra o anel do rolamento com aperto de base fixa. Nos extractores mecânicos da FAG, a força de extracção é transmitida geralmente através de fusos roscados.

Para além de dispositivos de dois, três e quatro braços, assim como de uma ferramenta hidráulica de pressão, também podemos oferecer extractores especiais.

Extractor de dois braços

- Para a extracção de rolamentos completos ou de anéis interiores fixos, assim como de outras peças, por exemplo pinhões.
- Abertura de boca 80-350 mm, profundidade de fixação 100-250 mm. Pode ser fornecido como um jogo (suporte com 6 extractores), ou individualmente.

JOGO DE EXTRACTORES₅₄

Artigo nº 400 6118 10

EXTRACTOR_{54.100}

Artigo nº 400 6119 10

EXTRACTOR_{54.200}

Artigo nº 400 6120 10

EXTRACTOR_{54.300}

Artigo nº 400 6121 10

EXTRACTOR_{54.400}

Artigo nº 400 6122 10

EXTRACTOR_{54.500}

Artigo nº 400 6123 10

Extractores mecânicos



**Extractor
de 3 braços**

- Para extrair rolamentos completos ou anéis interiores fixos
- Abertura de boca 85-640 mm, profundidade de fixação 65-300 mm

EXTRACTOR52.085

Artigo nº 400 6126 10

EXTRACTOR52.130

Artigo nº 400 6127 10

EXTRACTOR52.230

Artigo nº 400 6128 10

EXTRACTOR52.295

Artigo nº 400 6129 10



**Ferramenta hidráulica
de pressão**

- Para libertar peças presas, em combinação com extractores mecânicos
- Facilita consideravelmente o trabalho, gerando uma força axial de 80 ou de 150 kN; nos aparelhos maiores, com retrocesso hidráulico.

EXTRACTOR44.080

Artigo nº 400 6130 10

EXTRACTOR44.150

Artigo nº 400 6131 10



**Extractor de
rolamentos e esferas**

- Para a extracção de rolamentos radiais completos
- Em caso de anel exterior fixo
- Para rolamentos radiais de difícil acesso
- Podem ser fornecidos 3 jogos com garras diferentes

JOGO DE EXTRACTORES56.020

Artigo nº 400 6132 10

JOGO DE EXTRACTORES56.120

Artigo nº 400 6133 10

JOGO DE EXTRACTORES56.220

Artigo nº 400 6134 10

Extractores mecânicos



Extractor especial de rolamentos

- Para rolamentos radiais (rolamento radial rígido e rolamento de esferas com rótula, assim como rolamento de roletes cilíndricos, rolamento de roletes cônicos e rolamento de roletes com rótula). Há que indicar o fabricante dos mesmos.
- Para assentamento fixo do anel interior ou do anel exterior

EXTRACTOR64.400

Artigo nº 400 6135 10

EXTRACTOR64.500

Artigo nº 400 6136 10

EXTRACTOR64.600

Artigo nº 400 6137 10

EXTRACTOR64.700

Artigo nº 400 6138 10

EXTRACTOR64A..., ~64B..., ~64C..., ~64D

Artigo nº 400 6139 10



Dispositivo de extracção

- Para todos os tipos de rolamentos. Para a extracção de rolamentos completos ou de anéis interiores de assentamento fixo. O extractor e o dispositivo de separação são fornecidos em 5 tamanhos, com aberturas de boca até 210 mm.
- Sobretudo para os casos em que o anel interior está junto a um ressalto do eixo, no qual não existem ranhuras de extracção. O rolamento tem de ter um bom acesso radial.

EXTRACTOR49.100.060

Artigo nº 400 6150 10

EXTRACTOR49.100.075

Artigo nº 400 6151 10

EXTRACTOR49.200.115

Artigo nº 400 6152 10

EXTRACTOR49.300.150

Artigo nº 400 6153 10

EXTRACTOR49.400.210

Artigo nº 400 6154 10



Jogo de extractores interiores

- Para rolamentos radiais rígidos e rolamentos de esferas com contacto angular. O jogo de extractores interiores é composto por nove extractores e pode ser utilizado com orifícios de encaixe a partir de 5mm até aproximadamente 70mm.
- No caso de assentamento fixo do anel exterior.
- O orifício do anel interior tem de estar livre.

JOGO DE EXTRACTORES62

Artigo nº 400 6140 10

EXTRACTOR62.100.005

Artigo nº 400 6141 10

EXTRACTOR62.100.007

Artigo nº 400 6142 10

EXTRACTOR62.100.010

Artigo nº 400 6143 10

EXTRACTOR62.100.014

Artigo nº 400 6144 10

EXTRACTOR62.100.020

Artigo nº 400 6145 10

EXTRACTOR62.100.030

Artigo nº 400 6146 10

EXTRACTOR62.200.040

Artigo nº 400 6147 10

EXTRACTOR62.200.050

Artigo nº 400 6148 10

EXTRACTOR62.200.060

Artigo nº 400 6149 10

Extractores mecânicos



Jogo de extractores interiores

- Para rolamento radial rígido standard. O conjunto, composto por 6 jogos de pés de extracção e 2 parafusos sem cabeça, pode ser utilizado com orifícios de 10 até 100 mm.
- Com anel exterior de apoio fixo
- Sem desmontar o eixo

EXTRACTOR INTERNO.SET10-100

N.º de artigo 400 6155 10

EXTRACTOR INTERNO.ARM-A1

N.º de artigo 400 6156 10

EXTRACTOR INTERNO.ARM-A2

N.º de artigo 400 6157 10

EXTRACTOR INTERNO.ARM-A3

N.º de artigo 400 6158 10

EXTRACTOR INTERNO.ARM-A4

N.º de artigo 400 6159 10

EXTRACTOR INTERNO.ARM-A5

N.º de artigo 400 6160 10

EXTRACTOR INTERNO.ARM-A6

N.º de artigo 400 6161 10

EXTRACTOR INTERNO.SPINDEL.M12

N.º de artigo 400 6162 10

EXTRACTOR INTERNO.SPINDEL.M16

N.º de artigo 400 6163 10

EXTRACTOR INTERNO.SUITCASE

N.º de artigo 400 6164 10

EXTRACTOR INTERNO.INLAY

N.º de artigo 400 6165 10

Extractor hidráulico



Extractor hidráulico Standard com bomba manual integrada

Extractor compacto para uma força de extracção até 80 kN, juntamente com uma rede de segurança, num estojo resistente.

Designações Encomenda	Força de extracção kN	Abertura de boca mm	Profundidade de fixação mm	Percurso mm	Peso kg
400 6166 10 400 6167 10 JAW	40	150	152	55	4,5
400 6168 10 400 6169 10 XL 400 6170 10 JAW	60	200	152 (190*)	82	4,9
400 6172 10 400 6171 10 Long JAW 400 6173 10 XL 400 6174 10 JAW 400 6175 10 Long JAW	80	250	190 (229*)	82	6,6

* Opcionalmente com braços de extracção mais compridos. As peças de reserva são pedidas individualmente.

Placas de extracção divididas em 3 partes



Placas de extracção divididas em 3 partes

Para extractores hidráulicos e mecânicos. Facilitam a extracção de rolamentos completos, anéis interiores de apoio fixo e outros componentes.

A capacidade de carga e a força de extracção estão sincronizadas mutuamente com toda a precisão. A fixação dos ganchos SPIDER de extracção é feita directamente por detrás dos parafusos sem cabeça do extractor, proporcionando assim um desenvolvimento uniforme da força.

Mesmo no caso de peças firmemente assentes ou presas não se produzem inclinações ou flexões das mesmas. As elevadas forças de extracção concentram-se, por exemplo, no anel interior do rolamento. De um modo geral, tanto o rolamento como o eixo permanecem intactos e podem voltar a ser utilizados.

Estes extractores foram concebidos especificamente e, com eles, podem ser montados após os rolamentos, com muito poucas manipulações.

PULLER.TRISECTION50

N.º de artigo 400 6176 10

PULLER.TRISECTION100

N.º de artigo 400 6177 10

Placa eléctrica de aquecimento



Placa eléctrica de aquecimento FAG

Nos rolamentos com apoio cilíndrico, caso tenham sido previstos apertos fixos sobre o eixo, o rolamento aquece adequadamente para a respectiva montagem. Consegue-se uma dilatação suficiente à temperatura de 80 a 100°C. No aquecimento do rolamento há que controlar a temperatura com a máxima exactidão, por exemplo através de um termómetro TEMP.MG, da FAG. Em nenhum caso, esta deve subir acima dos 120°C, a fim de não se alterar a estrutura e a dureza do material.

Os rolamentos podem aquecer sobre uma placa de pré-aquecimento HEATER.PLATE, da FAG, que dispõe de regulação da temperatura. Para tal, o rolamento deve ser coberto com uma chapa e vai-se virando várias vezes para que o seu aquecimento seja uniforme.

Para além dos rolamentos (120°C como máximo!), nas placas de aquecimento podem também ser aquecidos anéis labirínticos, anéis de contracção e anéis de estanqueidade.

HEATER.PLATE

N.º de artigo 400 6179 10

Aparelho de aquecimento por indução



Aparelho FAG de aquecimento por indução

Muitos rolamentos, tal como outras peças de rotação simétrica fabricadas em aço, estão sujeitas a apertos fixos sobre o eixo. Em especial as peças grandes podem ser montadas com mais facilidade se forem previamente aquecidas. O aquecimento rápido e limpo por indução é muito superior ao processo de aquecimento convencional e é especialmente adequado no caso de montagens em série. Aquecem-se os rolamentos completos, os anéis de rolamentos de roletes cilíndricos ou os rolamentos de agulhas e as peças de aço com simetria de rotação, assim como os anéis labirínticos, os acoplamentos, as bandas de aço, etc.

Vantagens

- trabalho realizado com rapidez e poupança de energia
- adequado para rolamentos e outras peças anulares de aço
- grande segurança
- compatibilidade com o meio ambiente, sem óleo
- aquecimento uniforme e controlado
- manuseamento simples
- desmagnetização automática
- alta rentabilidade graças à possibilidade de escolher o tamanho do aparelho mais adequado para cada aplicação

HEATER10

N.º de artigo 400 6178 10

Luvas



Luvas FAG
resistentes ao calor

As luvas FAG resistentes ao calor estão especialmente adequadas para a manipulação de rolamentos quentes, ou outras peças, durante os trabalhos de montagem ou desmontagem.

A parte exterior da luva é em poliéster muito resistente e consegue suportar temperaturas até 150°C.

O interior é em algodão e tem um toque agradável para a pele.

As características especiais são:

- Resistência térmica até 150°C
- Não soltam borbotos
- Não contêm amianto
- Confortáveis
- Resistência aos cortes

GUANTES₁

N.º de artigo 400 6180 10



Luvas resistentes ao calor e à gordura

As luvas FAG resistentes ao calor e à gordura estão especialmente adequadas para a manipulação de rolamentos quentes e lubrificados com massa, durante os trabalhos de montagem ou desmontagem.

As suas propriedades especiais são devidas a uma estrutura multicamada, composta por diferentes fibras.

As características especiais são:

- Resistência até 250°C
- Ignífugas
- Mesmo húmidas continuam a ser resistentes ao calor
- Homologadas contra influências mecânicas (DIN EN388) e térmicas (DIN EN 407)
- Sem algodão
- Resistentes aos cortes

GUANTES₂

N.º de artigo 400 6181 10

Calibres



Calibres FAG

Os calibres servem para medir a folga radial do rolamento, em especial nas montagens efectuadas em apoios cônicos do eixo e em mangas de aperto e mangas de desmontagem.

FEELER.GAUGE₁₀₀

N.º de artigo 400 6182 10

FEELER.GAUGE₃₀₀

N.º de artigo 400 6183 10

Pasta de montagem



Pasta de montagem FAG

Esta pasta de montagem é também uma pasta universal e foi acreditada antes de mais para a montagem de rolamentos. Facilita a inserção à pressão dos anéis do rolamento, impede efeitos stick-slip (avanço aos esticões), marcas de gripagem, desgastes e oxidações entre apertos. Além disso, a pasta de montagem protege muito bem contra a corrosão.

É de cor clara e não suja. A pasta de montagem aplica-se numa só camada, muito fina, fazendo com que o brilho metálico se torne mate. A margem admissível de utilização situa-se entre -30°C e 150°C . A pasta é resistente à água, ao vapor de água e a muitos meios ácidos e alcalinos.

Pode ser fornecida em:

tubos de 70 g
tubos de 250 g
caixas de 400 g
latas de 1 kg

ARCA.MOUNTINGPASTE.70G

N.º de artigo 400 6194 10

ARCA.MOUNTINGPASTE.250G*10

N.º de artigo 400 6195 10

Óleo protector anti-corrosão



Óleo FAG de protecção contra a corrosão

O óleo de protecção contra a corrosão está preferencialmente adequado para os rolamentos recém desembalados. Mas também pode ser pulverizado sobre superfícies de metal nuas de aparelhos, máquinas e elementos de maquinaria, que são armazenados em locais interiores, obtendo-se desse modo uma protecção de longo prazo contra a corrosão.

De um modo geral não é necessário lavar o óleo de protecção anti-corrosão, porque o seu comportamento é neutro no que se refere às massas e óleos para rolamentos existentes no mercado. Pode ser facilmente eliminado, e muito bem, com soluções alcalinas e produtos de limpeza neutros.

Fornecimento:

Tubo de spray de 0,4 l com CO_2 como agente propulsor, pelo que não danifica a camada de ozono.

ARCA.ANTICORROSIONOIL.400G*12

N.º de artigo 400 6193 10

Massa para rolamentos, em barril de 1,5 e 10 kg

Prensa de alavanca para introdução da massa



Arcanol MULTITOP

DIN 51825

Espessante

Óleo base

Viscosidade do óleo base a 40°C

Consistência (classe NLGI)

Temperatura de utilização [°C]

Temperatura contínua limite [°C]

Âmbito característico de aplicação

KP2N-40

Gordura lítica com aditivo EP

Óleo mineral + éster

85 [mm²/s]

2

-40 bis +150

80

Gordura universal para rolamentos de esferas e de roletes em oficinas de laminagem, construção de máquinas, veículos a motor, fusos de uso têxtil e fusos de retificadoras com rotações elevadas, carga de trabalho elevada, temperaturas baixas e altas.

muito adequado

Baixa temperatura

Alta temperatura

Escassa fricção

Altas rotações

Carga elevada

Baixas rotações

Vibrações

Apoio à estanqueidade

Possibilidade de nova lubrificação

Prensas de alavanca para a massa com tubagem flexívelblindada

Quando as condições de trabalho são duras ou desfavoráveis devido ao meio ambiente, é frequente haver a necessidade de voltar a olear os rolamentos. O trabalho é fácil, limpo e rápido com a prensa de alavanca FAG para a lubrificação com a respectiva tubagem flexível blindada. As peças são as que constam da norma DIN 1283.

Prensa de alavanca para a lubrificação

Diâmetro do recipiente 56 mm, comprimento total da prensa 390mm, quantidade bombeada 2 cm³ / percurso, pressão máx 800 bar. A prensa pode ser cheia opcionalmente com massa solta ou com um cartucho de massa lubrificante segundo a DIN 1284.

- 500 cm³ = conteúdo do recipiente em caso de massa solta, ou
- cartucho de 400 g segundo a DIN 1284 (diâmetro 53,5 mm, comprimento 235 mm), com rosca de conexão GB/i; peso 1,5 kg aprox.

ARCA.GREASE-GUN

n.º de artigo: 400 6191 10

Tubagem flexível blindada

Comprimento 300 mm, rosca de conexão GB/I. Equipada com acoplamento hidráulico. Para bocal cónico de lubrificação segundo a DIN 71412. No local de acoplamento hidráulico podem também ser ligados os acoplamentos de inserir para o bocal de lubrificação plano conforme a DIN 3404 ou outros tipos de bocal. Estes dispositivos de conexão são vendidos no comércio especializado.

ARCA.GREASE-GUN.HOSE

N.º de artigo: 400 6192 10

		N.º de artigo:
ARCA.GREASE.MULTITOP.1KG	1 kg	400 6188 10
ARCA.GREASE.MULTITOP.5KG	5 kg	400 6189 10
ARCA.GREASE.MULTITOP.10KG	10 kg	400 6190 10

Instrumentos medidores de temperatura



Termómetro infravermelho
TempCheck PLUS da FAG

O termómetro de infravermelhos TempCheck PLUS da FAG detecta as radiações infravermelhas emitidas por um objecto e, com base nesse dado, calcula a temperatura na superfície desse objecto. Esta medição sem necessidade de estabelecer qualquer contacto permite determinar com facilidade a temperatura de objectos de difícil acesso e que se encontrem em movimento. O aparelho é muito leve (pesa apenas 150 g) e pode ser levado praticamente para qualquer lugar onde seja necessário. O termómetro de infravermelhos TempCheck PLUS da FAG mede uma gama de temperaturas entre -32°C e $+530^{\circ}\text{C}$. Está equipado com uma óptica de cristal de precisão para uma medição exacta da temperatura, sem necessidade de estar em contacto com o objecto medido, pelo que resulta adequado para o controlo térmico dos componentes de uma máquina. As vantagens resumidas do termómetro TempCheck PLUS são as seguintes:

- Medição rápida e exacta da temperatura
- Possui a mais moderna tecnologia térmica de infravermelhos
- Manuseamento simples
- São reduzidas as interrupções não planificadas
- Baixos custos de aquisição

TEMP.CHECK.PLUS

Artigo n.º 400 6186 10

(instrumento de medição com bateria, banda de aperto, instruções de utilização e estojo de transporte)

Tacómetro digital manual



Tacómetro digital
manual FAG

O medidor de rotações pode funcionar de duas formas distintas:

- Detecção directa das rotações com adaptador, rolete e ponta medidora
- Detecção óptica das revoluções sem necessidade de contacto através de uma marca de reflexão

Detecção directa das rotações

Na medição directa de rotações, liga-se o adaptador que é fornecido com o aparelho. A ponta palpadora, em borracha, capta as rotações através do contacto, ou calcula a velocidade superficial com a ajuda de um rolete.

TACHOMETER

O Artigo n.º 400 6184 10 contém:

Um tacómetro digital manual com adaptador, para medição directa 1:1, roda medidora 1/10 m, roda medidora de 6 polegadas, ponta de borracha, 10 marcas de reflexão, instruções de utilização, estojo.

Detecção das rotações sem necessidade de contacto

Na medição das rotações sem necessidade de contacto, coloca-se uma marca de reflexão na parte da máquina que se pretende medir. O sistema controla então essa marca foto-electricamente, por meio de uma luz vermelha visível. O aparelho assinala as rotações por minuto.

TACHOMETER.REFLEX.MARKS

O Artigo n.º 400 6185 10 contém:
10 marcas de reflexão

Detector de som



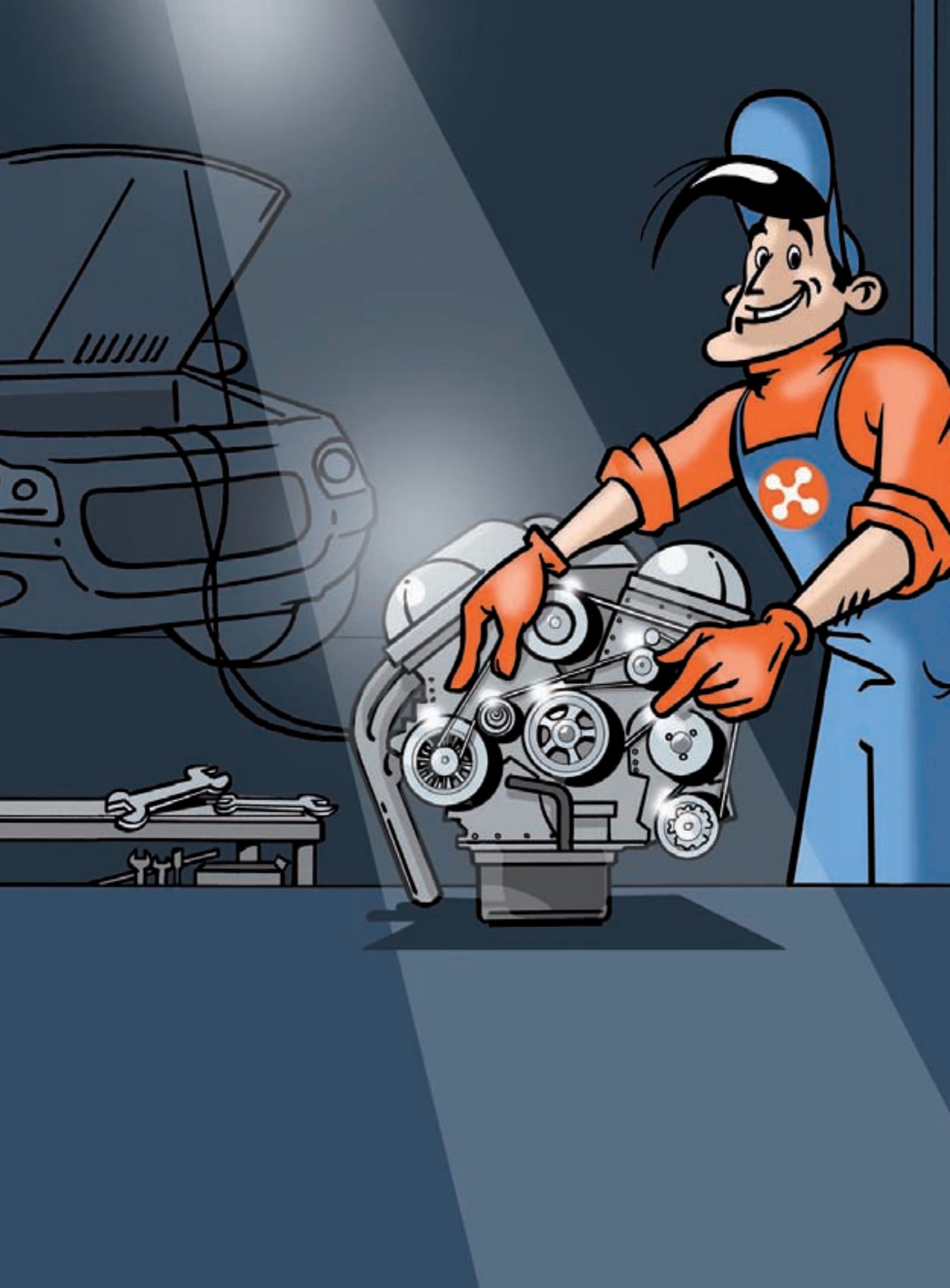
Detector de somido
FAG

Com o detector de som podem ser controlados os ruídos dos rolamentos, de um modo simples, rápido e fiável.

Um controlo periódico permite reconhecer com tempo suficiente as variações de ruído dos rolamentos devidas ao desgaste, a formação de picadas (corrosão superficial nos metais) ou as deformações provocadas pela tensão. Deste modo, podem ser evitadas as interrupções inesperadas no trabalho e danos significativos nas máquinas. O aparelho necessita de um estetoscópio como o que é utilizado pelos médicos. As extremidades, com os microfones, são colocadas na entrada dos ouvidos para que o operário fique isolado dos ruídos secundários. O punho isolante pega-se com os dedos indicador e polegar como se fosse um lápis e a ponta palpadora é colocada firmemente sobre a peça cujo ruído se pretende medir. Quando se escuta um ruído, a ponta medidora vai deslizando sobre a superfície da peça até chegar ao ponto onde o volume do ruído é maior.

SOUND.CHECK

Artigo n.º 400 6187 10



www.repXpert.com

Na oficina, acabaram-se as perguntas sem resposta!

Nada de perguntas – só respostas. É isso que a RepXpert oferece às oficinas independentes. Para isso, basta registrar-se em www.repxpert.com

Mais de 10.000 oficinas em Espanha são membros do **Club RepXpert**.

RepXpert, o portal da oficina, é uma ferramenta baseada nas novas tecnologias, que dota a oficina das informações de que esta necessita para ser competitiva no actual mercado do pós-venda do sector automóvel.

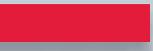
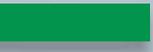
RepXpert oferece às oficinas todas as informações práticas e técnicas necessárias, totalmente actualizadas, nas áreas da transmissão, motor, trem de rodagem e gestão de oficinas.

RepXpert dá informações técnicas individualizadas para cada veículo: esquemas detalhados para avaliar tempos de trabalho, planos de inspecção, fichas e informação técnica, instruções de montagem para todos os tipos de operações.

Os membros do **Club RepXpert** têm acesso ao novo e completo catálogo **RepXpert** online.

Se ainda não for sócio do **Club RepXpert**, de que é que está à espera?
Entre em www.repxpert.com e faça-se sócio.





Informações de Serviço

LUK

**I
N
A**

FAG

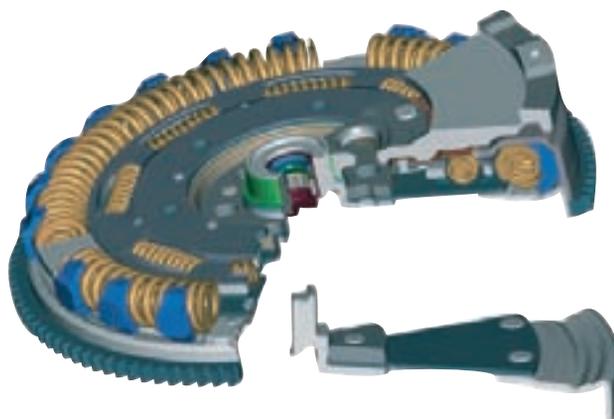




Soluções da Tecnologia do Volante Bimassa

História do Volante Bimassa

A LUK foi o primeiro fabricante a produzir em série o Volante Bimassa, essa revolucionária inovação técnica que se converteu num enorme êxito na actualidade. Desde o seu lançamento em 1985 que a tecnologia do Volante Bimassa se tem revelado uma revolução meteórica, estando actualmente presente em 1 de cada 4 veículos na Europa. Em Portugal são já mais de 800.000 veículos equipados com este componente.



Funcionalidade do Volante Bimassa

O Volante Bimassa é o responsável pela eliminação das vibrações da cadeia cinemática, evitando ressonâncias não desejadas e assegurando um elevado conforto durante a marcha. A solução está nas duas massas divididas. Enquanto uma delas gira de forma solidária com o motor, a outra massa gira de uma forma amortecida e uniforme com a transmissão, estando unidas através de um sistema de amortecimento que permite uma oscilação de grande ângulo entre ambas as massas do volante. As vibrações provocadas pelo movimento rotativo do motor são deste modo amortecidas.



Soluções da Tecnologia do Volante Bimassa

1- Diagnóstico preventivo

A Luk recomenda uma análise exaustiva do estado do Volante Bimassa antes de desmontar o veículo. O modo adequado consiste em fazer arrancar e parar o motor repetidamente, colocando especial atenção nas eventuais vibrações, sacudidelas e ruídos que possam ser apercebidas nestas manobras.

De um modo geral, a vida útil do Repset da embraiagem é semelhante à vida útil do Volante Bimassa. Em muito poucas ocasiões, a vida do volante será equivalente à das embraiagens.

2- Eventuais consequências da não substituição de um Volante Bimassa deteriorado.

- Se fez a substituição do Repset e o volante está deteriorado, é provável que se produza um desgaste prematuro do conjunto da embraiagem.

Problemas no motor:

- Problemas no engate da cambota.
- Fissuras no assentamento ou na própria cambota.
- Falhas no funcionamento devido a perda intermitente de sinal no captador do volante, devido ao excesso de vibrações.

Problemas na embraiagem:

- Molinetes ou molas tangenciais deformadas ou partidas. (Fig. 1)
- Superfície dos forros queimada.
- Estrias do disco afiladas ou desgastadas. (Fig. 2)

Problemas com a caixa de velocidades:

- Dureza no accionamento das mudanças de velocidades; Sincronismos sujeitos a um sobreforço.
- Ralenti das mudanças de velocidades (paragem de disco).

Todos estes possíveis problemas geram uma série de sintomas característicos no veículo:

- Sacudidelas.
- Puxões.
- Ruídos e golpes.
- Vibrações.
- Maior probabilidade de arranhar nas mudanças de velocidades

Para uma
instalação correcta...

a LuK recomenda a
substituição do conjunto
Repset mais Volante
Bimassa.



Fig. 1



Fig. 2

Para mais informações:

Schaeffler Iberia, s.l.u.
Lanzarote 13, Polígono Industrial Norte
E-28703 S.S. de los Reyes Madrid, España
Teléfono: 902 111 115 | Fax: 91 654 27 61
www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt



INFORMAÇÃO DE CATÁLOGO



Volante bimassa para VOLKSWAGEN, AUDI, SEAT e SKODA TDI

Aplicações: 1.9 TDI 77kw

CÓDIGOS DE MOTOR (principais): BKC, BJB, BLS, BXE, BXF, BRU, AXB, BRS, AXC

Em caso de substituição do conjunto completo de embraiagem e volante bimassa

Kit de embraiagem	Volante bimassa
LuK 623309400	LuK 415025010

Se apenas o kit de embraiagem vai ser substituído, a referência depende do fabricante do volante bimassa que esteja montado no veículo:

Volante bimassa LuK	Volante bimassa SACHS
LuK 623309400	LuK 623320900

Aplicações: 1.9 TDI 96kw e 110kw

CÓDIGOS DE MOTOR (principais): ASZ, ARL, 1Z, AHU, AHU, ANU, AUY, BRT, BPX

Em caso de substituição do conjunto completo de embraiagem e volante bimassa

Kit de embraiagem	Volante bimassa
LuK 624303409	LuK 415005910

Se apenas o kit de embraiagem vai ser substituído, a referência depende do fabricante do volante bimassa que esteja montado no veículo:

Volante bimassa LuK	Volante bimassa SACHS
LuK 624303409	LuK 624305009 (ou bimassa LuK 415005920)

Aplicações: 2.0 TDI 103kw

CÓDIGOS DE MOTOR (principais): BMM, AZV, BKD, BMP, BKP

Em caso de substituição do conjunto completo de embraiagem e volante bimassa

Kit de embraiagem	Volante bimassa
LuK 624318009	LuK 415026910

Se apenas o kit de embraiagem vai ser substituído, a referência depende do fabricante do volante bimassa que esteja montado no veículo:

Volante bimassa LuK	Volante bimassa SACHS
LuK 624318009	LuK 624323009



Atenção!

Nunca se deve combinar um volante bimassa LuK com um Kit de embraiagem Sachs, e vice-versa

Para mais informações:

Schaeffler Iberia, s.l.u.
Lanzarote 13, Polígono Industrial Norte
E-28703 S.S. de los Reyes Madrid, España
Teléfono: 902 111 115 | Fax: 91 654 27 61
www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt



INFORMAÇÃO DE SERVIÇO



Indicação para a montagem Volante Bimassa 415 0250 10

Fabricante:

Audi, Seat, Skoda, Volkswagen

Modelo:

- **Audi** A3 (8P)
- **Seat** Altea (5P), Toledo III (5P), Leon (1P)
- **Skoda** Octavia (1Z)
- **Volkswagen** Caddy III (2K), Golf V (1H), Golf V Plus (5M), Jetta III (1K), Passat (3C), Touran

Motor:

1.9 TDI

N.º LuK AS:

415 0250 10

Ref. originais:

03G 105 266 AL
03G 105 266 BA
03G 105 266 E

Nota:

Para os modelos acima indicados podem estar montados de fábrica tanto o volante Bimassa LuK como o volante bimassa Sachs.



Fig. 1: Volante Bimassa LuK



Fig. 2: Volante Bimassa Sachs



Fig. 3: Volante Bimassa LuK



Fig. 4: Volante Bimassa Sachs

É possível realizar modificações do volante Bimassa da versão Sachs para a versão LuK. No entanto, **deve** utilizar-se sempre os kits de embraiagem LuK ou Sachs em função do volante bimassa montado ou que se vá montar.

O volante bimassa LuK distingue-se pela profundidade (**fig. 3, flecha**) da massa primária.

A massa primária do volante bimassa Sachs fabrica-se **sem** profundidade.

Ao substituir o conjunto bimassa + kit de embraiagem Sachs pela versão LuK devem-se montar parafusos novos de fixação do volante bimassa à cambota. Mais deve-se substituir os parafusos de fixação do prato de pressão ao volante bimassa, pois são de aperto distinto ao que monta a versão Sachs.

RepSet:

Versão LuK 623 3094 00

Versão Sachs 623 3209 00

Encontrará as peças de substituição correspondentes no nosso catálogo online, em www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt ou em www.RepXpert.com.

Situação em 11.2007

LuK 0010

Salvo alterações técnicas

© 2007 Schaeffler Automotive Aftermarket

Para mais informações:

Schaeffler Iberia, s.l.u.
Lanzarote 13, Polígono Industrial Norte
E-28703 S.S. de los Reyes Madrid, España
Teléfono: 902 111 115 | Fax: 91 654 27 61
www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt



INFORMAÇÃO DE SERVIÇO



Indicação de montagem do volante bi-massa 415 0100 10

Fabricante:	Nissan
Modelo:	Primera (P12) hasta 06/2004, Primera Hatchback (P12) hasta 06/2004, Primera Traveller (WP12) hasta 06/2004, X-Trail (T30) hasta 09/2003
Motor:	2,2 DI
Codigo motor:	YD22DDT YD22ETI
Ref. LuK:	415 0100 10
Ref. originales:	12310-8H800 12310-8H801



Fig. 1: Pino de ajuste na cambota



Fig. 2: Orifício de ajuste no volante bi-massa do lado da cambota

O volante bi-massa pode ser montado em várias posições apesar de só uma estar correcta.

Durante a montagem, assegurar-se de que o pino de ajuste da cambota entra no orifício de ajuste situado no volante bi-massa e previsto para este efeito. O orifício de ajuste situado no volante bi-massa está assinado por uma marca triangular no lado da caixa de velocidades do volante bi-massa.



Fig. 3: Marcação do orifício de ajuste através de uma marca triangular no lado da caixa de velocidades do volante bi-massa

Encontrará as peças de substituição correspondentes no nosso catálogo on-line em www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt ou em www.RepXpert.com.

Situação em 02.2009
LuK 0015

Salvo alterações técnicas
© 2009 Schaeffler Automotive Aftermarket

Para mais informações:

Schaeffler Iberia, s.l.u.
Lanzarote 13, Polígono Industrial Norte
E-28703 S.S. de los Reyes Madrid, España
Teléfono: 902 111 115 | Fax: 91 654 27 61
www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt





Estojo LuK para montagem da embraiagem auto-ajustável SAC Referência 400 0237 10

Para a substituição de uma embraiagem auto-ajustável, utilize uma ferramenta especial. O estojo com a referência 400 0237 permite efectuar todas as operações de reparação. As ferramentas adicionais, para completar o conteúdo do anterior estojo, podem ser obtidas em separado.



Imagem 2: 400 0237 10 - O novo estojo com conteúdo ampliado

O estojo inclui as ferramentas seguintes:

- Ferramentas para a montagem/desmontagem de embraiagens SAC com 6 ou 8 orifícios de ancoragem;
- Jogo de centradores para embraiagens auto-ajustáveis SAC;
- Útil centrador para embraiagens SAC em modelos cujo diâmetro do orifício na cambota é maior que o diâmetro da parte estriada do disco da embraiagem, assim como para modelos sem chumaceira guia;
- Ferramentas de desbloqueio para embraiagens pré-tensionadas.

Tanto o estojo de ferramentas como as ferramentas soltas incluídas no novo estojo devem ser adquiridas através do seu distribuidor habitual de produtos LuK.



Imagem 3: 400 0238 10



Imagem 4: Peça de bloqueio



Imagem 5: 400 0111 10



Imagem 6: 400 0111 10 em uso



Imagem 7: 400 0069 10
400 0045 10
(novo) 400 0110 10
400 0046 10

Novo: 400 0238 10

Trata-se de uma ferramenta de desbloqueio para embraiagens SAC de última geração, com peça de bloqueio instalada em diversos modelos dos fabricantes VW / Audi / Seat e Skoda.

Novo: 400 0111 10

Este centrador foi desenhado para os os modelos cujo diâmetro do orifício na cambota (alojamento da chumaceira guia) é maior que o diâmetro da parte estriada do disco, e para os modelos sem chumaceira guia.

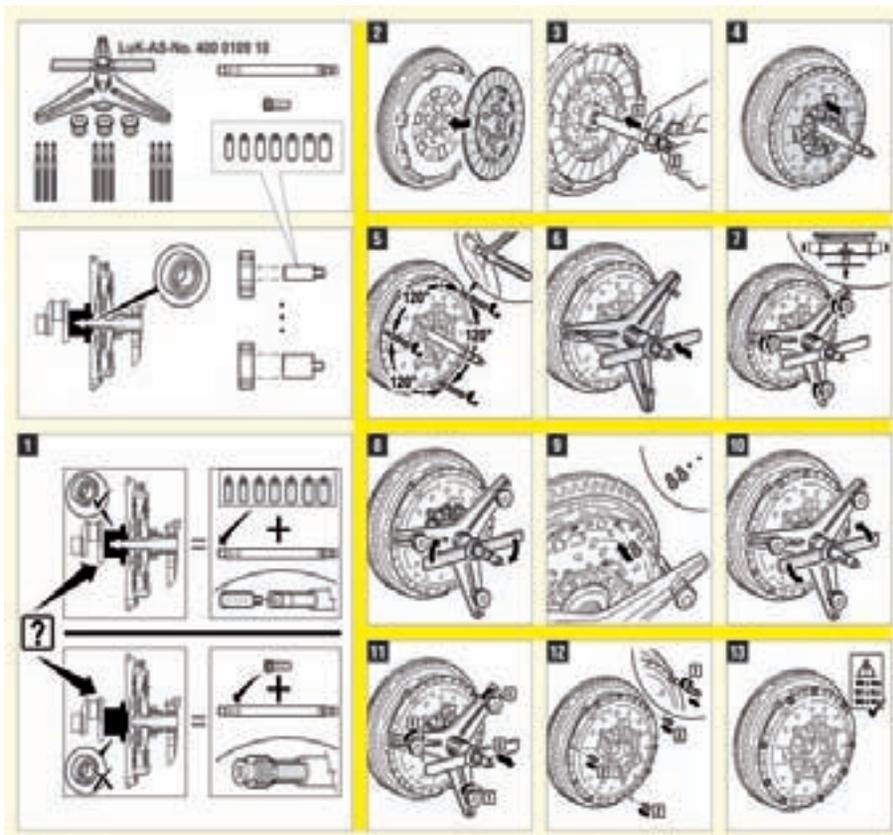
Juntou-se mais um útil centrador aos já incluídos no estojo anterior. A seguir são indicadas as medidas de cada centrador:

- 400 0069 10 15 mm/34 mm
- 400 0045 10 15 mm/28 mm
- 400 0110 10 15 mm/26,5 mm (novo)
- 400 0046 10 15 mm/23 mm



Estojo LuK para montagem da embraiagem auto-ajustável SAC Referência 400 0237 10

- 1.- Centre o prato de pressão utilizando a ferramenta especial de alinhamento antes da colocação do disco (fig. 2-3).
- 2.- Coloque a prensa da embraiagem sobre o volante motor. Certifique-se de que os parafusos ficam alinhados com os espigões de referência, mas não fixe ainda o prato de pressão (fig.4).
- 3.- Ataraxe os três parafusos maiores a intervalos de 120 graus. (fig.5).
- 4.- Coloque o suporte de fixação de 3 braços sobre a tampa da embraiagem certificando-se de que os furos coincidem com os três pernos roscados; utilize os três parafusos estriados para fixar a posição. (fig. 6-7).
- 5.- Rode o fuso do conjunto completo no sentido horário para comprimir o fuso do diafragma até a base do fuso entrar em contacto com o limitador de curso do prato de pressão (fig. 8).
- 6.- Fixe a prensa da embraiagem com os parafusos de fixação, apertando-os uniforme e sequencialmente em torno do prato de pressão. (fig. 9).
- 7.- Rode o conjunto completo no sentido anti-horário, a fim de eliminar a pressão na mola do diafragma; solte a fixação das ferramentas de alinhamento e os três pernos roscados. Volte a colocar estas últimas no seu lugar com o auxílio dos três parafusos restantes, para completar a fixação. (fig. 10,11 e 12).
- 8.- Por fim, fixe todos os parafusos com o binário de aperto adequado (fig. 13).



Estas instruções de montagem referem-se a uma Embraiagem Auto-Ajustável de 3 furos. A ferramenta especial está também disponível com uma peça de pressão de 4 braços. Esta é utilizada com uma Embraiagem Auto-Ajustável de 4 furos, como no caso dos Mercedes classe A, desde 2004. Os procedimentos para a montagem da Embraiagem Auto-Ajustável não variam, mas há que ter em conta que os 4 parafusos são fixados em ângulos de 90° em vez de 120°.

Encontrará as peças de substituição correspondentes no nosso catálogo on-line em www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt ou em www.repxpert.com.

Situação em 04.2009
LuK 0016

Salvo alterações técnicas

© 2010 Schaeffler Automotive Aftermarket

Para mais informações:

Schaeffler Iberia, s.l.u.

Lanzarote 13, Polígono Industrial Norte
E-28703 S.S. de los Reyes Madrid, España
Teléfono: 902 111 115 | Fax: 91 654 27 61
www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt





Indicações importantes para a montagem correcta do rolamento hidráulico (CSC) 510 0073 10

Fabricante: Alfa Romeo, Fiat, Opel, Saab, Vauxhall

Modelos:

Alfa Romeo: 159

Fiat: Croma (194)

Opel: Astra G, Astra H, Combo, Corsa C, Corsa D, Meriva, Signum, Tigra, Vectra B, Vectra C, Zafira

Saab: 9-3

N.º de artigo: 510 0073 10

O rolamento hidráulico, abreviado como CSC (do Inglês Concentric Slave Cylinder), está exposto, tal como a embraiagem e o volante motor, ao desgaste natural, pelo que deveria ser substituído sempre que é substituída a embraiagem.

Durante a montagem devem ser tidos em conta determinados aspectos, a fim de garantir o funcionamento e a longa duração dos respectivos componentes.

Há que ter em conta que a versão do CSC montado no veículo pode ser diferente do CSC da LuK, com o n.º de artigo 510 0073 10. Neste caso, o sistema de desembraiagem deve ser "reajustado".



Fig. 1 Desmontar as peças e eliminá-las



Fig. 2: LuK CSC 510 0073 10

Fig 1: Retirar o rolamento hidráulico velho (1), o anel de obturação para a flange da carcassa da caixa de velocidades (2), a tubagem de ligação (3) e a manga de plástico (4) para a passagem da tubagem através da carcassa da caixa de velocidades e eliminá-la integralmente da forma adequada.

Fig. 2: Depois de substituir o anel de obturação (2), **aperte manualmente** o rolamento hidráulico (1).

Aperte uniformemente os parafusos, de modo a que o cilindro não fique inclinado.

Em seguida, introduza o adaptador (3) no rolamento hidráulico através da abertura existente na carcassa da caixa de velocidades. Estará correctamente assente quando encaixar de forma audível (clique).

Aperte os 3 parafusos de fixação do CSC a 10 (+1) Nm.

Aperte os 3 parafusos de fixação do CSC a 10 (+1) Nm.

Aperte os 3 parafusos de fixação do CSC a 10 (+1) Nm.

Por fim, introduza a peça de ligação (**Fig. 3**) na extremidade aberta do tubo do rolamento hidráulico. Este também deve encaixar de forma audível (clique)!



Fig. 3: Verificar a peça de ligação

Atenção:

Verifique atentamente a peça de ligação que vai ser mantida na tubagem antes de a introduzir. Muitas vezes o anel de obturação, ou o que resta dele, continuam nesta peça.

Se não for dada a devida atenção a este pormenor, é possível que, ao accionar a embraiagem, o anel de obturação se coloque à frente do rolamento hidráulico (ver Fig. 4) e impeça o retorno do líquido. Na pior das hipóteses, o novo CSC pode rebentar ou rasgar-se (Fig. 5), o que provoca a saída do líquido dos travões e a avaria da embraiagem, sendo necessário substituir o CSC e a embraiagem.



Indicações importantes para a montagem correcta do rolamento hidráulico (CSC) 510 0073 10



Fig. 4: Se não tiver retirado o anel de obturação anterior, deve pressionar até ao CSC, inundando a conduta

Após a substituição do rolamento hidráulico, é necessário purgar o sistema. O processo de purga divide-se em duas fases. Por um lado, é purgado o accionamento da embraiagem e, por outro, é purgado o rolamento hidráulico.

Fase 1:

Conforme a seguir detalhado, o accionamento da embraiagem deve ser purgado de baixo para cima, ou seja, desde a válvula de purga até ao depósito de compensação:

1. O recipiente colector deve ser ligado através do adaptador ao depósito de compensação do líquido dos travões.
2. Retire a tampa protectora da válvula de purga.
3. Ligue o aparelho de purga dos travões, com o adaptador, à válvula de purga.
4. Ligue o dispositivo. A pressão não deve ultrapassar os 2 bars.
5. Abra a válvula de purga com 2-3 voltas.
6. O processo de purga desta peça terá terminado quando, no recipiente colector, sair líquido de travões sem bolhas.

Conselho:

O pedal da embraiagem não pode ser accionado quando o aparelho de purga dos travões está ligado.



Fig. 5: Rolamento hidráulico danificado por uma instalação incorrecta

7. Feche a válvula de purga e desligue o dispositivo.
8. Desmonte o aparelho para purgar os travões e o adaptador.

Fase 2:

Para proceder à purga do rolamento hidráulico são necessárias duas pessoas. Há que prestar atenção a que, neste processo de purga, haja sempre líquido de travões em quantidade suficiente no depósito de compensação:

1. Ligue o recipiente colector à válvula de purga.
2. Pise o pedal da embraiagem lentamente e mantenha-o nessa posição.
3. Abra a válvula de purga até sair ar ou líquido dos travões.
4. Feche a válvula manualmente.
5. Solte o pedal da embraiagem até ao topo (sem brusquidão!).
6. Espere 2-3 segundos.
7. Repita este procedimento várias vezes (pelo menos mais 10 vezes)
8. Se deixar de sair ar, feche a válvula de purga a 5 Nm e desmonte o recipiente colector.
9. Coloque a tampa protectora da válvula de purga.
10. Volte a encher o depósito de compensação até à marca MAX.

11. Feche o depósito de compensação.
12. Accione o pedal umas 10 vezes, lentamente. Verifique a pressão do pedal da embraiagem.
13. Efectue uma marcha de ensaio e comprove tanto a embraiagem como a pressão de travagem.

Uso correcto do CSC:

- Nunca accione o cilindro novo à mão. Ao pressioná-lo, pode danificar o revestimento hermético do seu interior.
- Durante a purga não accione o pedal muitas vezes seguidas, mas apenas uma vez em cada caso, conforme descrito.
- Não utilize lubrificantes nem produtos de limpeza. Poderiam danificar as juntas e, por conseguinte, o cilindro completo.
- Procure manter uma limpeza absoluta.
- Utilize apenas o líquido dos travões autorizado pelo fabricante.
- Retire as juntas velhas e os restos destas da peça de ligação.
- Aperte as 3 porcas de fixação do rolamento hidráulico quando o adaptador tiver encaixado de forma audível (clique).
- Preste atenção para que o CSC não fique inclinado durante a montagem. Poderia ficar danificado nas flanges logo durante a montagem.



Ter em atenção as especificações do fabricante do veículo!

Encontrará as peças de substituição correspondentes no nosso catálogo on-line em www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt ou em www.RepXpert.com.

Situação em 11.2009
LuK 0018

Salvo alterações técnicas
© 2009 Schaeffler Automotive Aftermarket

Para mais informações:

Schaeffler Iberia, s.l.u.
Lanzarote 13, Polígono Industrial Norte
E-28703 S.S. de los Reyes Madrid, España
Teléfono: 902 111 115 | Fax: 91 654 27 61
www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt



INFORMAÇÃO DE SERVIÇO



Montagem do encosto da embraiagem em embraiagens com accionamento contrário „de puxar“

Fabricante:

Citroën, Fiat, Peugeot

Modelo:

- Citroën Jumper
- Fiat Ducato
- Peugeot Boxer

N.º LuK AS: 624 1846 00
624 1931 00
624 3096 00
624 3165 00

Nota:

Esta informação de serviço aplica-se a todos os veículos com embraiagem de accionamento contrário. A título de exemplo, indicam-se os modelos supra-citados.

Na montagem de um RepSet (embraiagem em versão „de puxar“), devem observar se rigorosamente os seguintes pontos.

O encosto é passado por um anel de alojamento no diafragma e é bloqueado com um anel de segurança de encaixe automático (fig. 1, seta). Se o anel de segurança tiver um defeito ou não for encaixado correctamente, o encosto da embraiagem poderá soltar-se do diafragma no estado desembrado, originando um fecho forçado imediato da embraiagem e, nalgumas circunstâncias, danos colaterais graves.



Para evitar danos no diafragma, no anel de alojamento e no anel de segurança, o encosto da embraiagem não deve ser desmontado sem as ferramentas especiais apropriadas (ver instruções do fabricante do veículo).



Fig. 1

Por princípio, é necessário verificar os seguintes componentes em busca de defeitos e/ou sinais de desgaste e, se necessário, substituí-los:

- Mola de pré-carga (pedal)
- Cabo de tracção da embraiagem (accionamento mecânico)
- Funcionamento da embraiagem hidráulica
- Forquilha de embraiagem
- Casquilhos guia da forquilha de embraiagem
- Tubo guia

Instruções de montagem:

Ao montar o encosto da embraiagem, a guia de montagem (fig. 2, seta) deve ficar situado acima do anel de segurança. Ao introduzir o encosto de embraiagem no anel de alojamento, no diafragma, a guia de montagem desliza automaticamente para trás, fazendo encaixar o anel de segurança.

Nota:

As reclamações por falta ou defeito do anel de segurança não podem ser aceites como casos cobertos pela garantia.



Fig. 2

Processo:

- Montar o encosto na forquilha de embraiagem
 - Certificar-se de que a montagem está correcta!
- Montar a caixa de velocidades no motor
 - a caixa de velocidades tem de estar em posição plana, no motor!
- Accionar a forquilha em sentido contrário para encaixar o encosto com o diafragma
 - certificar-se de que a montagem está uniforme!
 - se necessário, desmontar o casquilho de borracha, à volta da alavanca de embraiagem
- Encaixar o encosto com um forte „puxão“ no diafragma
 - o encosto de pressão tem de encaixar audivelmente e a sua colocação requer a ajuda de um 2.º mecânico
- Ajuste automático no cabo de tracção da embraiagem (accionamento mecânico) e ajustá-lo de acordo com as especificações do fabricante do veículo
- Accionar a embraiagem 20 vezes
- Voltar a afinar o ajuste automático

Encontrará as peças sobressalentes correspondentes no nosso catálogo online, em www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt ou www.RepXpert.com.

Estado 06.2008

LuK 0004

Salvo modificações técnicas
© 2008 Schaeffler Automotive Aftermarket

Para mais informações:

Schaeffler Iberia, s.l.u.
Lanzarote 13, Polígono Industrial Norte
E-28703 S.S. de los Reyes Madrid, España
Teléfono: 902 111 115 | Fax: 91 654 27 61
www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt





Delimitação dos números de chassis no Mercedes-Benz Sprinter

Fabricante:

Mercedes-Benz

Modelo:

Sprinter BM 90#.6##

Bastidor N.º:

→ R 636764

R 636765 →

A 901274 →

N.º LuK AS:

415 0239 10 (OM611)

415 0243 10 (OM612)

Ref. originais:

611 030 2005

612 030 0705

612 030 1005



Fig. 1: 415 0148 10 / 415 0151 10
(versão antiga de volante bimassa)



Fig. 2: 415 0239 10 / 415 0243 10
(nova versão de volante bimassa)

O volante bimassa instalado de origem

⚠ já não está disponível!

A medida desde a superfície de aparafusa-mento da embraiagem (fig. 1, seta superior) até à superfície de fricção (fig. 1, seta inferior) é de 7,8 mm.

Em combinação com o volante bimassa „antigo“, devem utilizar-se apenas os seguintes RepsSets:

- 624 3148 09
- 624 3148 33

Por este motivo, antes de substituir a embraiagem, é indispensável verificar qual é a versão de volante bimassa instalada. Poderá não ser possível identificar claramente a embraiagem em função do ano de construção, uma vez que, nos veículos de 03/2004 com quilometragem elevada, o volante bimassa “antigo” pode já ter sido substituído pelo “novo”.

Volante bimassa modificado

A medida desde a superfície de aparafusa-mento da embraiagem (fig. 2, seta superior) até à superfície de fricção (fig. 2, seta inferior) é de 11,8 mm.

Em combinação com o volante bimassa „novo“, devem utilizar-se apenas os seguintes RepsSets:

- 624 3182 09
- 624 3182 33

Basicamente, é possível modificar os veículos de 03/2004 para a „nova“ versão de embraiagem; neste caso, é necessário utilizar o volante bimassa correspondente ao motor.

Continua a ser possível instalar os dispositivos de embraiagem central 510 0035 10 ou 510 0034 10.

Encontrará as peças sobressalentes correspondentes no nosso catálogo online, em www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt ou www.RepXpert.com.

Estado 06.2008

LuK 0008

Salvo modificações técnicas

© 2008 Schaeffler Automotive Aftermarket

No quadro de desenvolvimento técnico, a Mercedes-Benz está a utilizar, desde Março de 2004, uma nova embraiagem termicamente optimizada. Devido às diferenças geométricas existentes relativamente à embraiagem „antiga“, é necessário observar alguns pontos importantes.

⚠ A embraiagem antiga não deve ser montada com o volante bimassa 415 0239 10 / 415 0243 10!

A combinação de um volante bimassa „novo“ com uma embraiagem „antiga“ faz com que o ajuste automático se solte completamente no primeiro accionamento da embraiagem.

Neste estado de embraiagem, o veículo não tem nenhuma propulsão!

Para mais informações:

Schaeffler Iberia, s.l.u.

Lanzarote 13, Polígono Industrial Norte

E-28703 S.S. de los Reyes Madrid, España

Teléfono: 902 111 115 | Fax: 91 654 27 61

www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt





Tensor de correia para acionamento de correia de distribuição. Audi, Seat, Skoda e VW, para motores 1,9 TDI a partir de 1996

O tensor de correia de distribuição utilizado até agora (LuK-AS N^o 531 0275 30) foi substituído por um tensor de correia com indicador de desgaste da correia de distribuição (LuK-AS N^o 531 0440 30).

Motores afectados;

Motores com a denominação 1,9 TDI: AGR, ALH, AHF, ASV

Motores com a denominação 1,9 SDI: AGP, AQM, ASY, AEY, AYQ

Fabricantes: Audi, Seat, Skoda, VW

Por favor, consulte os dados exactos do veículo e do motor no nosso catálogo online na página www.luk-as.de

Peças de substituição necessárias

N ^o	Denominación de la pieza	N ^o LuK AS
1	Árvore de cames	
2	Rolamento guia	532 0161 10
3	Bomba injectora	
4	Bomba de água	
5	Rolamento guia	5320111 10
6	Cambota	
7	Rolamento guia	532 0165 10
8	Tensor de correia	531 0440 30

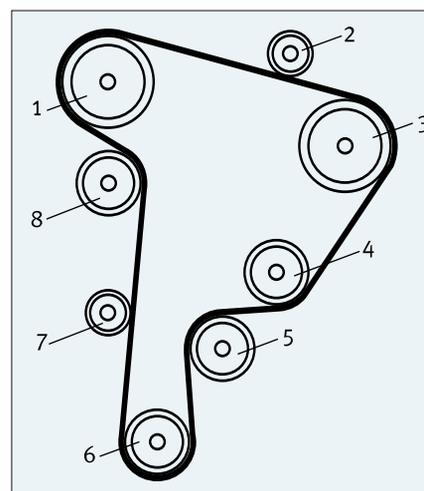


Fig. 1

Este novo tensor de correia diferencia-se do anterior pelas seguintes características:

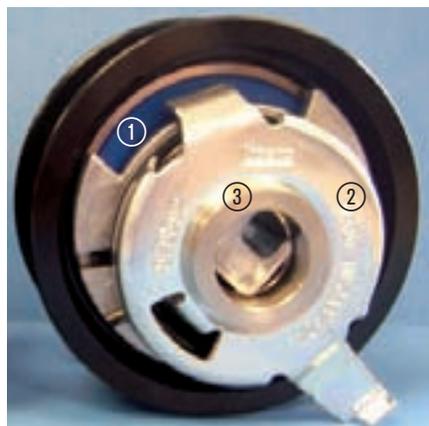


Fig. 3

- 1: Retentor do rolamento em azul
- 2: Face posterior em cor clara (prateado em vez dourado)
- 3: Distanciador posterior mais curto
- 4: Raiado tipo cruz na parte posterior do tensor de correia



Fig. 3

O novo tensor de correia de distribuição tem um indicador de desgaste da correia de distribuição.

Este indicador de desgaste de correia consta de um zona raiada do tipo cruz ao lado da ranhura de ajuste de tensão.

Uma correia de distribuição nova está bem tensionada quando o ponto de ajuste do tensor está posicionado em frente da ranhura de posição.



Fig. 4

Com a utilização a correia de distribuição fica mais comprida de forma progressiva com o seu desgaste. O tensor corrige este alargamento por uma pequena mudança de rotação. Esta mudança de rotação do tensor de correia é feita para o lado zona raiada do tipo cruz. Para garantir um funcionamento correcto desta indicação de desgaste da correia de distribuição é imprescindível a substituição da correia de distribuição, tensores de correia e rolamentos guias todos ao mesmo tempo. LuK-AS aconselha a utilização do jogo de SET (LuK-AS N^o 530 0082 09) com uma correia de distribuição nova com qualidade OE.

Informação importante:

Nestes motores é necessário fazer a afinação correcta nos ponto de ciclo. Pequenos desvios nesta afinação podem provocar danos no motor. Realizar o ajuste na posição cilindro 1 no ponto morto superior, o que corresponde a prescrição do fabricante.



Tensor de correia para acionamento de correia de distribuição. Audi, Seat, Skoda e VW, para motores 1,9 TDI a partir de 1996

Indicações de montagem:

- Girar o motor somente no sentido dos ponteiros do relógio. Nunca girar o motor no sentido contrário ao do relógio.
- Se o motor passar o ponto morto superior, nunca em modo algum rode o motor no sentido contrário ao do relógio. Volte a dar uma volta completa ao motor até atingir o ponto morto superior.
- Rode sempre o motor através do parafuso da cambota.
- Siga sempre as instruções de montagem e desmontagem do fabricante do veículo.

Ajustar a tensão da correia de distribuição:

1. Controle a posição do ponto morto superior na árvore de cames, cambota e bomba injectora conforme as especificações do fabricante.

- Em caso algum rode o motor com a correia de distribuição desmontada.
 - Coloque o cilindro 1 na posição de ponto morto superior antes de começar a desmontagem da correia usada.
- #### 2. Utilize o tensor de correia novo, rolamentos guias novos e correia nova.
- Limpar a superfície de apoio do tensor da correia no bloco do motor.
 - Nunca utilize ferramentas para colocar a correia de distribuição, pois danifica a correia. A correia nunca deve tocar em substâncias antifricção.
 - A patinha de fixação do tensor da correia deve encaixar correctamente na cabeça do motor. Observe durante o processo de montagem se a patinha fica na posição correcta.
 - Aperte o tensor de correia até que fique apoiado, mas de forma a que ele rode livremente.



Fig. 5
As duas faces do ponto encontram-se na ranhura (ver setas).
O ajuste está correcto!

3. Rode o tensor de correia no sentido dos ponteiros do relógio com a ferramenta especial até que fique na afinação correcta, ranhura em frente do ponto de ajuste. (Fig. 5).

- Com o tensor montado só se tem uma visão parcial, deve-se utilizar um pequeno espelho para se verificar se está na afinação correcta.

4. Apertar o tensor de correia.

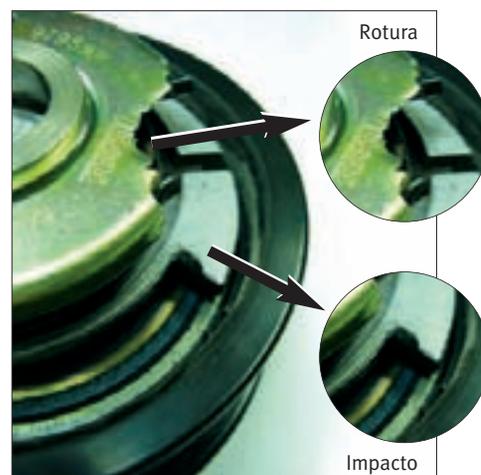
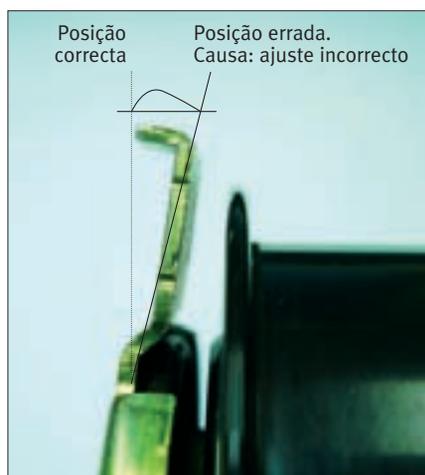
- Apertar o tensor de correia com um binário de 23Nm! Utilizar uma chave dinamométrica! Em nenhum caso apertar o parafuso de fixação a mais 23Nm!
- Manter a posição do tensor com a ferramenta especial.
- Comprovar a afinação, e se for caso disso corrigi-la.

5. Controlar a tensão da correia de distribuição.

- Retire todas as ferramentas especiais.
- Rode a cambota 2 voltas no sentido dos ponteiros do relógio.
- Ajuste árvore de cames, cambota e bomba injectora segundo as especificações do fabricante com o cilindro 1 no ponto morto superior. Com a utilização das ferramentas especiais.
- Utilize um pequeno espelho para comprovar a afinação.
- Rever se o ponto de ajuste do tensor está posicionado em frente da ranhura (ver ponto 3).

Se o tensor de correia não estiver com o ajuste correcto deve-se repetir o ajuste (ponto 3) e a comprovação (ponto 5).

Falhas mais frequentes por ajuste incorrecto.



Edição 05.2006 | INA 001 | Salvo modificações técnicas | © 2006 Schaeffler Automotive Aftermarket

Para mais informações:

Schaeffler Iberia, s.l.u.
Lanzarote 13, Polígono Industrial Norte
E-28703 S.S. de los Reyes Madrid, España
Teléfono: 902 111 115 | Fax: 91 654 27 61
www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt





Instruções para a montagem da distribuição dos veículos TDI da Audi e Volkswagen

A montagem dos componentes de distribuição dos motores Audi e Volkswagen V6 2.5 TDI pode ser complicada, pelo que exige conhecimentos muito específicos. Nesta informação de serviço é explicado o procedimento de montagem, assim como os passos que há que ter sempre em conta e aqueles em que é preciso colocar um cuidado especial.

Os componentes da distribuição utilizada nestes motores TDI estão incluídos no Set INA com a Referência 5300365 09. Este Set é constituído por quatro peças:

- Polia Tensora
Ref.: INA 531 0402 20
- Polia de Inversão
Ref.: INA 532 0189 10
- Amortecedor de oscilações
Ref.: INA 533 0029 20
- Braço tensor basculante
Ref.: INA 533 0083 20

No tipo de veículos com uma potência superior, que oferecem binários elevados, e em motores com este tipo de geometria, em V, não só é necessário incorporar **tensores automáticos, como também é imprescindível utilizar amortecedores de oscilações** para assegurar a tensão e a recuperação das correias, especialmente em momentos de aceleração contundentes.

Uma vez desmontado o conjunto, é necessário conhecer algumas condições que nos permitam montá-lo e conseguir uma instalação correcta.

Nove passos para a montagem correcta da distribuição em veículos Audi e Volkswagen TDI

1. Desmontagem das velas de incandescência.
2. Não alterar a posição dos eixos.
3. Assegurar o bloqueio dos eixos, da cambota e da bomba de injecção.
4. Montagem dos cilindros.
5. Posicionamento da correia.
6. Posicionamento correcto do tensor e basculante.

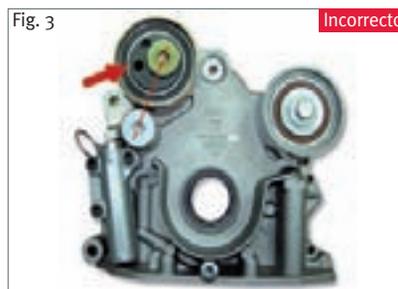


Fig. 1: Ajuste correcto do conjunto.

Fig. 2: Ajuste correcto. Pormenor do apoio correcto do braço tensor basculante sobre a polia tensora.

Fig. 3: Ajuste incorrecto do conjunto.

Fig. 4: Ajuste incorrecto. Pormenor do apoio incorrecto do braço tensor basculante sobre a polia tensora.

Fig. 5: Montagem incorrecta após alguns quilómetros em funcionamento. Avalia-se o dano causado pelo braço tensor sobre a superfície de desgaste da polia. Zona escura

7. Este passo é vital para assegurar que o excêntrico se apoie adequadamente no basculante. Caso contrário, o sistema fica sem tensão e pode funcionar de modo incorrecto, gerando ruídos e acabando por, ao fim de alguns quilómetros, produzir danos graves no motor.
8. Uma vez assegurada a posição, e com a correia posicionada, há que deslocar o cilindro tensor com a chave Allen no sentido dos ponteiros do relógio, para que seja accionado o basculante até ao braço da biela do amortecedor de oscilação e assim facilitar a

extracção do travão de segurança do mesmo (sempre por essa ordem).

9. Aplicar o binário 1,5 Nm no cilindro, no sentido inverso ao dos ponteiros do relógio e em seguida apertar finalmente.



INFORMAÇÃO DE SERVIÇO



Página 2/2

Aplicaciones

En la siguiente tabla puede consultar los vehículos donde son aplicables estas instrucciones:

Modelo	Potencia em CV	Código do motor	Anno do modelo
AUDI A4 (8D2, B5) 2.5 TDI	150	AFB	1994
AUDI A4 (8D2, B5) 2.5 TDI quattro	150	AFB	1994
AUDI A4 (8E2, B6) 2.5 TDI	163	BFC	2000
AUDI A4 (8E2, B6) 2.5 TDI	155	AYM	2000
AUDI A4 (8E2, B6) 2.5 TDI quattro	180	AKE	2000
AUDI A4 (8EC) 2.5 TDI	163	BCZ	2004
AUDI A4 Avant (8D5, B5) 2.5 TDI	150	AFB	1994
AUDI A4 Avant (8D5, B5) 2.5 TDI quattro	150	AFB	1994
AUDI A4 Avant (8E5, B6) 2.5 TDI	163	BFC	2000
AUDI A4 Avant (8E5, B6) 2.5 TDI	155	AYM	2000
AUDI A4 Avant (8E5, B6) 2.5 TDI quattro	180	AKE	2000
AUDI A4 Avant (8ED) 2.5 TDI	163	BCZ	2004
AUDI A4 Cabriolet (8H7) 2.5 TDI	163	BCZ	2000
AUDI A6 (4B, C5) 2.5 TDI	150	AFB	1997
AUDI A6 (4B, C5) 2.5 TDI	163	BFC	1997
AUDI A6 (4B, C5) 2.5 TDI	155	AYM	1997
AUDI A6 (4B, C5) 2.5 TDI	180	AKE	1997
AUDI A6 (4B, C5) 2.5 TDI quattro	180	AKE	1997
AUDI A6 (4B, C5) 2.5 TDI quattro	150	AFB	1997
AUDI A6 Avant (4B, C5) 2.5 TDI	163	BFC	1997
AUDI A6 Avant (4B, C5) 2.5 TDI	150	AFB	1997
AUDI A6 Avant (4B, C5) 2.5 TDI	155	AYM	1997
AUDI A6 Avant (4B, C5) 2.5 TDI	180	AKE	1997
AUDI A6 Avant (4B, C5) 2.5 TDI quattro	180	AKE	1997
AUDI A6 Avant (4B, C5) 2.5 TDI quattro	150	AFB	1997
AUDI A8 (4D2, 4D8) 2.5 TDI	150	AFB	1994
AUDI A8 (4D2, 4D8) 2.5 TDI	180	AKE	1994
AUDI A8 (4D2, 4D8) 2.5 TDI quattro	180	AKE	1994
AUDI A8 (4D2, 4D8) 2.5 TDI quattro	150	AFB	1994
AUDI ALLROAD (4BH) 2.5 TDI quattro	180	AKE	1997
AUDI ALLROAD (4BH) 2.5 TDI quattro	163	BCZ	1997
SKODA SUPERB (3U4) 2.5 TDI	155	AYM	2001
SKODA SUPERB (3U4) 2.5 TDI	163	BDG	2001
VW PASSAT (3B2) 2.5 TDI	150	AFB	1996
VW PASSAT (3B2) 2.5 TDI Syncro/4motion	150	AFB	1996
VW PASSAT (3B3) 2.5 TDI	150	AKN	1996
VW PASSAT (3B3) 2.5 TDI	163	BDG	1996
VW PASSAT (3B3) 2.5 TDI 4motion	180	BAU	1996
VW PASSAT (3B3) 2.5 TDI 4motion	150	AKN	1996
VW PASSAT Variant (3B5) 2.5 TDI	150	AFB	1996
VW PASSAT Variant (3B5) 2.5 TDI Syncro/4motion	150	AFB	1996
VW PASSAT Variant (3B6) 2.5 TDI	150	AKN	1996
VW PASSAT Variant (3B6) 2.5 TDI	163	BDG	1996
VW PASSAT Variant (3B6) 2.5 TDI 4motion	150	AKN	1996
VW PASSAT Variant (3B6) 2.5 TDI 4motion	180	BAU	1996

Para obtener una información más detallada al respecto, consulte nuestro catálogo de Rodillos Tensores INA o visite nuestro catálogo electrónico en Internet en la siguiente dirección: <http://toc.luk-as.de>

Edición 02.2007 | © 2007 Schaeffler Automotive Aftermarket

Para mais informações:

Schaeffler Iberia, s.l.u.

Lanzarote 13, Polígono Industrial Norte

E-28703 S.S. de los Reyes Madrid, España

Teléfono: 902 111 115 | Fax: 91 654 27 61

www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt



INFORMAÇÃO DE SERVIÇO



Polia tensora otimizada 531 0564 30

Fabricante:

Seat, Volkswagen

Modelo:

- Seat Cordoba, Ibiza
- Volkswagen Polo

Motor:

1.4i 16V (AFH)

N.º LuK AS:

531 0564 30

Ref. originais:

036 109 243 J

036 109 243 G
(substituída)

036 109 243 D
(substituída)



Fig. 1: 531 0564 30 (Parte da frente)



Fig. 2: 531 0564 30 (Vista lateral)

As marcas vermelhas (fig. 1 e fig. 2, setas) põem em evidência as características.

A superfície de contacto da polia tensora mostra elevações que apresentam um desvio diagonal (fig. 2).

A polia tensora **531 0564 30** (Sinus-Pulley), otimizada para atenuar os ruídos, foi desenvolvida especialmente para as aplicações especificadas mais acima.

Nota:

Uma superfície de contacto com deformação atípica **não** é uma falha de produção.

Encontrará as peças de substituição correspondentes no nosso catálogo online, em www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt ou em www.RepXpert.com.

Estado 06.2008

INA 0009

Salvo modificações técnicas

© 2008 Schaeffler Automotive Aftermarket

Para mais informações:

Schaeffler Iberia, s.l.u.

Lanzarote 13, Polígono Industrial Norte
E-28703 S.S. de los Reyes Madrid, España
Teléfono: 902 111 115 | Fax: 91 654 27 61
www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt



INFORMAÇÃO DE SERVIÇO



Perigo de confusão das rodas tensoras 531 0399 20 e 531 0500 20

Fabricante:

Audi, Seat, Skoda, Volkswagen

Modelo:

- **Audi** A3, TT, TT Roadster
- **Seat** Alhambra, Leon, Toledo II
- **Skoda** Octavia
- **Volkswagen** Bora, Golf IV, New Beetle

Motor:

1.8, 1.8T

Ref. LuK-AS:

531 0399 20
531 0500 20

Ref. originais:

531 0399 20 06B 109 243 (aktuell)
531 0500 20 06B 109 243 F (aktuell)
06B 109 243 D
06B 109 243 A



Imagem 1: 531 0399 20



Imagem 2: 531 0500 20

Ao substituir a roda tensora na parte de distribuição do motor há que ter em conta a montagem exacta no veículo.

As duas rodas tensoras **531 0399 20** e **531 0500 20** são quase impossíveis de diferenciar.

 No caso de mudar os tensores entre si, corre o risco de provocar **danos no motor**.

Tenha em conta as indicações do fabricante do veículo.

Nota:

Devido à distinta geometria da chapa de topo, as rodas tensoras **não** devem **nunca** ser mudadas entre si.

Encontrará as peças de substituição correspondentes no nosso catálogo on-line em www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt ou em www.RepXpert.com.

Situação em 06.2008
INA 0021

Salvo alterações técnicas
© 2009 Schaeffler Automotive Aftermarket

Para mais informações:

Schaeffler Iberia, s.l.u.
Lanzarote 13, Polígono Industrial Norte
E-28703 S.S. de los Reyes Madrid, España
Teléfono: 902 111 115 | Fax: 91 654 27 61
www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt



INFORMAÇÃO DE SERVIÇO



Instruções de manutenção para transmissões do grupo auxiliar VAG com motores 1.9 TDI sem roda livre do alternador

Fabricante: Audi, Seat, Skoda, Volkswagen

Modelos:

Audi: A3
Seat: Cordoba, Ibiza III, Inca, Leon, Toledo II
Skoda: Octavia
Volkswagen: Bora, Caddy II, Golf IV, New Beetle, Polo

Motor: 1.9 TDI

Referencias originais: 038 903 315 C (UT)*

Nº de artigo: 533 0081 30 (UT)*

*) UT → Unidade tensora

Devido aos fortes movimentos dinâmicos da correia trapezoidal poli-V, podem ocorrer, num momento desfavorável, desde ruídos até danos no tensor da correia trapezoidal poli-V.



O resultado é uma avaria em todo o sistema de transmissão do grupo e a consequente paragem do veículo.

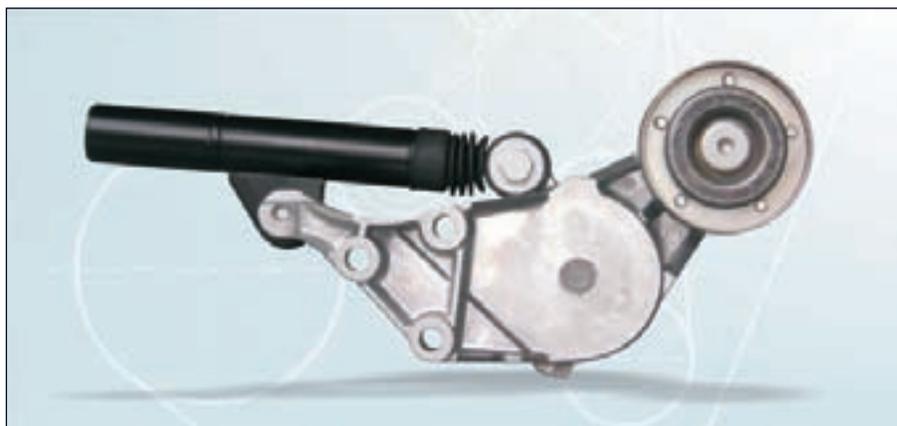


Fig. 1: Unidade tensora 533 0081 30, utilização em motores 1.9 TDI.

Importante:

Nos sistemas de transmissão do grupo com a unidade tensora 533 0081 30 (Fig. 1) há que substituir a roda rígida do gerador por uma roda livre do alternador INA (Fig. 2).

Se o veículo já tiver montada uma roda livre do alternador, é necessário verificar o seu funcionamento.

A utilização de uma roda livre do alternador permite uma descarga considerável para todos os componentes da transmissão do grupo.

Os nossos catálogos irão ajudá-lo a escolher uma roda livre do alternador adequada ao veículo correspondente.



Fig. 2: Substituição da roda livre do alternador.

Encontrará as peças de substituição correspondentes no nosso catálogo on-line em www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt ou em www.RepXpert.com.

Situação em 08.2009

INA 0037

Salvo alterações técnicas

© 2009 Schaeffler Automotive Aftermarket

Para mais informações:

Schaeffler Iberia, s.l.u.
Lanzarote 13, Polígono Industrial Norte
E-28703 S.S. de los Reyes Madrid, España
Teléfono: 902 111 115 | Fax: 91 654 27 61
www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt





Informação técnica para as Transmissões de grupos auxiliares – Uma tecnologia oculta que proporciona silêncio

Contexto técnico:

O ciclo de combustão de um motor acelera e retarda o movimento giratório da cambota. Estas irregularidades de rotação são transmitidas à transmissão do grupo auxiliar.

Como consequência, podem produzir-se fortes vibrações (ver Fig. 1), que produzem um ruído vibratório correspondente. Especialmente no alternador podem surgir oscilações no binário de aperto, além de forças extremas.

Para evitar estes efeitos negativos na transmissão do grupo, existem actualmente duas técnicas já divulgadas e comprovadas:

- 1) Polia livre do alternador
- 2) Dispositivo de desengate do alternador.

Com estes componentes consegue-se melhorar não só a comodidade da condução e a vida útil dos componentes da transmissão, como também o consumo de combustível.

Dado que tanto as polias de transmissão como as polias tensoras e de inversão e as correias estão expostas ao desgaste, a Schaeffler Automotive Aftermarket recomenda que, quando da substituição dos componentes da transmissão do grupo, seja também impreterivelmente substituída a polia livre ou o dispositivo de desengate.

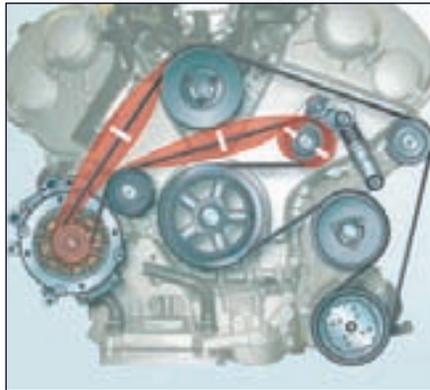


Fig. 1: Exemplo de transmissão do grupo: Representação das vibrações que surgem ao utilizar uma polia rígida habitual no alternador.

Consoante o veículo, o motor e o equipamento, são utilizadas diferentes versões. Para uma atribuição correcta da polia livre do alternador a um veículo, deve consultar os respectivos catálogos.



Fig. 2: Polia rígida

A polia rígida (Fig. 2) foi, durante muito tempo, a polia habitual dos alternadores. O modelo antigo da correia trapezoidal dispunha de uma ranhura e foi-se desenvolvendo ao longo do tempo para poder ser utilizada com as actuais correias trapezoidais Poli-V, com várias ranhuras.

A única função desta polia rígida é accionar o gerador de corrente trifásica, através da ranhura do contorno.

A sua substituição só é necessária quando apresenta danos, corrosão ou forte desgaste.



Informação técnica para as Transmissões de grupos auxiliares – Uma tecnologia oculta que proporciona silêncio

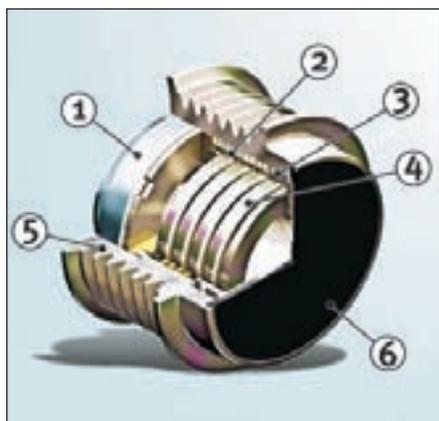


Fig. 3: Dispositivo de desengate do alternador

- (1) Rolamento de esferas
- (2) Embraiagem
- (3) Chumaceira de fricção
- (4) Mola de torção
- (5) Aro exterior com superfície de rodagem perfilada
- (6) Tampa protectora

O dispositivo de desengate do alternador (também conhecido por decoupler, em Inglês) é uma polia do alternador, que acciona suavemente o alternador através de uma mola de torção. Absorve as irregularidades de rotação e evita desse modo as oscilações do binário de aperto. As forças dinâmicas nas chumaceiras dos componentes dentro da transmissão do grupo diminuem e, deste modo, fica protegido o tensor da correia e a correia trapezoidal Poli-V.



Observar as indicações do fabricante do veículo.

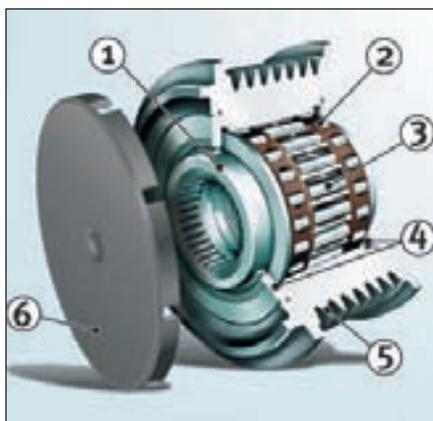


Fig. 4: Polia livre do alternador

- (1) Aro interior com dentes entalhados
- (2) Suporte de apoio radial
- (3) Unidade de roda livre
- (4) Juntas
- (5) Aro exterior com superfície de rodagem
- (6) Tampa protectora

Uma polia livre do alternador conta com uma unidade de roda livre. Esta permite desengatar o alternador devido às irregularidades de rotação da cambota. Deste modo, reduz-se significativamente a influência do binário de inércia do alternador sobre a transmissão do grupo e as vibrações da correia. O nível de força na transmissão do grupo diminui e o tensor, as polias e as correias recebem uma carga menor, o que prolonga o seu tempo de vida.



Fig. 5: Ferramentas especiais necessárias para a montagem e desmontagem das diferentes polias do alternador

- (1) Ferramenta para diferentes fabricantes, curta - Broca de boca em estrela (n.º de art.. 400 0234 10)
- (2) Ferramenta para diferentes fabricantes, curta - Broca Torx (n.º de art.. 400 0235 10)
- (3) Ferramenta para diferentes fabricantes, comprida - Broca de boca em estrela (n.º de art.. 400 0200 10)
- (4) Ferramenta para diferentes fabricantes, comprida - Broca Torx (n.º de art.. 400 0201 10)
- (5) Ferramenta para diferentes alternadores Volvo - Broca Inbus (n.º de art.. 400 0233 10)
- (6) Ferramenta para amortecedor Hutchinson - Broca de boca em estrela (n.º de art.. 400 0231 10)
- (7) Adaptador de boca em estrela para diferentes fabricantes (n.º de art.. 400 0215 10)

Encontrará as peças de substituição correspondentes no nosso catálogo on-line em www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt ou em www.RepXpert.com.

Situação em 10.2009

INA 0045

Salvo alterações técnicas

© 2009 Schaeffler Automotive Aftermarket

Para mais informações:

Schaeffler Iberia, s.l.u.

Lanzarote 13, Polígono Industrial Norte

E-28703 S.S. de los Reyes Madrid, España

Teléfono: 902 111 115 | Fax: 91 654 27 61

www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt



INFORMAÇÃO DE SERVIÇO



Perigo de confusão das polias tensoras 531 0535 20 e 531 0819 10

Fabricante: Honda, Opel, Vauxhall

Modelos:

Honda: Civic
Opel: Astra G, Astra H, Combo,
Corsa B, Corsa C, Corsa D,
Meriva, Zafira
Vauxhall: Astra Mk IV, Astra Mk V,
Corsa Mk II, Combo,
Meriva

Motores: 1.7 DI, 1.7 DTI, 1.7 CDTi

Referências originais:

- (1) 56 36 403
97249945
- (2) 56 36 739
97249944
14530-PLZ-Doo

Nº de artigo:

- (1) 531 0535 20
- (2) 531 0819 10



Fig. 1: 531 0535 20



Fig. 2: 531 0819 10

Ao substituir a polia tensora com o n.º de artigo 531 0535 20 ou 531 0819 10, há que ter em conta a respectiva montagem correcta no veículo.

Praticamente não existem diferenças entre as duas polias tensoras. A única diferença é uma geometria diferente da mola tensora (ver Fig. 1 e 2).

Importante:

As polias não devem ser confundidas! Se as polias tensoras forem montadas de forma incorrecta, existe o perigo de provocarem danos no motor!



Observe as indicações do fabricante do veículo!

Encontrará as peças de substituição correspondentes no nosso catálogo on-line em www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt ou em www.RepXpert.com.

Situação em 10.2009

INA 0043

Salvo alterações técnicas

© 2009 Schaeffler Automotive Aftermarket

Para mais informações:

Schaeffler Iberia, s.l.u.
Lanzarote 13, Polígono Industrial Norte
E-28703 S.S. de los Reyes Madrid, España
Teléfono: 902 111 115 | Fax: 91 654 27 61
www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt



INFORMAÇÃO DE SERVIÇO



Unidade tensora hidráulica para accionamentos de componentes auxiliares - 534 0014 10

Fabricante: Audi, Skoda, Volkswagen

Modelos:

Audi: A4, A6
Skoda: Superb
Volkswagen: Bora, Golf IV, Passat

Motor: 1.9 TDI, 2.0 TDI

Nº de artigo: 534 0014 10

Referências

originais: 038 903 315 D
038 903 315 P

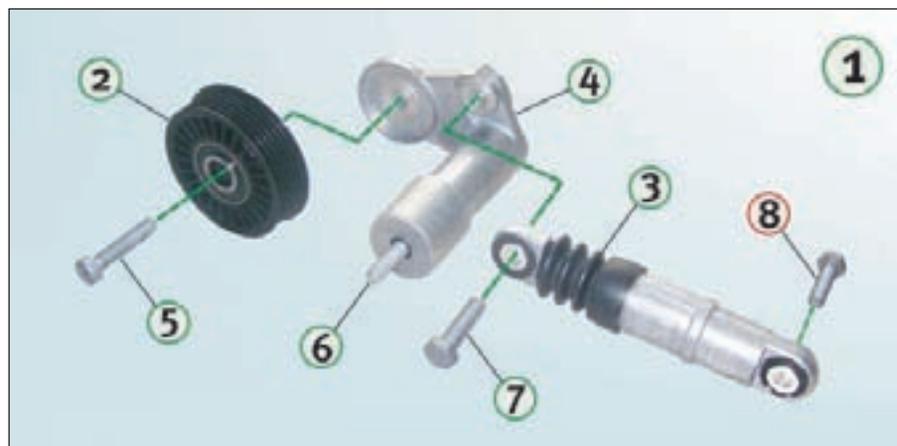


Fig. 1: apresentação pormenorizada de 534 0014 10 com todos os componentes

Alteração de material:

A esta unidade tensora são aplicados, de imediato, olhais de plástico pretos em vez de brancos (consultar figura 2). Durante a fase de transição, poderá haver uma mistura das duas versões. Esta conversão não terá qualquer influência sobre o funcionamento técnico e ambas as versões poderão ser utilizadas sem restrições para os veículos indicados.

Nota!

Devido às elevadas forças que surgem nas transmissões dos agregados onde esta unidade tensora é utilizada, recomendamos a substituição da polia rígida existente no alternador por uma **polia inércia do alternador INA**.

Esta origina um alívio nítido dentro da transmissão dos agregados para todos os componentes.

Poderá consultar qual a polia de inércia do alternador prevista para o seu veículo nos nossos catálogos.

Legenda da figura 1:

Componentes principais:

- (1) Visão geral da unidade tensora 534 0014 10*
- (2) Polia de desvio 532 0155 10*
- (3) Amortecedor hidráulico 533 0021 10*
- (4) Estrutura de suporte com parafuso**

Binários de aperto:

- (5) Parafuso de fixação da polia de desvio, M8x38 (23Nm)**
- (6) Parafuso de fixação da unidade tensora, M8x120 (25 Nm)**
- (7) Parafuso de fixação do amortecedor hidráulico, M8x30 (32 Nm)**
- (8) Parafuso de fixação do amortecedor hidráulico, M8x30 (35 Nm)***

*) Este artigo pode também ser adquirido avulso

**) Este artigo não pode ser adquirido avulso, mas sim como parte integrante de toda a unidade tensora (1)

***) Este artigo não pode ser adquirido avulso, mas sim como parte integrante de toda a unidade tensora (1)



Fig. 2: 534 0014 10 - modelo com olhais de plástico brancos e pretos no amortecedor hidráulico

Encontrará as peças de substituição correspondentes no nosso catálogo on-line em www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt ou em www.RepXpert.com.

Situação em 05.2009 (substituído em 10/2007)

INA 0002

Salvo alterações técnicas

© 2009 Schaeffler Automotive Aftermarket

Para mais informações:

Schaeffler Iberia, s.l.u.
Lanzarote 13, Polígono Industrial Norte
E-28703 S.S. de los Reyes Madrid, España
Teléfono: 902 111 115 | Fax: 91 654 27 61
www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt



INFORMAÇÃO DE SERVIÇO



Ruídos procedentes da transmissão do grupo auxiliar em motores 1.9 TDI

Fabricante: Audi, Ford, Seat, Skoda, Volkswagen

Modelos:

Audi: A3
Ford: Galaxy
Seat: Alhambra, Ibiza IV, Leon, Toledo II
Skoda: Octavia
VW: Bora, Golf IV, Multivan T5, New Beetle, Sharan, Transporter T5

Motor: 1.9 TDI

Referência original: 038 903 315 AE

Nº de artigo: 534 0132 30



Fig. 1: *Recomendação: Substituição da polia livre do alternador*



Fig. 2: *Braço tensor 534 0132 30, com curso da correia instalado no motor 1.9 TDI*

Devido aos fortes movimentos dinâmicos da correia trapezoidal Poli-V podem produzir-se ruídos neste tipo de motor.

Em alguns casos, este ruído persiste mesmo após ter sido substituída a correia trapezoidal Poli-V e as polias tensoras e de inversão.

Por conseguinte, na reparação, recomenda-se também a substituição da polia livre do alternador.

Deste modo, reduzem-se os picos de tensão na correia, assim como as oscilações, pelo que a transmissão do grupo recebe uma carga menor.

Para uma atribuição correcta da polia livre do alternador a um veículo deve consultar os respectivos catálogos.

Legenda para a Fig. 2:

- TEN = Braço tensor
- ALT = Alternador com polia livre
- A/C = Compressor de ar condicionado
- PS = Servobomba
- CS = Cambota

 Observar as indicações do fabricante do veículo.

Encontrará as peças de substituição correspondentes no nosso catálogo on-line em www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt ou em www.RepXpert.com.

Situação em 11.2009

INA 0044

Salvo alterações técnicas

© 2009 Schaeffler Automotive Aftermarket

Para mais informações:

Schaeffler Iberia, s.l.u.
Lanzarote 13, Polígono Industrial Norte
E-28703 S.S. de los Reyes Madrid, España
Teléfono: 902 111 115 | Fax: 91 654 27 61
www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt





Correia dentada - Teflon® e cosido

Tudo sob controlo com os cordões de soldadura e os alinhavos

Algumas das correias dentadas da Schaeffler Automotive Aftermarket apresentam, na sua parte posterior, um tecido, que é unido, num ou dois pontos, por meio de um alinhavo.

Juntamente com a soldadura, trata-se de uma técnica de união reconhecida para o equipamento original (OE) de veículos. Estas uniões são efectuadas antes da vulcanização das correias, como ajuda no processo de produção das mesmas. Em geral, o tecido da parte posterior serve para reforçar algumas das correias e evitar desse modo um eventual deslocamento dentro da transmissão por correia, assim como o desgaste das arestas laterais.

A transmissão de força da correia dentada não é feita através do tecido da parte posterior. Ambas as técnicas de união autorizadas carecem de qualquer efeito sobre a capacidade funcional da correia.

No entanto, trate de evitar que a correia se dobre. Mesmo na zona interior do tecido da correia, podem produzir-se danos que têm influência sobre o funcionamento da mesma.

A cor não tem qualquer função

Os requisitos para as cadeias de distribuição são cada vez mais exigentes. Ao exigir um rendimento mais elevado do motor, juntamente com uma redução do respectivo tamanho e peso, criam-se novos desafios para o sistema completo de polias tensoras e correias.

Para estar, a todo o momento, à altura da evolução, há que assegurar o desenvolvimento contínuo das correias dentadas

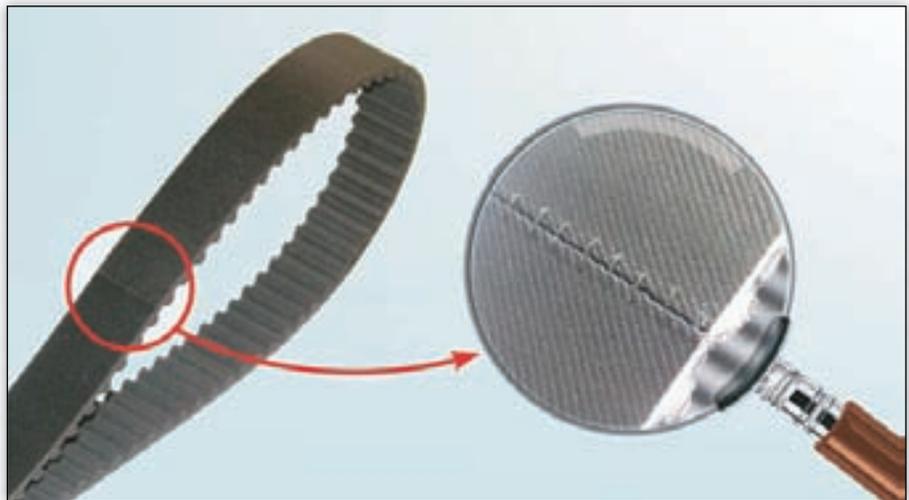


Fig. 1: Esquema detalhado da costura no tecido da parte posterior. Neste caso, um alinhavo.

Algumas correias recebem, por isso, um revestimento de politetrafluoretileno, mais conhecido pela designação comercial de Teflon®.

Deste modo, consegue-se uma redução do atrito e do desgaste na parte dentada das correias, ao mesmo tempo que se proporciona um aumento da vida útil das correias, nos casos de uma utilização elevada, como, por exemplo, nos motores Diesel actuais. Este revestimento com Teflon® costuma ser aplicado nas cores preto ou branco (ver Fig. 2), mas a cor não tem qualquer efeito sobre o seu funcionamento.

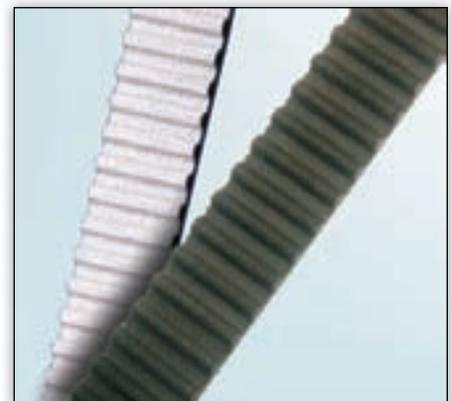


Fig. 2: Revestimento branco e preto no perfil dentado.

A Schaeffler Automotive Aftermarket não assume quaisquer riscos das correias. As correias dentadas dos diferentes kits cumprem, sem excepção, a qualidade exigida para os equipamentos originais.

Encontrará as peças de substituição correspondentes no nosso catálogo on-line em www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt ou em www.repxpert.com.

Situação em 04.2010

INA 0058

Salvo alterações técnicas

© 2010 Schaeffler Automotive Aftermarket

Para mais informações:

Schaeffler Iberia, s.l.u.

Lanzarote 13, Polígono Industrial Norte
E-28703 S.S. de los Reyes Madrid, España
Teléfono: 902 111 115 | Fax: 91 654 27 61
www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt





NOVO: Kit de rolamentos de rodas com cartão de identificação

Fabricante:	Honda
Modell:	CR-V II (RD)
Motor:	2.0
Nº de artigo:	713 6174 50



Fig. 1: Cartão de identificação para reconhecer o gerador de impulsos

Os rolamentos de rodas podem ser encontrados em muitas versões. Não necessitam de manutenção e foram concebidos para funcionar durante toda a vida útil do veículo. No entanto, poucas pessoas sabem que estes componentes facultam dados importantes. Ligam o gerador de impulsos (codificador), anteriormente designado por coroa do ABS, ao sensor, proporcionando assim um sinal com o número de rotações da roda. O sistema electrónico do veículo utiliza este sinal para os mais variados sistemas de dinâmica da condução, sendo mesmo compatível com o sistema de navegação.

Nas reparações é cada vez mais importante compreender o funcionamento dos sistemas completos. Cada operário da oficina deve ter a noção de que uma reparação deficiente pode provocar uma avaria do sistema de regulação da dinâmica de condução, em especial no que se refere às peças mais relevantes para a segurança, mas também aos rolamentos de rodas. No pior dos casos, decide assim entre a vida e a morte.

Para que a reparação siga „sobre rodas“, a marca FAG informa não só sobre o manuseamento, mas também sobre a montagem correcta. Para além do artigo número 713 6174 50, passa a juntar-se, a partir deste momento, um cartão de identificação FAG, o qual permite ver o gerador de impulsos sob a junta e, deste modo, montar o rolamento do lado correcto. Assim, após a reparação, todo o sistema deverá funcionar sem problemas e, sobretudo, com segurança.

Conteúdo do kit de rolamentos de rodas 713 6174 50:

- 1 x rolamento de rodas
- 1 x porca
- 1 x seguro
- 1 x cartão de identificação

Encontrará as peças de substituição correspondentes no nosso catálogo on-line em www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt ou em www.RepXpert.com.

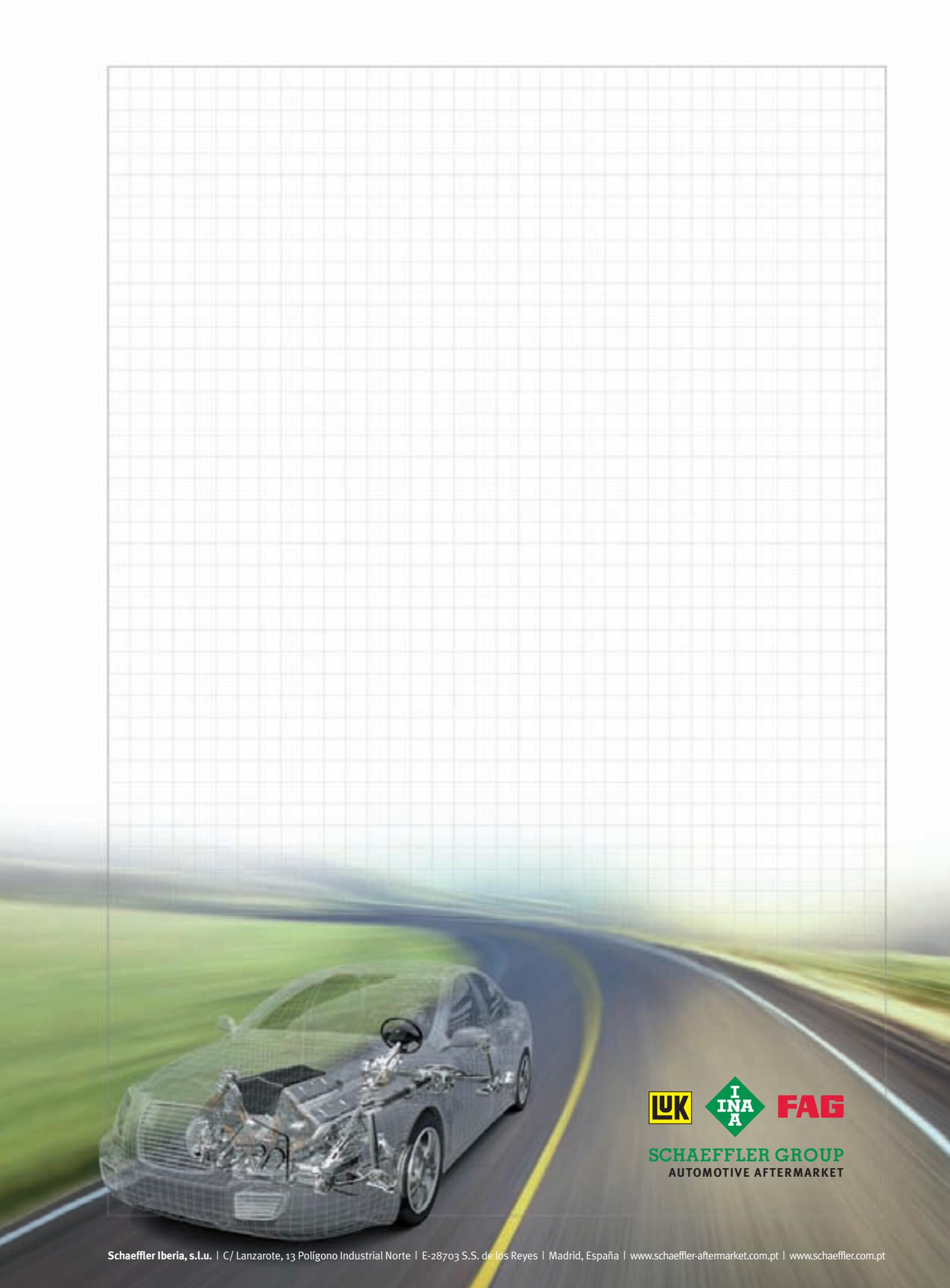
Situação em 09.2009
FAG 0010

Salvo alterações técnicas
© 2009 Schaeffler Automotive Aftermarket

Para mais informações:

Schaeffler Iberia, s.l.u.
Lanzarote 13, Polígono Industrial Norte
E-28703 S.S. de los Reyes Madrid, España
Teléfono: 902 111 115 | Fax: 91 654 27 61
www.Schaeffler-Aftermarket.com.pt

FAG



SCHAEFFLER GROUP
AUTOMOTIVE AFTERMARKET

