

## Artigo técnico

Schaeffler Automotive Aftermarket

### **Desloque-se até ao futuro**

#### **Componentes hidráulicos LuK inteligentes da Schaeffler Automotive Aftermarket**

Quer seja pela aceleração suave no arranque após uma paragem, pela mudança rápida de velocidades, pelo funcionamento mais suave do motor ou pela diminuição do ruído – os componentes de embraiagem atuais têm de preencher inúmeros requisitos que têm uma grande influência no conforto da condução. No centro de acionamento da embraiagem hidráulica encontra-se o sistema de desembraiagem, a ligação entre o pedal e a embraiagem, que é vital para a experiência de condução. A embraiagem deve ser fácil de utilizar, para que a potência da condução possa ser controlada ou interrompida a qualquer momento com segurança, mas nem sempre foi esse o caso. Até meados da década de 80, as embraiagens mecânicas eram a norma. A pressão aplicada pelo condutor ao pedal de embraiagem era transmitido pelo cabo a um mecanismo de forquilha no interior do alojamento da embraiagem, e a embraiagem era operada através da forquilha e rolamento de embraiagem. Este sistema encontra-se maioritariamente obsoleto pois a tecnologia não oferece o conforto de mudança de velocidades exigido pelo condutor moderno. Estas exigências aumentadas pelo conforto também deram origem a compartimentos do motor mais pequenos e compactos. Um cabo já não pode correr numa linha reta entre a forquilha e o pedal da embraiagem, necessário para oferecer o conforto da mudança e para manter o desgaste e a fricção a um nível mínimo.

Como é óbvio, é necessária inovação técnica para satisfazer estes novos desafios. Como tal, as embraiagens atuais encontram-se cada vez mais equipadas com um sistema de acionamento da embraiagem hidráulico que inclui um cilindro escravo concêntrico (CSC), um cilindro escravo e mestre (com ou sem a funcionalidade do sensor de deslocação), tubos de pressão hidráulicos, amortecedores de vibrações e limitadores do binário de pico. Com a marca LuK, a Schaeffler deu um contributo significativo para o desenvolvimento da tecnologia de acionamento da embraiagem hidráulica. Existem dois sistemas em separado disponíveis – semi-hidráulico e completamente hidráulico, ambos substituindo um cabo mecânico por um sistema hidráulico. Este foi feito para um cilindro mestre no pedal, um tubo hidráulico e um cilindro escravo da embraiagem. Nos sistemas semi-hidráulicos, o cilindro escravo da embraiagem absorve a pressão que é proveniente do tubo e transmite-a à forquilha de embraiagem. Num sistema totalmente hidráulico, esta função é feita pelo CSC, que é encaixado sobre o veio primário no interior da caixa de velocidades. Isto

permite prescindir de uma forquilha de embraiagem, pois todo o processo de acionamento da embraiagem é realizado pelo CSC.

O acionamento da embraiagem hidráulica é um sistema composto por peças interrelacionadas. É por isso que o funcionamento ótimo da embraiagem é essencial para que todos os componentes funcionem em conjunto. Para o Mercado de Pós-Venda independente, Schaeffler Automotive Aftermarket oferece todas as peças usadas no ambiente de embraiagem hidráulica (ver a Imagem 1). A forma como essas peças individuais funcionam individualmente e como funcionam em conjunto é descrita de seguida.

Design de sistema de embraiagem totalmente hidráulico

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| 1- Volante bimassa                              | 6-Limitador de binário de pico   |
| 2-Embraiagem                                    | 7-Linha de pressão hidráulica    |
| 3-Veio primário                                 | 8-Reservatório fluido hidráulico |
| 4-Cilindo escravo concêntrico (CSC)             | 9-Cilindro mestre                |
| 5-Amortecedor de vibração/unidade anti-vibração |                                  |

Design of a fully hydraulic clutch system

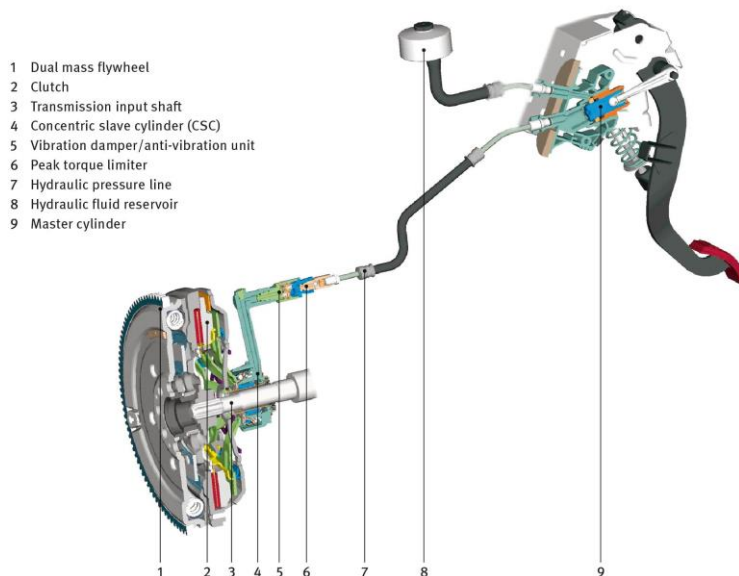


Figura 1: Gráfico de todo o sistema de embraiagem hidráulico

O cilindro mestre – é aqui que ocorre a acumulação da pressão

Quando o condutor pressiona o pedal da embraiagem, o **cilindro mestre** converte a força

do pedal em pressão. Para além desta tarefa básica, um cilindro mestre de embraiagem moderno contribui para o alojamento de outros atributos do veículo. Desempenha a função de contribuir para a melhoria da segurança, conforto e resposta da aceleração, nos sistemas de controlo da velocidade e interbloqueio do motor de arranque, do travão de estacionamento elétrico, do ajuste do binário e, inclusivamente, do sistema iniciar-parar. Para além destes requisitos adicionais, também deve oferecer uma ótima funcionalidade, à medida que os fabricantes de carros continuam a reduzir o tamanho e a diminuir o peso, e deve ser também fácil de instalar.

O cilindro mestre consiste num alojamento, num pistão e numa haste de pistão, e tem um sistema de vedação primário e secundário. Possui uma ligação hidráulica ao tubo de pressão do cilindro escravo que é normalmente um conetor de encaixe rápido, mas em algumas aplicações continua a ser usada uma ligação de tipo roscado que é semelhante às usadas na tecnologia de travagem. O cilindro mestre continua a ter um conetor para fornecer ao sistema líquido hidráulico, muitas vezes ligado a um reservatório de líquido de travagem partilhado. Contudo, existem sistemas nos quais o cilindro de embraiagem possui o seu próprio reservatório. O vedante primário separa o reservatório da câmara de pressão hidráulica, que permite a pressão requerida para acionar o desenvolvimento da embraiagem. O vedante secundário isola a área de baixa pressão do cilindro. Quando o pedal é solto, uma mola no pedal ou no cilindro mestre assegura que o pistão se retrai totalmente. Quando o pedal se encontra na posição de descanso, a ligação entre o reservatório e a câmara de pressão é aberta, para que o ar aprisionado no sistema possa escapar e o líquido hidráulico possa fluir para dentro. Desta forma, a deslocação do pedal permanece sempre a mesma.

A primeira geração de cilindros mestre de embraiagem hidráulica foi feita de alumínio, o que exigiu vários passos para ser fabricada. Com a introdução de cilindros mestre de plástico, vários destes passos de produção deixaram de ser necessários. Contudo, os processos usados para produzir um design de plástico encontravam-se ainda numa fase inicial de desenvolvimento. Através de desenvolvimento adicional para um alojamento de plástico leve, foi possível diminuir o peso e reduzir o número de peças individuais em cerca de metade, prescindindo ainda de peças metálicas intensivas.

#### Tecnologia de sensor de deslocação inteligente – o "contador de passos"

Um sistema start-stop – que desliga o motor quando o veículo está parado e inicia o motor de novo quando se pressiona a embraiagem – dá um contributo importante para a redução do consumo de combustível e das emissões de CO<sub>2</sub>. Cerca de 30 por cento dos veículos atuais têm este sistema e, até 2020, o start-stop será usado como equipamento base.

Em veículos com esta tecnologia inteligente, o cilindro mestre da embraiagem (ver a Imagem 2) é equipado com um sensor de deslocação integrado. Este componente garante

que o veículo obtém constantemente informação sobre a posição do pedal da embraiagem. Isto é importante não só para o próprio sistema start-stop, mas também para coisas como o travão de estacionamento elétrico, a assistência de arranque em piso inclinado e o controlo da velocidade. O sensor de deslocação converte várias posições do pistão no cilindro em diferentes sinais elétricos através de um processo sem contacto e envia-os para o módulo de controlo do grupo motopropulsor. É desencadeado pelo condutor o engatar ou desengatar da embraiagem. Como vantagem para oficinas independentes informa-se que – tanto o cilindro mestre da embraiagem como o sensor de deslocação fazem parte do portfólio de Schaeffler Automotive Aftermarket e estão disponíveis como uma solução pronta a montar da marca LuK, cuja produção iniciou-se em 2010.



*Figura 2: Cilindro mestre da embraiagem com o sensor de posição*

#### A linha de pressão – transmite a pressão do pedal filtrada

Entre o cilindro mestre da embraiagem e o cilindro escravo (ou CSC) existe o **tubo de pressão hidráulica**. Nos sistemas de embraiagem semi-hidráulico e totalmente hidráulico, a pressão no pedal aplicada pelo condutor é transferida através do líquido hidráulico ao cilindro escravo ou CSC. Com um sistema de acionamento da embraiagem mecânico, isto é feito através de um cabo. O tubo de pressão é normalmente feito de aço, ou é um tubo flexível de tecido envolvido em borracha ou um tubo de plástico extrudido. Em designs submetidos a temperaturas elevadas, são normalmente usados tubos de pressão de aço/borracha. Os tubos de pressão mais rentáveis são feitos de tubos de plástico pré-enformados e térmicos.

Schaeffler Automotive Aftermarket também oferece tubos de pressão com elementos de amortecimento das vibrações (ver a Imagem 3). Estes ajudam a amortecer as vibrações de baixa frequência (<100Hz) geradas pela cambota que de outra forma seriam transmitidas através do sistema de acionamento da embraiagem até ao pedal da embraiagem. O condutor reconhece-as sob a forma de uma sensação de formigueiro desconfortável no pé ou ruído. Schaeffler Automotive Aftermarket oferece linhas de pressão hidráulicas com **amortecedores de vibrações**, bem como **absorvedores de pressão** ajustados para a frequência (unidades antivibração) no cilindro mestre da embraiagem.

Outro componente inteligente é o **limitador do binário de pico**. Isto reduz o fluxo de volume no sistema hidráulico durante uma condução muito desportiva com um funcionamento da embraiagem rápido. Destina-se a impedir que demasiada carga seja aplicada ao grupo motopropulsor durante o acionamento abrupto da embraiagem, tal como quando o pé escorrega do pedal da embraiagem. Ao introduzir uma válvula de efeito duplo no fluxo do líquido, pode limitar a velocidade de acionamento da embraiagem. Para facilitar o acionamento suave da embraiagem, a válvula de efeito duplo retrai-se automaticamente, fechando os canais de fluxo excessivo. Os limitadores do binário de pico nunca devem ser removidos do sistema hidráulico durante a manutenção, uma vez que fazê-lo pode danificar o eixo do motor, o volante de massa dupla (DMF) ou inclusivamente a transmissão.



Figura 3: Secção de um tubo de pressão hidráulica com amortecedor antivibrações

#### O cilindro escravo – o acionador da embraiagem

O **cilindro escravo da embraiagem** – feito de um alojamento, um pistão com vedante, uma mola pré-carga e um parafuso de purga – é o componente final e está posicionado no fim do sistema de embraiagem hidráulica. O seu alojamento é normalmente feito de plástico, com um fole de borracha a impedir que entre sujidade no cilindro. Num sistema semi-hidráulico, o cilindro escravo ativa a forquilha de embraiagem e está sempre posicionado fora da caixa de velocidades. A mola de pré-carga fornece uma carga permanente no rolamento da embraiagem, que assegura que o anel de propulsão rode de forma fiável com a embraiagem

quando o sistema de embraiagem se encontra num estado despressurizado. Impede ainda a formação de ruído irritante entre o rolamento e as pontas do diafragma. Um parafuso de purga permite-lhe encher e purgar o sistema durante a manutenção.

Num sistema totalmente hidráulico, a embraiagem é acionada através de um cilindro escravo concêntrico (CSC). A vantagem destes sistemas de acionamento muito convencionais é que são necessários menos componentes, uma vez que o CSC consiste num módulo constituído pelo rolamento da embraiagem e cilindro escravo. Uma vez que a forquilha de embraiagem e os pivôs de bola podem ser omitidos, existem ainda menos pontos de fricção. Os CSC feitos de plástico são ainda muito mais leves do que os feitos de metal. O CSC é fácil de montar e é capaz de se adaptar a uma posição alterada do diafragma devido ao desgaste. Cada vez mais fabricantes estão a utilizar este sistema. Para aumentar ainda mais o conforto da condução, o rolamento de embraiagem pode ser concebido com um desvio angular. Isto é obtido equipando o rolamento de embraiagem com um anel de propulsão móvel axial (ver a Imagem 4), que se encontra em contacto com as extremidades do diafragma e evita as folgas estruturais que possam dar origem a vibrações do pedal.



*Figura 4: Rolamento de embraiagem com um anel de propulsão móvel axial*

#### A embraiagem automatizada oferece novas possibilidades

Os alvos para futuros desenvolvimentos técnicos são claros – continuar a reduzir o consumo de combustível enquanto se mantêm, o máximo possível, os mesmos níveis de conforto e capacidade de condução. Além do start-stop, o consumo de combustível também pode ser otimizado através de "coasting" (marcha por efeito de inércia), que é controlado pela informação da tecnologia do sensor no cilindro mestre. A uma velocidade de condução constante, a funcionalidade de marcha por efeito de inércia desengata o motor da

transmissão e irá desligar totalmente o motor ou executá-lo em ralenti, por exemplo durante uma descida prolongada. Consoante a configuração, pode ser usado um sistema E-embraiagem que ofereça alterações de velocidade totalmente automatizadas em todas as situações de condução ou apenas em certas situações específicas. A E-embraiagem da Schaeffler pode ser instalada como um componente adicional em sistemas de embraiagem hidráulica testados e comprovados usados pela maior parte dos fabricantes de carros. A sua função de marcha por efeito de inércia ainda se encontra atualmente em fase de teste, com um plano para a produção ser iniciada daqui a três ou quatro anos.

Os cilindros mestre que dão apoio aos sistemas iniciar-parar irão tornar-se cada vez mais importantes para oficinas independentes durante os próximos anos – à medida que fornecer manutenção e reparação para estes sistemas se tornar um procedimento padrão. De forma inversa, os cilindros mestre para o mercado de pós-venda automóvel que suportam a marcha por efeito de inércia ainda estão apenas no horizonte. Com a marca LuK, Schaeffler Automotive Aftermarket não é apenas à prova do futuro, mas também tem atualmente as soluções e as ferramentas certas para diagnosticar e reparar todo o sistema de embraiagem hidráulica.