

Sistema de Injecção Diesel

Luis Carlos Aguiar Santos

Aluno, Departamento de Engenharia Electrotécnica (DEE) do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

Politécnico do Porto (IPP)

1050380@isep.ipp.pt

Abstract

The study of the diesel injection system has nowadays a special interest in reducing the consumption of fuel and CO2 emissions, also without forgetting the requirements of the needed power by the consumer.

This work presents a brief study of Diesel Injection. It begins with the description, at first, of the basic operation of the diesel motor, as also its origin.

Then follows the object of study of this work, the diesel injection. Its evolution to date, strands and operation is approached. At last some of the manufacturers are mentioned, being the “Robert-Bosh” the most widespread. Also conclusions about the work are made.

1. Introduction

O diesel tem hoje uma grande procura. Metade dos veículos matriculados recentemente são diesel. Os sistemas de injeção de alta pressão como o sistema Common Rail e o Unit Injector contribuíram de forma decisiva para o crescimento e desenvolvimento desta área automóvel pelas suas características de alto rendimento, baixos consumos, baixo ruído, baixas emissões de CO2 e algumas outras. Para chegar aqui, muito se tem evoluído na mecânica e mais ainda, na electrónica que controla estes sistemas. Sistemas estes, cada vez mais complexos; não estivesse também em constante evolução a nossa própria humanidade consumista a requerer cada vez mais e mais em todas as áreas e os, cada vez mais apertados níveis permitidos de emissão de CO2 para o nosso próprio bem estar.

Assim, é do interesse de todos evoluir no sentido de melhorar e preservar o nosso meio ambiente, construindo sistemas de alto rendimento e produzindo uma ínfima poluição.

2. Metodologia

Este trabalho é um artigo realizado através de uma pesquisa na internet *World Wide Web (WWW)*.

Procurou-se sempre retirar informação de fontes credíveis ou dos próprios fabricantes dos sistemas em estudo.

Agregou-se toda a informação pesquisada e formulou-se da melhor maneira todos os textos com todos os pormenores encontrados.

3. Objectivo

Este trabalho tem como objectivo o conhecimento e estudo dos sistemas de injeção diesel. Se fará com que seja um artigo útil não só para quem o realizou, mas principalmente para quem o procurar com vista a alargar os seus conhecimentos na área da injeção diesel.

4. Motor Diesel



Figure 1. Rudolf Christian Karl Diesel (Paris, 18 de Março de 1858 — no Canal da Mancha, 30 de Setembro de 1913) foi um engenheiro mecânico alemão, inventor do motor a diesel.

O motor a diesel ou motor de ignição por compressão é um motor de combustão interna inventado pelo engenheiro alemão Rudolf Diesel (Figura 1.)[1], Augsburg, Alemanha, quando aperfeiçoava máquinas a vapor. A criação do primeiro modelo do motor a diesel que funcionou de forma eficiente tem a data do dia 10 de Agosto de 1893. Para conseguir controlar tal reacção e movimentar uma máquina foi necessária uma infinidade de outros inventos, como bombas injectoras sincronizadas, elaborar sistemas de múltiplas engrenagens e outros acessórios controladores para que a pressão de liberação actuasse precisamente na passagem do êmbolo do pistão no ângulo de máxima compressão (PMS – Ponto morto superior).

4.1. Princípio de funcionamento

O seu princípio de funcionamento[2] baseia-se na inflamação do combustível provocada pelo aumento da temperatura e pela compressão da mistura inflamável. No motor diesel injecta-se o óleo (combustível) directamente no momento de máxima compressão (PMS – ponto morto superior) e a alta taxa de oxigénio faz com que o óleo se inflame, sem a necessidade da ignição eléctrica, o que permite que funcione totalmente imerso em água, desde que não entre água pela admissão.

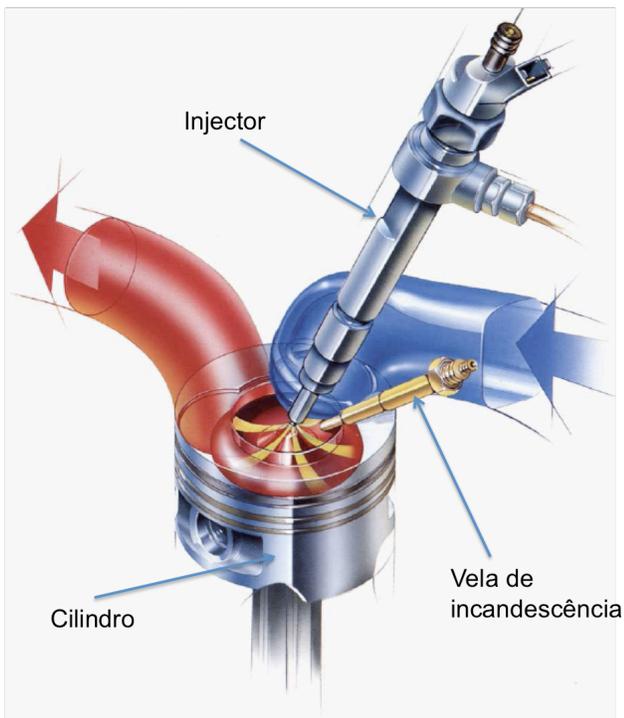


Figure 1. Desenho básico de parte do sistema de injeção.

O ar é admitido e comprimido no cilindro, atingindo temperaturas que variam de 700 a 900°C ao mesmo tempo em que se forma uma alta taxa de oxigénio, então

no momento em que seria criada a centelha "no ponto morto superior" em um motor a gasolina, no diesel é injectado o combustível directamente na câmara de combustão, criando a combustão.

Quando o tempo está frio, o ar ao ser comprimido poderá não atingir a temperatura suficiente (700 a 900°C) para a primeira ignição. Para esses obstáculos são incorporadas as chamadas *buchas de incandescência* (ou velas de incandescência) (Figura 2.) cuja função é fazer com que os cilindros atinjam a temperatura desejada rapidamente. Porém, este problema está diminuído também em virtude do sistema de injeção electrónica directa e a maior rotação do motor de partida. Nos modelos antigos ou lugares muito frios costuma-se usar velas de incandescência no tubo de admissão para minimizar esse efeito sendo que alguns motores estacionários ainda usam buchas de fogo e a partida é feita com manivelas.

Os quatro tempos do ciclo diesel[2] são:

1. Admissão de ar
2. Compressão de ar
3. Expansão da mistura ar combustível, com a combustão
4. Escape

5. Sistema de injeção diesel

Como já foi mencionado no “ponto 3.”, num motor diesel, o “óleo Diesel” (combustível) é injectado no momento de maior compressão do ar existente na câmara de combustão, para que se possa extrair o melhor rendimento possível da consequente combustão que se origina naturalmente.

Para isso, existe o sistema de injeção que tem como objectivo básico, a injeção do combustível a uma grande pressão, dosagem, e momento adequados.

5.1 Evolução da injeção diesel

Desde a construção do primeiro motor Diesel, o principal problema tem sido o processo de injeção do combustível para a combustão ideal.

As principais alterações, foram, primeiramente o advento da bomba rotativa em linha, desenvolvida por Robert Bosch em 1927, que permitiu aos motores alcançarem rotações mais elevadas e, conseqüentemente, mais potência[3].

Depois, no decorrer da década de 80, surgiram os primeiros sistemas de gerenciamento electrónicos (EDC, de Electronic Diesel Control). O desenvolvimento dos sistemas EDC, embora trazendo consideráveis resultados, esbarrava na limitação mecânica dos sistemas em uso, que não podiam prescindir de um meio de comprimir o óleo Diesel pela acção de um pistão comandado no instante adequado. Assim, mantinham-se os componentes básicos

dos sistemas de injeção, utilizando-se os recursos electrónicos para monitoramento e controle, sem possibilidade de intervenções importantes no processo de injeção.

O início, duração e término da injeção permaneciam acoplados à posição da árvore de manivelas, uma vez que as bombas injectoras não permitiam variações, por serem accionadas por engrenagens conduzidas pela rotação do motor. Diferentemente dos motores do ciclo Otto, que já utilizavam a injeção electrónica de combustível e sistema de ignição transistorizado independentes, os motores Diesel ainda esperavam por novas tecnologias.

Em 1994, a Bosch foi o primeiro fabricante a subministrar o sistema "Unit Injector System (UIS)" para veículos industriais.

A Fiat foi a primeira marca a comercializar um automóvel com a nova tecnologia que se viria a chamar mais tarde "common rail". Estreou-se em 1997 no Alfa Romeo 156 JTD, e no mesmo ano no Mercedes-Benz E 320 CDI. Tal sistema, aumentava a potência e o torque com redução do consumo e, por consequência, os níveis de emissões e abriu novas perspectivas para o futuro dos motores Diesel. Posteriormente, os direitos de fabricação deste sistema foram cedidos à Robert Bosch, que começou a equipar motores para a Mercedes Benz, BMW, Audi, Peugeot e Citroën (estes últimos denominam o sistema de HDI).

O sistema da Bosch UIS foi comercializado pela primeira vez em veículos de passageiros no VW Passat TDI, em 1998.[4]

Em 2002, a Fiat apresentou ao mundo o Common-Rail com mais pressão a nível mundial - 1800 bar e ainda com 5 multiplas injeções com uma enorme precisão. O sistema está assim conforme a lei de gases europeia EURO4 com a vantagem de o conseguir sem filtros de partículas.

CRDI ou "Common Rail Direct Injection" é uma sigla utilizada para denominação de um novíssimo e sofisticado sistema de injeção directa de combustível diesel sob alta-pressão em motores de combustão interna, criado pela Fiat italiana e, posteriormente, desenvolvido e patenteado pela Bosch alemã, que o licenciou para vários fabricantes mundiais de veículos automotores, como Mitsubishi, Hyundai, Ford, Mercedes-Benz, Kia e Nissan, entre outros.

5.2. Tipos de injeção

5.2.1. Injeção indirecta (Figura 3.). Uma pequena parte da câmara de combustão chamada antecâmara, é separada da parte principal mediante um estreitamento. O combustível, que na sua totalidade é injectado na antecâmara mediante uma bomba dosificadora, com uma pressão elevada, dependendo do motor, inflama-se e queima parcialmente ali. A sobre-pressão instantânea assim formada sopra a mistura inflamada com um efeito

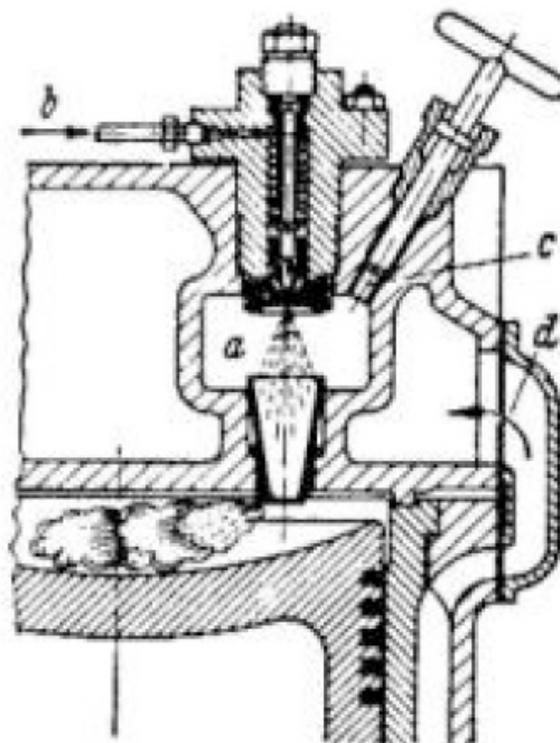


Figure 1. Esquema básico da injeção indirecta. "a" antecâmara, "b" entrada de combustível, "c" ignição auxiliar para partidas a frio, "d" passagem de água de refrigeração para o cabeçote.

de pulverização e turbulência violentas através do "canal de disparo" até a câmara principal rica de ar. As paredes da antecâmara, sobretudo o ponto de impacto do jacto de combustível, são mantidas com a temperatura mais elevada possível, pois desta forma auxiliam na preparação e ignição do combustível. Embora tenha a vantagem de produzir menos componentes de gás de escape prejudiciais à saúde, produz maiores perdas de calor, devido a multiplicação de superfícies de permutação, o que resulta em maior consumo específico de combustível e, actualmente, é um processo pouco utilizado nos motores modernos...em franca extinção.[5]

5.2.2. Injeção directa (Figura 4.). O combustível é injectado directamente sobre a cabeça do pistão mediante um bico injetor, com um ou vários pequenos furos (diâmetros de 0,1 a 0,3 mm) direccionados segundo um ângulo apropriado. Funciona com pressões muito elevadas (poderá ultrapassar os 2000bar) para conseguir uma pulverização muito fina e uma distribuição adequada do combustível no ar de carburação. O jacto forma uma neblina composta de finas gotículas que normalmente se inflamam em primeiro lugar na proximidade da sua entrada. A formação da mistura é acelerada e melhorada quando o ar de carburação executa um movimento rápido em relação à névoa do combustível. Com isto o

movimento circular e turbulento do ar se produz de várias formas já com o processo de sucção ou com a compressão. A maioria dos motores modernos utilizam o processo de injeção directa de combustível, em virtude do seu melhor rendimento térmico. [6]

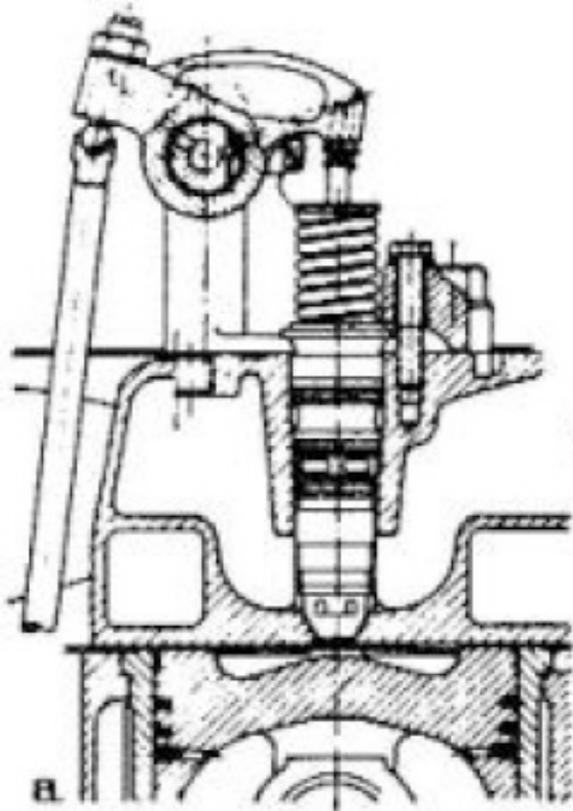


Figure 2. Esquema básico da injeção directa.

6. Diferentes tecnologias

Há diferentes sistemas usados por diferentes fabricantes, mas foram todos criados pela Bosch e são equivalentes em termos de qualidade e eficácia: o "Unit Injector System" (UIS) e o "Common Rail System" (CRS), sendo ambos do tipo injeção directa. Existem outros sistemas, mas que não se vão abordar por se encontrarem já em desuso ou por apenas se usarem no estudo para um novo motor como é o caso do sistema de injeção "Bomba de Injeção em Linha" [7]

6.1. Unit Injector System (UIS)

No Unit Injector System (UIS)[8], cada cilindro do motor tem um injector individual que gera uma pressão até 2050 bar em automóveis de passageiros. O pulverizador de injeção está integrado no injector e injecta directamente para a câmara de combustão.

O Unit Injector System permite uma injeção precisa com durações de injeção variáveis. Este processo de

injecção e a alta pressão aplicada resultam numa combustão excelente. Isso garante um rendimento mais alto, um consumo de combustível mais baixo e emissões reduzidas de ruído e de gás de escape.

6.1.1. Funcionamento do UIS. Este sistema, do tipo injeção directa, é montado directamente na cabeça do motor, ou seja, em cima de cada cilindro, colocando-se um "Unit Injector" (Figura 5.) em cada um deles. A *árvore de cames* do motor fica exactamente por de cima dos injectores, criando a pressão ao activar um pequeno pistão dentro de cada unidade injectora (UI). Cada *came* da *árvore de cames* está formada de tal maneira que a alta pressão do combustível se crie o antes possível da chamada câmara de êmbolos por de baixo do pistão. Uma válvula magnética de resposta rápida, controlada electronicamente, determina o início e fim da injeção controlando assim o tempo e dosagem da mesma.

Como todo este sistema é montado no cabeçote do motor, não é necessária toda a tuberia de distribuição convencional!

Com este sistema se podem realizar prestações de até 2200 bares em veículos ligeiros de passageiros, dependendo das rotações do motor. Os veículos com este sistema foram, por isso, os primeiros diesel com emissões abaixo dos limites da EU4.

Este sistema tem uma alta pressão de injeção, grande eficiência, baixo consumo e a rotações baixas um elevado binário. Porém, não tem um funcionamento tão suave como os motores equipados com o sistema "Common Rail".

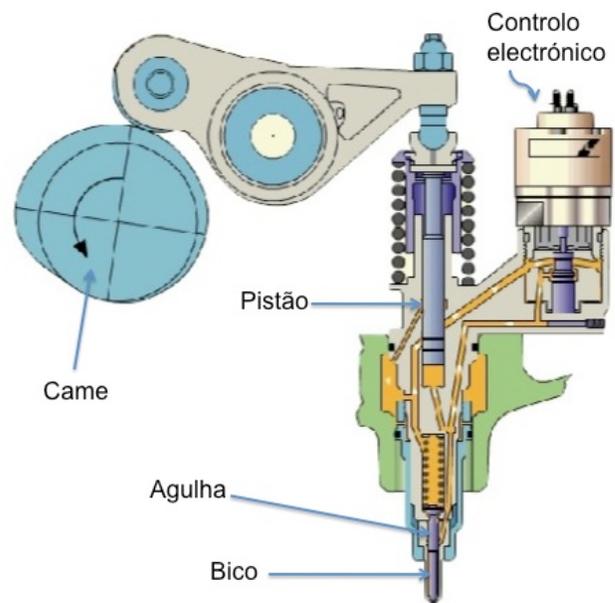


Figure 3. Esquema de um Unit Injector do sistema UIS

6.2. Common Rail System (CRS).

No Common Rail System (Figura 6.)[9], o combustível para todos os cilindros está armazenado num canal comum (common rail) sob alta pressão até 2000 bar, donde lhe deu origem ao nome. Válvulas magnéticas de alto rendimento controladas electronicamente controlam os tempos de injeção e a duração da injeção para cada cilindro.

Há duas grandes diferenças entre o Common Rail e os outros sistemas de injeção. Uma é a separação funcional da geração de pressão e a injeção que proporcionam, assim, mais campo de acção para melhorar o processo de combustão. Outra é a possibilidade de uma injeção múltipla por cada ciclo de trabalho. Divide-se em uma injeção previa para que o motor rode com suavidade, uma injeção principal para a melhor elevação da potencia e uma injeção posterior para reduzir as emissões.

A 1ª geração do sistema Common Rail permitiu uma pressão de injeção de 1350 bares. A 2ª geração alcança, neste momento, os 1600 bares. Desde 2003 se fabrica a 3ª geração e esta alcança os 2000 bares, em veículos ligeiros de passageiros! Para esta ultima utilizam-se, em lugar das válvulas magnéticas convencionais, uns injectores piezoelectricos de novo desenho. Estes trabalham até cinco vezes mais rápido e permitem um desenho de fabrico da injeção ainda mais livre com injeções previas e posteriores.

Estes novos injectores *piezoeléctricos* que equipam o sistema da 3ª geração, especialmente rápidos, cortam as emissões em mais 20% e o consumo de combustível em mais 3%, enquanto também reduzem o ruído do motor.



Figure 6. Ilustração de um sistema Common Rail

Segundo a Robert Bosch:

“O Sistema Common Rail Bosch é um moderno e inovador sistema de injeção diesel. Ele foi desenvolvido

para atender à actual demanda do mercado em relação à diminuição do consumo de combustível, da emissão de poluentes e maior rendimento do motor exigidos pelo mercado. Para isto são necessárias altas pressões de injeção, curvas de injeção exactas e dosagem extremamente precisa do volume do combustível.

O sistema de injeção de pressão modulada "Common Rail" para motores de injeção directa abre perspectivas completamente novas:

- Ampla área de aplicação (para veículos de passeio e utilitários leves com potência de até 30 kw / cilindro, para utilitários pesados chegando até a locomotivas e navios com potência de até 200 kw / cilindro);
- Alta pressão de injeção de até cerca de 2000 bar;
- Início de injeção variável;
- Possibilidade de pré-injeção, injeção principal e pós-injeção;
- Volume de injeção, pressão no "Rail" e início da injeção adaptados a cada regime de funcionamento;
- Pequenas tolerâncias e alta precisão durante toda a vida útil.

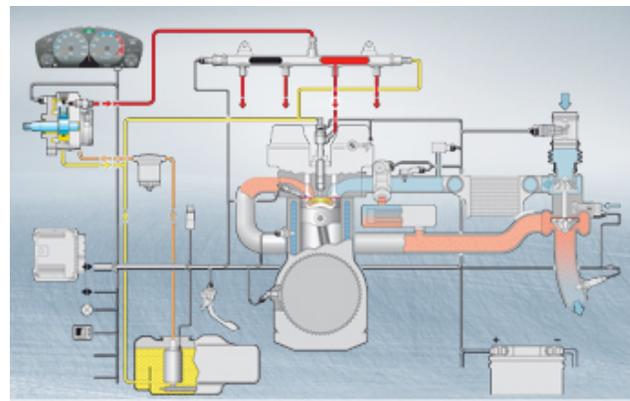


Figure 7. Esquema completo do sistema Common Rail

6.2.1. Desenho e principio de funcionamento do CRS.

A bomba de alta pressão faz chegar o combustível a um acumulador de alta pressão, o Rail. Aí está o combustível permanentemente disponível com uma pressão adaptada ao estado do serviço para ser injectado.

Em cada cilindro do motor encontra-se um injector com uma válvula magnética integrada ou um actuador piezoelectrico (Figura 8.). A abertura e fecho da válvula ou do actuador determinam o inicio e a quantidade de que se injecta.

A intenção do condutor transmite-se através do acelerador. O módulo de control electrónico regista a intenção do condutor e o estado do serviço. Calcula com esses dados característicos a pressão necessárias para o combustível, a duração da injeção, ou seja, a quantidade e o momento de injeção.[10][11]

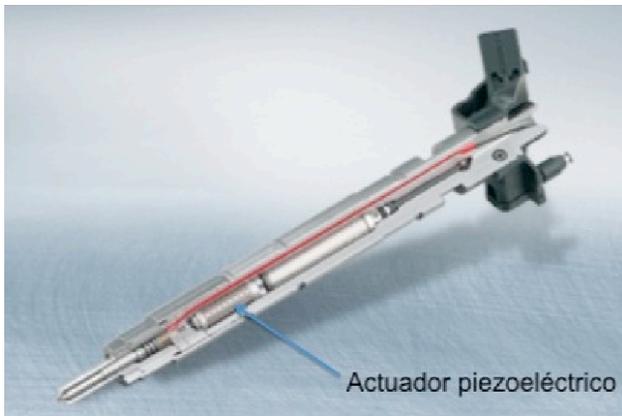


Figure 3. Injector piezoelétrico

6.2.2 Função dos injectores do sistema Common Rail. (Figura 8.) Têm a mesma função que os bicos perfurados e seus suportes da injeção convencional. Os seus componentes são: bico perfurado, sistema servo-hidráulico, válvula magnética e actuador.

As forças necessárias para abrir e fechar a agulha dos bicos não se pode criar com uma só válvula magnética. Por isso, a agulha do bico se regula indirectamente através de um sistema de amplificação da força.

Quando a válvula magnética está fechada há a mesma pressão em todo o volume da câmara como num Rail.

Através da abertura da válvula magnética passa o



Figure 8. Foto de vários tipos de Injectores do sistema Common Rail

combustível da câmara de regulação da válvula ao conduto de retorno de combustível. O sistema de restrição de entrada, evita a compensação total da pressão. A pressão na câmara de regulação da válvula baixa. A sobrepressão do volume da câmara pressiona a agulha do bico contra a mola do bico e começa o processo de injeção.

A válvula magnética já não se encontra direccionada e fecha a abertura para o retorno do combustível. Com a pressão na câmara de regulação da válvula aumenta a força que exerce pressão sobre o pistão regulador. Dessa

maneira fecha-se a agulha do bico e o processo de injeção finaliza.[12]

7. Controlo da injeção

Para o controlo da injeção existe o módulo Electronic Diesel Control (EDC) (Figura 9.) da Bosch, que é um sistema electrónico de gestão de motores diesel. A Bosch foi a primeira empresa a apresentar este sistema em 1986. Todas as funções de regulação e controlo se reúnem num módulo de controlo. Conectado a este está o sistema de injeção e uma grande quantidade de sensores.

Este módulo valora em tempo real os dados dos sensores de temperatura do refrigerante, do combustível, e do ar de admissão, assim como o numero de rotações actuais do motor, posição do acelerador e sobre o volume de ar aspirado.

O sensor de rotação do eixo de comando, determina, com o auxílio do efeito "Hall", se o cilindro se encontra no PMS da combustão ou da troca de gás. Um potenciómetro na função de sensor do pedal do acelerador, informa através de um sinal eléctrico à unidade de comando, com que força o condutor accionou o pedal (aceleração).

O medidor de massa de ar informa à unidade de comando qual a massa de ar actualmente disponível para assegurar uma combustão possivelmente completa.

Havendo um turbocompressor, actua ainda o sensor que regista a pressão de carga, com base nos valores dos sensores de temperatura do agente de refrigeração e de temperatura do ar. De acordo com cada veículo são conduzidos ainda outros sensores e cabos de dados até a unidade de comando para fazer cumprir as crescentes exigências de segurança e de conforto.

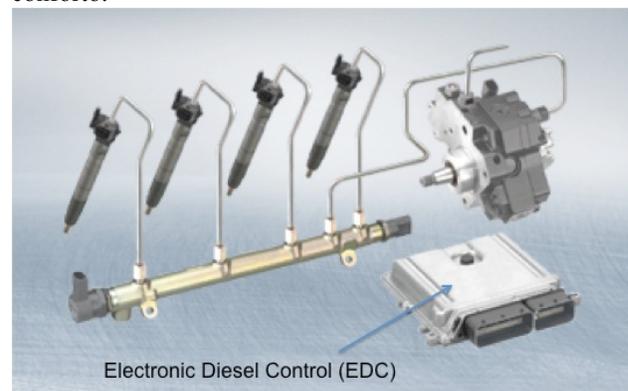


Figure 9. Elementos principais do sistema Common Rail e o EDC

Com esses valores o EDC calcula o melhor processo de injeção possível.

O EDC é a condição necessária para controlar uma série de outros sistemas com os que se pode incrementar o conforto dos motores diesel e reduzir as emissões e o

consumo. Aqui, cabe mencionar, entre outros, o acelerador electrónico, a regulação automática da velocidade, e a regulação do número de rotações no ralenti a um valor constante. O EDC também permite realizar diagnósticos a bordo, assim como também fazer o intercambio de informação com computadores de bordo, como por exemplo a gestão das transmissões automáticas modernas. Isto garante que o motor trabalhe sempre no âmbito de menor consumo e permite a alteração dinâmica da velocidade engrenada na caixa de velocidades.[13]

A Bosch tem também um sistema de gestão do motor (Figura 10.) que pode desconectar individualmente os cilindros para reduzir o consumo e as emissões. Esses cilindros não recebem combustível (e não se efectuam ignições em motores a gasolina). As válvulas de entrada e de saída estão fechadas para que não se produzam perdas por variação de carga. A desconexão do cilindro realiza-se através do software no módulo de controlo do motor (Di-, NG-, Motronic o Electronic Diesel Control (EDC)).[14]



Figure 10. Módulo de controlo do motor

8. Fabricantes

Para injeção diesel, fez-se uma procura de fabricantes e rapidamente se encontrou a Robert-Bosch e a Denso.

A Robert-Bosch, Alemã, mostra ser bastante eficiente nesta área automóvel com a sua 3ª geração dos sistemas Common Rail que permitem uma pressão de 2000 bares. Na internet se consegue obter informação nas mais variadas línguas inclusive português.

A Denso, Japonesa, fabrica também este tipo de sistemas, mas está um pouco atrás em tecnologia em relação à Robert-Bosch no que diz respeito à Injeção Diesel. Na internet podemos encontrar informação em inglês ou em Japonês.

Neste trabalho deu-se mais ênfase ao fabricante Robert-Bosch por ser a criadora dos sistemas descritos.

Segue-se uma pequena descrição de cada empresa.

A Bosch (Figura 11.) em Portugal é uma filial do Grupo Bosch, uma das maiores sociedades industriais privadas a nível mundial.



BOSCH

Invented for life

Figure 11. Logótipo da Robert-Bosch

O grupo Bosch, com sede na Alemanha, opera em várias áreas tais como: tecnologia automóvel, tecnologia de automação, tecnologia dos metais, tecnologia de embalagem, ferramentas eléctricas, termotecnologia, electrodomésticos, sistemas de segurança e redes de banda larga.

No ano de 2007, com um crescimento das vendas de 6%, o volume de negócios no grupo a nível mundial ascendeu a 46,3 mil milhões de euros com cerca de 271.300 colaboradores. O peso do investimento em Investigação e Desenvolvimento permaneceu elevado: foi de 3,6 mil milhões de euros.[15]

DENSO

Figure 12. Logótipo da Denso

A Denso (Figura 12.), Japonesa, opera em 32 países e regiões e conta com aproximadamente 119,000 colaboradores.

As suas áreas de trabalho são: tecnologia automóvel, sistemas automáticos de identificação de produtos, robôs industriais e controladores programáveis.[16]

9. Conclusões

Com este trabalho pode-se concluir que existem neste momento dois grandes tipos de sistemas de injeção diesel. São eles o “Unit Injector System” e o “Common Rail System”.

Ambos são sistemas muito eficazes, de baixo consumo e rendimento alto. Porém à uma tendência a usar cada vez mais o Common Rail por algumas razões: a separação funcional da geração de pressão e a injeção, dando uma margem de manobra muito maior para o controlo e a possibilidade de uma injeção múltipla por cada ciclo de trabalho, que permite conciliar um movimento suave do motor e grande potência.

Também os sistemas de controlo dos sistemas de injeção têm um papel muito importante ou mesmo

imprescindível. O sistema da Bosch EDC e o módulo de controlo do motor, são dois sistemas que além de assegurarem a melhor regulação da injeção, reduzindo consumos e emissões, permitem o intercâmbio de informação com outros sistemas como o computador de bordo, monitorização e conexão de inúmeros sensores para uma melhor gestão de recursos de um automóvel, produzindo assim também um maior conforto para o condutor.

Claramente se abordou mais do fabricante Robert-Bosch por ser o criador dos sistemas abordados neste trabalho, não esquecendo outro fabricante muito importante como a Denso.

Pensa-se que se atingiu o objectivo e espera-se que este artigo tenha alguma utilidade na hora de obter informação básica de injeção Diesel assim como, para a disciplina de Sistemas Automóveis (SIAUT).

10. Referências

[1] "Rudolf Diesel", *Wikipedia*, disponível on-line: http://en.wikipedia.org/wiki/Rudolf_Diesel.

[2] "Motor diesel", *Wikipedia*, disponível on-line: http://pt.wikipedia.org/wiki/Motor_a_diesel

[3] Eurodiesel, "Sistema de Injeção", disponível on-line: http://www.eurodiesel.com.br/injecao_eletronica/index.htm

[4] Robert-Bosch, "Sistema Unit Injector UIS", disponível on-line: http://rb-kwin.bosch.com/es/es/powerconsumptionemissions/dieselsysteme/dieselsystem/passenger-car/injection_systems/uis/index.html

[5] Grupos de Geradores, Princípios de funcionamentos, instalação, operação e manutenção de grupos geradores, Parte I – Motores Diesel, "Injeção indirecta", disponível on-line: http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.joseclaudio.eng.br/Imagens/diesel2.jpg&imgrefurl=http://www.joseclaudio.eng.br/grupos_geradores_3.html&usq=_jxmyou-udnWDTdzGa-ckVe-7bYc=&h=279&w=399&sz=15&hl=pt-PT&start=7&sig2=f2LQNvoQjfmqR1GTOIORvA&tbnid=Vi45Y2VtWQ9SLM:&tbnh=87&tbnw=124&ei=cX9bSeq5B601jAe cj-HGDw&prev=/images%3Fq%3Dsistema%2Binje%25C3%25A7%25C3%25A3o%2Bdiesel%2Belementos%26hl%3Dpt-PT%26rls%3Dorg.mozilla:pt-PT:official%26sa%3DG

[6] Grupos de Geradores, Princípios de funcionamentos, instalação, operação e manutenção de grupos geradores, Parte I – Motores Diesel, "Injeção directa", disponível on-line: [http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.joseclaudio.eng.br/Imagens/diesel2.jpg&imgrefurl=http://www.joseclaudio.eng.br/grupos_geradores_3.html&usq=_jxmyou-](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.joseclaudio.eng.br/Imagens/diesel2.jpg&imgrefurl=http://www.joseclaudio.eng.br/grupos_geradores_3.html&usq=_jxmyou-udnWDTdzGa-ckVe-7bYc=&h=279&w=399&sz=15&hl=pt-PT&start=7&sig2=f2LQNvoQjfmqR1GTOIORvA&tbnid=Vi45Y2VtWQ9SLM:&tbnh=87&tbnw=124&ei=cX9bSeq5B601jAe cj-HGDw&prev=/images%3Fq%3Dsistema%2Binje%25C3%25A7%25C3%25A3o%2Bdiesel%2Belementos%26hl%3Dpt-PT%26rls%3Dorg.mozilla:pt-PT:official%26sa%3DG)

udnWDTdzGa-ckVe-7bYc=&h=279&w=399&sz=15&hl=pt-PT&start=7&sig2=f2LQNvoQjfmqR1GTOIORvA&tbnid=Vi45Y2VtWQ9SLM:&tbnh=87&tbnw=124&ei=cX9bSeq5B601jAe cj-HGDw&prev=/images%3Fq%3Dsistema%2Binje%25C3%25A7%25C3%25A3o%2Bdiesel%2Belementos%26hl%3Dpt-PT%26rls%3Dorg.mozilla:pt-PT:official%26sa%3DG

[7] Robert-Bosch, Diesel acelerado, "Sistemas de injeção diesel", disponível on-line: http://www.bosch.pt/content/language1/html/734_2253.htm

[8] Robert-Bosch, "Sistema Unit Injector (UIS)", disponível on-line: http://rb-kwin.bosch.com/es/es/powerconsumptionemissions/dieselsysteme/dieselsystem/passenger-car/injection_systems/uis/index.html

[9] Robert-Bosch, "Sistema Common Rail: Tipos", disponível on-line: http://rb-kwin.bosch.com/es/es/powerconsumptionemissions/dieselsysteme/dieselsystem/passenger-car/injection_systems/commonrailsystem/crs_pkw_types.html

[10] Robert-Bosch, "Sistema Common Rail: Diseño", disponível on-line: http://rb-kwin.bosch.com/es/es/powerconsumptionemissions/dieselsysteme/dieselsystem/passenger-car/injection_systems/commonrailsystem/commonrailsystem_design.html

[11] Robert-Bosch, "Inyectores piezo", disponível on-line: http://rb-kwin.bosch.com/es/es/powerconsumptionemissions/dieselsysteme/dieselsystem/passenger-car/injection_systems/commonrailsystem/piezo.html

[12] Robert-Bosch, "Sistema Common Rail: Inyectores", disponível on-line: http://rb-kwin.bosch.com/es/es/powerconsumptionemissions/dieselsysteme/dieselsystem/passenger-car/injection_systems/commonrailsystem/injectors.html

[13] Robert-Bosch, "Regulación electrónica de deisel (EDC)", disponível on-line: http://rb-kwin.bosch.com/es/es/powerconsumptionemissions/dieselsysteme/dieselsystem/passenger-car/control_systems/edc.html

[14] Robert-Bosch, "Desconexión de cilindros", disponível on-line: [http://rb-kwin.bosch.com/es/es/powerconsumptionemissions/dieselsysteme/dieselsystem/passenger-](http://rb-kwin.bosch.com/es/es/powerconsumptionemissions/dieselsysteme/dieselsystem/passenger-car/control_systems/cylinder_disconnect.html)

[car/control_systems/cylindershutoff.html](http://www.bosch.pt/control_systems/cylindershutoff.html)

[15] Robert-Bosch, "Sobre a Bosch em Portugal", disponível on-line:

<http://www.bosch.pt/content/language1/html/867.htm>

[16] DENSO, "Business Groups", disponível on-line:
<http://www.globaldenso.com/en/aboutdenso/business/>