





FEUP



SEAT

Estudo e Análise do Sistema de Arranque e Paragem Automática do Motor no Automóvel.



Estudo e Análise do Sistema de Arranque e Paragem Automática do Motor no Automóvel

Carlos Filipe de Freitas Marques

Relatório de Projecto Final de Curso do MIEM 2008/2009

Orientador na FEUP: Prof. José Ferreira Duarte
Orientador no Centro Técnico da SEAT: Engenheiro Ignácio Castilla



FEUP

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

Julho de 2009



FEUP



SEAT

Estudo e Análise do Sistema de Arranque e Paragem Automática do Motor no Automóvel.



FEUP



SEAT

Estudo e Análise do Sistema de Arranque e Paragem Automática do Motor no Automóvel.

Aos meus pais e meu irmão...



FEUP



SEAT

Estudo e Análise do Sistema de Arranque e Paragem Automática do Motor no Automóvel.



Resumo

Reduzir os consumos e as emissões poluentes converteu-se, nos últimos anos, numa das principais prioridades dos fabricantes de veículos, subjugados à pressão de autoridades como a União Europeia e por considerações de índole meio-ambiental, como as alterações climáticas. Atingi-lo sem reduzir as prestações, nem mudar os hábitos dos condutores, otimizando motores de combustão interna a gasolina e diesel sem ter de recorrer a outras tecnologias como a híbrida, eléctrica, gás natural, GPL, ou hidrogénio, torna-se dum desafio complicado e ambicioso. Foi, então, tomando esta necessidade como ponto de partida, que vários construtores desenvolveram um sistema automático de paragem e arranque do motor para economizar os desperdícios de combustível nas constantes imobilizações em condução urbana, como paragens em filas de trânsito, semáforos, passadeiras, passagens de nível, etc.

O sistema abordado e estudado neste trabalho foi o sistema “Start-Stop” do grupo Volkswagen, mais precisamente o implementado no novo SEAT Altea e Leon 1.6 TDI Common Rail 77 kW (105 cv). O trabalho realizado consistiu pois, numa primeira etapa na realização de um conjunto de ambientes de trabalho informáticos, painéis de controlo, baseados no programa Vector CANoe, onde se visualiza e controla os principais sinais, valor dos parâmetros e condições necessárias para o correcto funcionamento do sistema Start-Stop. Depois de adaptar vários SEAT Leon e Altea, com aparelhos específicos e cabos de conexão do portátil ao sistema de transmissão de dados internos entre centralinas (CANbus), foi possível testar o funcionamento dos painéis e por sua vez as condições do Start-Stop. Numa fase posterior, utilizou-se um Altea com o sistema Start-Stop já funcional para realizar um teste de consumos e emissões. Levaram-se a cabo ensaios com este sistema activo e desactivado, saindo do centro técnico da SEAT, realizando um circuito urbano por Barcelona e analisando no portátil com estes painéis e em tempo real, as condições de funcionamento do sistema Start-Stop. Paralelamente a este teste, fez-se um estudo de concorrência, utilizando um BMW 118d com o denominado “Auto Start-Stop” da marca bávara. Realizou-se o mesmo circuito com análogas condições de tráfico e condução, para comparar as emissões e consumos com o SEAT Altea e também entre sistema activo e desactivado. Depois de registadas todas as condições e resultados obtidos, procedeu-se a uma série de análises e ainda a uma prova de emissões e consumo por parte do Altea no banco de emissões do Centro Técnico da SEAT, de maneira a chegar aos valores finais de homologação.

Após discussão e análise dos resultados obtidos ao longo da realização deste projecto final, pode-se concluir que o sistema Start-Stop do Altea, embora ainda em fase de testes antes do lançamento ao mercado, é uma aposta ganha no sentido da redução dos consumos de combustível e das emissões poluentes. Revela-se assim, como uma boa opção, com evidentes vantagens, um funcionamento preciso e cómodo para o condutor assim como à altura da tecnologia existente na melhor concorrência.



FEUP



SEAT

Estudo e Análise do Sistema de Arranque e Paragem Automática do Motor no Automóvel.



Automobile Engine Automatic Start and Stop System Study and Analysis

Abstract

Reduce consumption and pollution emissions, has become in recent years one of the main priorities for vehicles manufacturers, subjected to politic authorities pressure and by considerations of environmental nature, such as the global warming. Achieve it without worsen the performance, nor change the users habits, optimizing diesel and gasoline engine without having to appeal to other technologies such as hybrid, natural gas, LPG, or hydrogen, is a complex and ambitious challenge. It was, taking this need as a starting point, that several constructors developed an automatic engine start and stop system to save fuel waste, during the constant urban transit stops.

The studied and analysed system in this work was the "Start-Stop" system of the Volkswagen group and more precisely the one implemented in the new Seat Leon and Altea 1.6 TDI Common Rail 77 kW (105 hp). The work consisted, in a first stage, in the realization of a set of different computer work environments, graphics control panels based on Vector CANoe program that controls the main signal values, parameters and required conditions for the correct operating of Start-Stop system. After several adaptations on some Seat Altea and Leon with specific equipment and connection cables from the laptop to the internal data transmission system between Electronic Control Units (CANbus), it was possible to test the panels as well as the Start-Stop conditions. Later it was used an Altea 1.6 Common Rail TDI 77 kW (105 cv) with an already functional Start-Stop system to make a contamination emissions and fuel consumption test. The tests were realized with activated and deactivated system, departing from the SEAT Technical Centre, making a urban circuit throw out Barcelona and analysing with this panels and in real time, the operating conditions of the Start-Stop system. In other hand, it was made a benchmark study using the BMW 118d with the "Auto Start-Stop" from the Bavarian brand. It was made the same circuit, with similar traffic and driving conditions to compare consumption and emissions with SEAT Altea but also between active and deactivated system. After all conditions and obtained results registration proceeded several analysis and already an emissions and consumption test with the Altea in SEAT Technical Centre contamination laboratory , in a way to reach the final values of homologation.

After analysis and discussion of the obtained results along the realization of this final project, it can be concluded that the Altea Start-Stop system, although still in testing phase before the launch on market, is a won bet as far as fuel consumption and pollutants emissions reduction is concerned. Thus, it is revealed as a good option, with obvious advantages, precise operation, driver handling friend and at the same level as the best competition .



FEUP



SEAT

Estudo e Análise do Sistema de Arranque e Paragem Automática do Motor no Automóvel.



Agradecimentos

Embora o projecto final de curso seja, pela sua finalidade académica, um trabalho individual, há contributos de natureza diversa que não podem, nem devem deixar de ser realçados. Por essa razão, desejo expressar os meus sinceros agradecimentos:

Ao meu orientador Eng.º José Ferreira Duarte por toda a sua disponibilidade e orientação durante todo o curso, em especial na fase da minha proposta de realização do projecto final numa empresa além fronteiras; pelo apoio dado e confiança depositada na minha pessoa, por tornar possível esta experiência e também por toda a disponibilidade durante a realização deste trabalho.

À empresa SEAT S.A., mais propriamente ao Engenheiro Ignacio Castilla, pela oportunidade ímpar que me ofereceu de realizar o projecto final de curso nesta empresa ao aceitar ser meu orientador e que em tanto contribuiu para a consolidação dos meus conhecimentos e inserção no mundo do trabalho.

Ao Engenheiro Juan Santamarta por todo o interesse que sempre demonstrou pelo meu trabalho, por todo o incentivo, paciência, ajuda, pelas óptimas condições proporcionadas, por todo o conhecimento e experiência que me transmitiu e pela óptima disposição que sempre demonstrou.

Ao pessoal do departamento de electrónica e agregados, do banco de contaminação, departamento de eléctricos, do departamento de motor, departamento de análise de concorrência e departamento de veículo completo do Centro Técnico da SEAT.

Aos meus colegas da SEAT, Stefan Eder, Martin Leandro, Oscar Buchwald, Mario Lopez, Daniel Granged, Teresa Forradellas, José Maldonado, Carlos Cereceda, Pamela Nagliero, Marc Seguer, Senen Poncelas, Alfonso Luque e Adán Diaz pela informação fornecida, pela ajuda na realização dos ensaios, o fornecimento de material necessário, por toda a ajuda e apoio em geral e pela amizade criada e excelente ambiente de trabalho que me proporcionaram.

Aos meus pais, por todos os sacrificios que fizeram por mim e nunca me terem faltado com nada.

Ao meu irmão e à Eloisa Oliva.



FEUP



SEAT

Estudo e Análise do Sistema de Arranque e Paragem Automática do Motor no Automóvel.



FEUP



SEAT

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação do Projecto Realizado na SEAT	1
1.2	Apresentação e Referências sobre o Conceito de "Start-Stop"	1
1.3	Apresentação da Empresa SEAT S.A.	2
1.3.1	A Empresa	2
1.3.2	História da SEAT S.A.	5
1.3.3	SEAT S.A. em Números.....	8
1.3.4	Actualmente, Caminhando para uma Gama mais Ecológica	8
2	Revisão Bibliográfica.....	9
2.1	Sustentabilidade Energética.....	9
2.1.1	O Panorama Mundial	9
2.1.2	Evolução do Consumo Energético	10
2.1.3	Desenvolvimento Sustentável	12
2.1.4	Dependência Energética	13
2.1.5	O que Significa "Crise Energética"	14
2.1.6	Impacto de uma "Crise Energética" na Economia Mundial	15
2.2	Emissões de Gases de Escape nos Veículos	15
2.2.1	Evolução do Trânsito.....	15
2.2.2	Composição	17
2.2.3	Métodos de Medição	21
2.2.3.1	Execução	21
2.2.3.2	Funcionamento	21
2.2.3.3	Ciclos de Condução.....	22
2.2.4	Normas de Emissões	25
2.2.5	Impostos e Promoções Fiscais.....	29
2.3	Redução de Combustíveis e Emissões	33
2.3.1	Tecnologias Alternativas	33
2.3.1.1	Biodiesel	33
2.3.1.2	Gás Natural Veicular (GNV)	35
2.3.1.3	Gás de Petróleo Liquefeito (GPL)	36
2.3.1.4	Veículos Híbridos.....	38
2.3.1.5	Veículos Eléctricos.....	39
2.3.1.6	Células de Combustível	41
2.3.1.7	Álcool	42
2.3.2	Gasolina e Diesel	44
2.3.2.1	Redução do Consumo	44
2.3.2.1.1	Aerodinâmica.....	44
2.3.2.1.2	Redução de Peso	45
2.3.2.1.3	Sistemas de Gestão de Motores.....	45
2.3.2.1.4	Optimização de Motores e Transmissões.....	45
2.3.2.1.5	Desairação do Depósito	46
2.3.2.1.6	Recirculação dos Gases de Escape	46
2.4	Tratamento dos Gases de Escape.....	47



2.4.1	Catalizador (Motor Gasolina)	47
2.4.2	Catalizador (Motor Diesel)	48
2.4.3	Controlo do Funcionamento	48
2.5	BlueMotion e Enquadramento do Start-Stop	49
2.5.1	Condições Aerodinâmicas Melhoradas. Especialmente nos Parachoques e Baixos do Veículo	49
2.5.2	Relação de Transmissão Modificada para as Diferentes Velocidades em Comparação com a Versão de Série	50
2.5.3	Motores mais Eficientes são mais Económicos	51
2.5.4	Recuperação de Energia ao Travar e Desacelerar	52
2.5.5	Veio de Transmissão com Características de Fricção Minimizadas.....	53
2.5.6	Pneus Super Rowi.....	53
2.5.7	Jantes de Aço em Procedimento "Flow Forming"	53
2.5.8	Velocidade Económica.....	53
2.5.9	Sistema Start-Stop	54
3	Objectivos.....	55
4	Estudo Teórico do Sistema Start-Stop.....	57
4.1	Introdução ao Sistema. O que é o Sistema Start-Stop?.....	57
4.2	Componentes Novos e Modificações Implementadas.....	58
4.3	Funcionamento.....	60
4.3.1	Conceito de Manejo	60
4.3.6	Desactivação do Sistema Start-Stop.....	60
4.3.2	Modo Start-Stop com Caixa Manual.....	61
4.3.2.1	Fase de Paragem do Motor: Fase Stop	61
4.3.2.2	Fase de Arranque do Motor: Fase Start.....	62
4.3.3	Modo de Start-Stop cpm Caixa de Dupla Embraiagem.....	64
4.3.3.1	Fase de Paragem do Motor. Fase Stop	64
4.3.3.2	Fase de Arranque do Motor: Fase Start.....	65
4.4	Estrutura do Sistema Start-Stop	66
4.4.1	Componentes.....	66
4.4.2	Arquitectura do Sistema	67
4.4.3	Comunicação do Sistema	70
4.4.3.1	Comunicação do Sistema CAN. Breve Referência ao CANbus de Dados	70
4.4.3.2	Comunicação entre as Unidades de Controlo Intervenientes no Sistema Start-Stop	73
4.5	Condições do Sistema-Start-Stop.....	75
4.5.1	Paragem do Motor.....	75
4.5.2	Arranque do Motor com Intervenção do Condutor	76
4.5.3	Solicitude de Intervenção. Arranque do Motor	77
4.5.4	Condições de Interrupção	79
4.6	Componentes Eléctricos.....	79
4.6.1	Sensores Acutadores	79
4.6.1.1	Tecla para o Modo Start-Stop.....	79
4.6.1.2	Unidade de Controlo para Vigilância da Bateria e Sensor da Bateria.....	81

4.6.1.3	Sensor de Ponto Morto	82
4.6.1.4	Transmissão de Posição da Embraiagem	83
4.6.1.5	Transmissor para a Posição do Travão	83
4.6.1.6	Sensor da Temperatura da Água.....	84
4.6.2	Unidades de Controlo.....	84
4.6.2.1	Unidade de Controlo do ABS.....	84
4.6.2.2	Unidade de Controlo do Climatronic.....	85
4.6.2.3	Unidade de Controlo do Airbag.....	85
4.6.2.4	Unidade de Controlo da Direcção Assistida.....	85
4.6.2.5	Unidade de Controlo da Rede de Bordo	85
4.6.2.6	Unidade de Controlo de Reboque	86
4.6.2.7	Unidade de Controlo da Coluna de Direcção.....	86
4.7	Componentes Adaptados de Forma Específica	86
4.7.1	Bateria com Malha de Fibra de Vidro Absorvente	87
4.7.2	Alternador.....	89
4.7.3	Motor de Arranque	89
4.7.4	Caixa Manual	90
4.7.5	Estabilizador de Tensão.....	90
4.8	Sistema Conceptual das Indicações (Quadro de Instrumentos)	91
4.8.1	Sistema Desactivado.....	92
4.8.2	Tentativa de Activar o Sistema com o Veículo Parado.....	92
4.8.3	Motor Parado	93
4.8.4	Motor Parado (continuação)	93
4.8.5	Arranque do Motor	93
4.8.6	Avaria do Sistema	93
5	Painéis de Controlo do Sistema Start-Stop.....	95
5.1	Vector CANoe	95
5.1.1	Recursos e Vantagens.....	95
5.2	Painel Simplificado	96
5.2.1	Realização do Painel Simplificado	98
5.3	Segundo Painel, com Organizações por Centralinas	102
5.3.1	Realização do Painel.....	102
5.4	Terceiro Painel, Organizado por Momentos do Sistema Start-Stop	103
5.5	Quarto Painel de Controlo, Completo	105
5.5.1	Realização do Painel	106
6	Estudo Prático: Realização de Testes de Consumo e Emissões.....	109
6.1	Automóveis Ensaçados.....	109
6.2	Ensaios de Condução em Cidade	110
6.3	Resultados Obtidos e sua Discussão	111
6.3.1	SEAT Altea com Sistema Start-Stop Activo	111
6.3.2	SEAT Altea com Sistema Start-Stop Desactivado	115
6.3.3	Comparação SEAT Altea com Sistema Start-Stop Activo e Desactivado	119
6.3.4	Benchmarking, Análise da Concorrência. BMW 118d.....	121
6.3.4.1	BMW 118d com Sistema Start-Stop Activo.....	123



FEUP

SEAT

6.3.4.2	BMW 118d com Sistema Start-Stop Desactivado.....	127
6.3.4.3	Estudo do Impacto Económico do Uso do Sistema Start-Stop	132
6.3.4.4	Gráficos da Análise dos Resultados Obtidos.....	136
7	Ensaios de Consumo e Emissões do Altea com e sem Start-Stop no Laboratório de Emissões.....	145
7.1	Ensaio do Altea sem Start-Stop.....	145
7.2	Ensaio do Altea com Start-Stop.....	146
8	Conclusões e Perspectivas de Trabalhos Futuros	149
9	Referências e Bibliografia	153
ANEXO A:	Relatório de Resultados do Laboratório de Emissões. Ensaio Altea com Start-Stop	157
ANEXO B:	Relatório de Resultados do Laboratório de Emissões. Ensaio Altea sem Start-Stop	159
ANEXO C:	BMW 118d Resultado do Questionário de Condução	161



Índice de Figuras

Figura 1: Esquema dos componente intervenientes no Sistema Start-Stop da Bosch. Fonte: http://rb-kwin.bosch.com	2
Figura 2: Planta da SEAT em Martorell.....	2
Figura 3: Trabalho desenvolvido na fábrica da SEAT em Martorell	3
Figura 4: Centro Técnico de Martorell.....	3
Figura 5: Trabalho desenvolvido por engenheiros, técnicos e designers do Centro Técnico	4
Figura 6: SEAT Leon WTCC da SEAT Sport].....	4
Figura 7: Centro de Recâmbios Originais	4
Figura 8: SEAT Service.....	4
Figura 9: Fábrica Gear Box em Prat	4
Figura 10: Localização da Planta da SEAT em Martorell	4
Figura 11: SEAT 1400-A (1953).....	5
Figura 12: SEAT 600 (1958)	5
Figura 13: Primeiro SEAT Ibiza (1984)	5
Figura 14: SEAT Toledo (1991)	6
Figura 15: SEAT Ibiza 2ª geração (1993)	6
Figura 16: SEAT Córdoba (1994).....	6
Figura 17: SEAT Córdoba WRC	6
Figura 18: SEAT Ibiza kit car.....	6
Figura 19: SEAT Leon Cupra R (2004).....	7
Figura 20: SEAT Ibiza, 3ª geração (2001)	7
Figura 21: SEAT Altea (2004)	7
Figura 22: SEAT Ibiza, 4ª geração (2008)	7
Figura 23: SEAT Exeo (2009)	7
Figura 24: Produção. Fonte: Intranet de SEAT/Datos Generales.....	8
Figura 25: Número de trabalhadores. Fonte: Intranet de SEAT/Datos.....	8
Figura 26: Pessoal Centro Técnico. Fonte: Intranet de SEAT/ Datos	8
Figura 27: SEAT Leon Ecomotiove. Fonte: Intranet de SEAT	8



FEUP



SEAT

Figura 28: Estimativa do crescimento demográfico por zonas geográficas. Fonte: (UNPD 2004)	9
Figura 29: Consumo de Energia primária no mundo desde 1965 até 2005 em Mtep. Unidade de tonelada equivalente de petróleo (tep). Fonte: BP, Junho 2006.....	10
Figura 30: Consumo de Energia primária no mundo. Cenário de referência para 2030 com projecção da situação actual. Fonte: AIE 2004	10
Figura 31: Estimativa da evolução do consumo da energia primária por regiões segundo as projecções da AIE. Fonte AIE 2004	11
Figura 32: Relação entre a população mundial e o consumo de energia em Gtep e segundo 3 perspectivas A, B e C, sendo esta última a mais optimista. Fonte:WEC/IIASA	11
Figura 33: Estimativa das reservas de Carvão, petróleo e gás natural. Fonte: BP, Junho 2006	12
Figura 34: Estimativa das reservas de petróleo. Fonte: BP, Junho 2006.....	13
Figura 35: Estimativa das reservas de gás natural. Fonte: BP, Junho 2006.....	13
Figura 36: Esquema simplificativo da lei de oferta e procura	14
Figura 37: Veículos matriculados Alemanha (Milhões). Fonte: Programa autodidático 230 da VW....	15
Figura 38: Combustível consumido em tráfico de pessoas e mercadorias na Alemanha. Fonte: Programa autodidático 230 da VW	16
Figura 39: Comparação entre matriculações e consumo de combustível .Fonte: Programa autodidático 230 da VW	16
Figura 40: Km percorridos por turismos (milhares de milhões) na República Federal Alemã. Fonte: Programa autodidático 230 da VW	16
Figura 41: Km percorridos no tráfico rodoviário de mercadorias (milhares de milhões) na República Federal Alemã. Fonte: Programa autodidático 230 da VW	17
Figura 42: Composição dos gases de escape nos motores diesel.....	17
Figura 43: Composição dos gases de escape nos motores gasolina.....	17
Figura 44: Representação esquemática dos componentes iniciais e finais da combustão dum motor	18
Figura 45: Representação dum molécula de N ₂	18
Figura 46: Representação dum molécula de O ₂	18
Figura 47: Representação dum molécula de H ₂ O	18
Figura 48: Representação dum molécula de CO ₂	19
Figura 49: Representação dum molécula de CO.....	19
Figura 50: Representação dum molécula de NO _x	19
Figura 51: Representação dum molécula de SO ₂	20



Figura 52: Representação de átomos de Pb.	20
Figura 53: Representação de HC.....	20
Figura 54: Representação partículas de um motor diesel	20
Figura 55: Representação esquemática dum banco de provas de rolos e sistema de medição	21
Figura 56: NEFZ (Novo Ciclo de Condução Europeu) com antecipação de 40 segundos.....	22
Figura 57: NEFZ (Novo Ciclo de Condução Europeu) sem antecipação de 40 segundos.....	23
Figura 58: Ciclo de condução FTP 75 (E.U.A.).....	24
Figura 59: Sobreposição do ciclo de condução FTP 75 (E.U.A.) e NEFZ (Europa).....	24
Figura 60: Ciclo Europeu MVEG, EU II e EUIII. Fonte: imagem a partir de arquivo Power Point gentilmente cedido pelo senhor Torrens do laboratório de contaminação	25
Figura 61: Cronologia das normas de limitação de emissões na União Europeia	26
Figura 62: Norma EURO II e seus limites para motores a gasolina e diesel. Fonte: Programa Autodidático 230 da VW	26
Figura 63: Norma EURO III e seus limites para motores a gasolina e diesel. Fonte: Programa Autodidático 230 da VW	27
Figura 64: Norma EURO IV e seus limites para motores a gasolina e diesel. Fonte: Programa Autodidático 230 da VW	27
Figura 65: Entrada em vigor das normas Europeias de poluição. Fonte: imagem a partir de arquivo Power Point gentilmente cedido pelo senhor Jordi Garcia do departamento de <i>motopropulsión</i> do Centro Técnico de SEAT.....	28
Figura 66: Último dístico do Imposto Municipal sobre Veículos	33
Figura 67: Efeito nas emissões contaminantes em função da % de biodiesel. Fonte: Ramos 2009... ..	34
Figura 68: Emissões de CO ₂ por combustível. Fonte: Petrobrás	34
Figura 69: Comparação das emissões do GNV com gasolina e gasóleo. Fonte: Ramos 2009.....	35
Figura 70: Impacto dos diferentes combustíveis no aquecimento global	36
Figura 71: Curvas de potência e binário do motor 1,6 L DE 75 kW do novo Golf VI. Fonte: www.vw.de	37
Figura 72: Amortização do sistema a gás. Custo vs Anos. VW. Fonte: intranet da Volkswagen.....	38
Figura 73: Toyota Hybrid System. Legenda: MCI (motor de combustao interna), ME (motor eléctrico), MG (motor gerador). Fonte: www.toyota.pt.....	39
Figura 74: Recarregamento eléctrico dum Tesla Roadster	40
Figura 75: Tesla Roadster (vista exterior).....	40
Figura 76: Tesla Model S (vista posterior)	40



Figura 77: Tesla Model S (vista dianteira)	40
Figura 78: Princípio de funcionamento duma célula de combustível.....	41
Figura 79: Representação duma pilha de combustível.....	41
Figura 80: Teste de aerodinâmica no VW Passat de 1998. Fonte: Autodidático número 192 da VW .	44
Figura 81: Corroçaria em alumínio do Audi A8 e Lupo 3L TDI. Fonte: Programa Autódidático 204 da VW	45
Figura 82: Circuito de regulação da gestão do motor. Fonte: Programa Autodidático 239 da VW	45
Figura 83: Unidade Motor/caixa de velocidades do VW Lupo 3 L. Fonte: Programa Autodidático 234 da VW	46
Figura 84: Recirculação dos gases de escape. Fonte: Programa Autodidático 239 da VW.....	46
Figura 85: Circuito de regulação lambda. Fonte: Programa Autodidático 234 da VW	47
Figura 86: Redução. Os óxidos nítricos NO_x reduzem-se formando dióxido de carbono CO_2 e azoto N_2	47
Figura 87: Oxidação. O monóxido de carbono CO oxida-se a dióxido de carbono CO_2	47
Figura 88: Oxidação. Os hidrocarbonetos HC oxidam-se a dióxido de carbono CO_2 e água H_2O	47
Figura 89: Partículas materiais, constituídas por fuligem e compostos inorgânicos (sulfatos, água e cinzas)	48
Figura 90: VW Polo BlueMotion com o kit aerodinâmico. Fonte: www.vw.de	49
Figura 91: Pneu 205/55 R16 Conti Premium usado no Passat Bluemotion. Fonte: www.vw.de	50
Figura 92: Sistema HSA (HochSchaltAnzeig), Recomendador de mudança de velocidade, sistema utilizado pelo grupo VW para ajuda à condução. Fonte: www.vw.de	50
Figura 93: Diversas situações possíveis de indicação do sistema HSA. Fonte: www.vw.de	50
Figura 94: Conhecida sigla usada pelo consórcio Volkswagen para designar os seus motores Diesel "Turbocharged Direct Injection	51
Figura 95: Designação "BlueMotion" na grelha do VW Passat de 2008.....	51
Figura 96: Elevação da tensão do alternador nas fases de travagens.....	52
Figura 97: Redução da tensão do alternador nas fases de Aceleração	52
Figura 98: Logotipo do sistema Start-Stop utilizado no equipamento BlueMotion II da Volkswagen...	54
Figura 99: Esquema da activação do sistema Start-Stop.....	57
Figura 100: Esquema dum Altea equipado com o sistema Start-Stop activo, parado num semáforo, com motor parado e portanto não emitindo CO_2 desnecessariamente	58
Figura 101: Mudanças automáticas	60



Figura 102: Mudanças manuais.....	60
Figura 103: Ecrã do quadro de instrumentos com a indicação do Start-Stop activo.....	60
Figura 104: Representação da tecla para o modo Start-Stop nos Volkswagen.....	61
Figura 105: Paragem num semáforo.....	61
Figura 106: Redução de velocidade.....	61
Figura 107: Ponto morto e embraiagem.....	61
Figura 108: Motor parado e Start-Stop activo.....	62
Figura 109: Representação esquemática da fase de paragem do motor (fase Stop) do sistema Start-Stop.....	62
Figura 110: Semáforo verde.....	62
Figura 111: Desembraiagem.....	62
Figura 112: Motor arranca e desaparece a indicação Start-Stop do quadro.....	63
Figura 113: Velocidade engrenada, desembraça e segue.....	63
Figura 114: O condutor retoma a marcha.....	63
Figura 115: Esquema explicativo da Fase Start.....	63
Figura 116: Aproximação a semáforo em vermelho.....	64
Figura 117: Travagem e redução da velocidade.....	64
Figura 118: Motor parado e indicação Start-Stop no quadro.....	64
Figura 119: Pedal do travão mantido pressionado enquanto o semáforo está em vermelho.....	64
Figura 120: Semáforo põe-se em verde.....	65
Figura 121: Condutor tira pé do travão.....	65
Figura 122: Motor arranca novamente e a indicação Start-Stop desaparece do quadro.....	65
Figura 123: Aceleração.....	65
Figura 124: O condutor continua a marcha.....	65
Figura 125: Componentes do sistema Start-Stop.....	66
Figura 126: Arquitectura do sistema Start-Stop. Como exemplo: versão caixa manual. Fonte: Intranet de SEAT.....	68
Figura 127: CAN-Bus como “Autocarro” de transporte de informação entre unidades de controlo do automóvel.....	71
Figura 128: Transmissão de dados entre unidade de controlo utilizando para cada informação o seu próprio cabo. Fonte: Autodidático 269 da VW.....	71



Figura 129: Transmissão de dados entre unidade de controlo utilizando o CAN-Bus. Fonte: Autodidático 269 da VW 72

Figura 130: Exemplo simplificado da comunicação entre Centralinas através do CAN-Bus. Fonte: Autodidático 269 da VW 72

Figura 131: Esquema da comunicação entre as principais centralinas dentro do sistema Start-Stop. Fonte: Intranet de SEAT..... 74

Figura 132: Condições para parar o motor 75

Figura 133: Resumo esquemático das condições do veículo e do condutor para o sistema Start-Stop para parar o motor.....76

Figura 134: Condições de arranque do motor por intervenção do condutor em caixa manual..... 76

Figura 135: Retirada do pé do travão em caixa automática arranca o motor..... 77

Figura 136: Resumo esquemático das condições do veículo e do condutor para o sistema Start-Stop arrancar o motor com a intervenção do condutor 77

Figura 137: Condições de arranque do motor sem solicitação intensionada do condutor 78

Figura 138: Resumo esquemático das condições que rearmam o motor sem a intervenção intensionada do condutor 78

Figura 139: Condições que não permitem a execução do modo Start-Stop 79

Figura 140: Localização do Botão Start-Stop no Altea 80

Figura 141: Localização do Botão Start-Stop no Golf 2009. Fonte: Autodidático 430 da VW 80

Figura 142: Localização do Botão Start-Stop no Passat 2009. Fonte: Autodidático 423 da VW 80

Figura 143: Localização da unidade de controlo da vigilância da bateria 81

Figura 144: Comunicação da unidade de controlo para vigilância da Bateria. Fonte: Intranet da SEAT 81

Figura 145: Sensor da bateria na unidade de controlo para vigilância da bateria no borne de conexão do cabo à massa. Fonte: Autodidático 430 da VW.....82

Figura 146: Localização do sensor de ponto morto. Fonte: Intranet da SEAT 83

Figura 147: Representação do transmissor da posição da embraiagem. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129..... 83

Figura 148: Representação do transmissor da posição da embraiagem. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129..... 83

Figura 149: Sensor da temperatura da água. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129..... 84

Figura 150: Centralina de ABS. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129..... 84

Figura 151: Representação do Climatronic. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129..... 85



Figura 152: Representação da unidade de controlo do airbag. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129	85
Figura 153: - Representação da unidade de controlo da direcção assistida. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.....	85
Figura 154: Representação da unidade de controlo da rede de bordo. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.....	85
Figura 155: Representação da unidade de controlo do reboque. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.....	86
Figura 156: Representação da unidade de controlo da coluna de direcção. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.....	86
Figura 157: Localização da bateria, alternador, motor de arranque e estabilizador de tensão.....	87
Figura 158: Bateria com malha de fibra de vidro absorvente.Fonte: Autodidático 430 da VW	88
Figura 159: Bateria AGM e protecções. Fonte: Intranet de SEAT.....	88
Figura 160: Bateria AGM, estrutura interna. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº129	88
Figura 161: Alternador usado nos veículos Start-Stop. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº129.....	89
Figura 162: – Motor de arranque usado nos veículos Start-Stop. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.....	89
Figura 163: Sensor de posição neutral da caixa de velocidades. Fonte: Autodidático 430 da VW	90
Figura 164: Localização do estabilizador de tensão no Seat Altea	90
Figura 165: Localização do estabilizador de Tensão no VW Golf. Fonte: Autodidático 430 da VW	91
Figura 166: Quadro de instrumentos do Seat Altea. Fonte: Intranet deSEAT.....	91
Figura 167: Ecrã da versão Lowline.....	92
Figura 168: Ecrã da versão Highline	92
Figura 169: Quadro de instrumentos indicando sistema Start-Stop desactivado. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.....	92
Figura 170: Quadro de instrumentos indicando sistema Start-Stop activo. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.....	93
Figura 171: Quadro de instrumentos indicando sistema Start-Stop activo, 5 segundos depois da paragem. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.....	93
Figura 172: Quadro de instrumentos indicando para arrancar manualmente	93
Figura 173: Quadro de instrumentos com as duas mensagens mostradas quando ocorre uma avaria no sistema	93
Figura 174: Interface de utilizador do CANoe. Fonte: http://www.vector.com/vi_canoe_en.html	96



Figura 175: Painel de controlo do sistema Start-Stop simplificado.....	97
Figura 176: CAN Matrix da Base de dados PQ 35 556. Fonte: PQ35_46_ACAN_Datenfestlegung_V5_2_6_F.doc	98
Figura 177: Atribuição do sinal M01_Kup_schalt ao semáforo.....	99
Figura 178: Estados assumidos pela centralina que envia o sinal do pedal de embraiagem accionado ou não accionado. Neste caso é a centralina motor. Fonte: PQ35_46_ACAN_Datenfestlegung_V5_2_6_F.doc	99
Figura 179: Programação dos limites superiores e inferiores do semáforo do sinal do pedal da embraiagem.....	100
Figura 180: Programação em CAPL dos semáforos da Fase de Paragem do motor e de Arranque do motor	101
Figura 181: Programação em CAPL da caixa de texto com a informação referente à recuperação.	101
Figura 182: Atribuição do sinal EK1_KD_Fehler ao semáforo de averia da centralina do Climatronic	102
Figura 183: Exemplo da programação em CAPL do semáforo da centralina do Climatronic, fez-se analogamente para todas as centralinas	103
Figura 184: Terceiro painel de controlo organizado pelos momentos do Start-Stop. Versão diesel .	104
Figura 185: Terceiro painel de controlo organizado pelos momentos do Start-Stop. Versão gasolina	104
Figura 186: Quarto painel de controlo. Versão diesel.....	105
Figura 187: Quarto painel de controlo. Versão gasolina.....	106
Figura 188: Programação do conta rotações, tanto da parte gráfica, como da atribuição do sinal de rpm a partir da base de dados	107
Figura 189: Programação da inclinação	107
Figura 190: Programação do ponto morto	107
Figura 191: Programação do consumo.....	108
Figura 192: Programação do semáforo de Start-Stop activo.....	108
Figura 193: SEAT Altea utilizado nas provas.....	109
Figura 194: BMW 118d ensaiado experimentalmente	109
Figura 195: Percurso realizado em cidade	110
Figura 196: Fotografia do quadro de instrumentos do Altea ensaiado depois da prova sem Start-Stop	115
Figura 197: BMW 118d, utilizado nas provas, vista frontal.	121



Figura 198: BMW 118d utilizado nas provas, vista posterior	121
Figura 199: Fotografia do quadro de instrumentos do BMW 118d ensaiado, depois da prova com Start-Stop activo	123
Figura 200: Fotografia do quadro de instrumentos do BMW 118d ensaiado, depois da prova com Start-Stop desactivado	127
Figura 201: Gráfico do consumo por tramos.....	136
Figura 202: Gráfico dos consumos médios urbanos.....	136
Figura 203: Gráfico do consumo de combustível total no tramo urbano (16,4 km).....	137
Figura 204: Gráfico dos consumos combinados oficiais	137
Figura 205: Gráfico das emissões em cidade (g CO ₂ /km).....	138
Figura 206: Gráfico das emissões totais de CO ₂ em cidade	138
Figura 207: Gráfico das emissões por tramos	139
Figura 208: Gráfico da poupança de combustível por cada 100 km efectuados nas condições dos ensaios	139
Figura 209: Gráfico da poupança de combustível em percentagem na condução urbana	140
Figura 210: Gráfico da redução de combustível total no tramo urbano.....	140
Figura 211: Gráfico da redução das emissões totais no tramo urbano	141
Figura 212: Gráfico da redução das emissões por cada km nas condições dos ensaios	141
Figura 213: Gráfico da despesa gasta em combustível para realizar o circuito urbano (preços gasóleo em Espanha)	142
Figura 214: Gráfico da despesa gasta em combustível para realizar o circuito urbano (preços gasóleo em Portugal)	142
Figura 215: Gráfico da despesa gasta em combustível num ciclo de vida útil de 200 mil km (preços gasóleo em Portugal)	143
Figura 216: Gráfico da despesa gasta em combustível num ciclo de vida útil de 20 mil km (preços gasóleo em Portugal)	143
Figura 217: Gráfico da poupança em combustível num ciclo de vida útil de 200 mil km (preços gasóleo em Portugal).....	144
Figura 218: Gráfico da poupança em combustível num ciclo de vida útil de 20 mil km (preços gasóleo em Portugal).....	144
Figura 219: Parte 1 do relatório de resultados do ensaio de emissões no banco de rolos. Sem St-St	145
Figura 220: Parte 2 do relatório de resultados do ensaio de emissões no banco de rolos. Sem St-St	145



Figura 221: Parte 3 do relatório de resultados do ensaio de emissões no banco de rolos. Sem St-St 146

Figura 222: Parte 4 do relatório de resultados do ensaio de emissões no banco de rolos. Sem St-St 146

Figura 223: Parte 1 do relatório de resultados do ensaio de emissões no banco de rolos. Com St-St 146

Figura 224: Parte 2 do relatório de resultados do ensaio de emissões no banco de rolos. Com St-St 147

Figura 225: Parte 3 do relatório de resultados do ensaio de emissões no banco de rolos. Com St-St147

Figura 226: Parte 4 do relatório de resultados do ensaio de emissões no banco de rolos. Com St-St.....147



FEUP



SEAT

Índice de Tabelas

Tabela 1: Dependência energética da União Europeia. Fonte: Comissão Europeia (CE 2005).....	14
Tabela 2: Normas europeias de emissão de gases para veículos ligeiros de passageiros com motorização diesel (valores em g/km). Fonte: [Martins, 2006; http://europa.eu/scadplus/leg/pt/lvb/l28186.htm].....	28
Tabela 3: Componente cilindrada do Imposto sobre veículos (Automóveis) 2009. Fonte: texto final da Proposta de Lei n.º 118/X	29
Tabela 4: Componente ambiental, em função das emissões de CO ₂ do Imposto sobre veículos (Automóveis) 2009	29
Tabela 5: Desconto dos importados usados no Imposto sobre veículos (Automóveis) 2009	30
Tabela 6: Componente cilindrada do Imposto sobre veículos (Automóveis) com emissões de CO ₂ não homologadas, veículos comerciais e veículos clássicos (fabricados antes de 1970).	30
Tabela 7: Componente cilindrada do Imposto sobre veículos (motociclos, triciclos e quadriciclos)	31
Tabela 8: Imposto Único de Circulação (IUC) sobre veículos (Automóveis) 2009 para veículos matriculados antes de 01/07/2007	31
Tabela 9: Imposto Único de Circulação (IUC) sobre veículos (Automóveis) 2009 para veículos matriculados a partir de 01/07/2007	31
Tabela 10: Coeficiente, obtido através do ano de aquisição para o cálculo do valor a pagar pelo IUC para veículos matriculados a partir de 01/07/2007	32
Tabela 11: Imposto Municipal sobre Veículos 2007 (denominado vulgarmente “selo”). De referir que esta informação está desactualizada, apenas disponível para referência. Fonte: http://impostosobreveiculos.info	32
Tabela 12: Propriedades gás natural, gasolina e gasóleo.....	36
Tabela 13: Componentes e sistemas adaptados para o modo BlueMotion	59
Tabela 14 : Dados da condução do SEAT Altea com Start-Stop activo (parte 1).....	111
Tabela 15: Dados da condução do SEAT Altea com Start-Stop activo (parte 2).....	111
Tabela 16: Estatísticas da condução do Altea com Start-Stop activo.....	112
Tabela 17: Consumos médios em cidade por tramo, do Altea com Start-Stop activo.....	112
Tabela 18: Combustível consumido pelo Altea Start-Stop nos 16,4 km do percurso urbano.....	113
Tabela 19: Paragens efectuadas pelo Altea com Start-Stop no percurso urbano	113
Tabela 20: Número de paragens e tempo com motor apagado no Altea com Start-Stop activo.....	113
Tabela 21: Emissões médias em cidade por tramo, do Altea com Start-Stop activo.....	114
Tabela 22: Emissões totais em cidade do Altea com Start-Stop activo.....	114
Tabela 23: Dados da condução do SEAT Altea com Start-Stop desactivado (parte 1).....	115



Tabela 24: Dados da condução do SEAT Altea com Start-Stop desactivado (parte 2).....	116
Tabela 25: Estatísticas da condução do Altea sem Start-Stop activo.....	116
Tabela 26: Consumos médios em cidade por tramo, do Altea com Start-Stop activo.....	117
Tabela 27: Combustível consumido pelo Altea sem Start-Stop nos 16,4 km do percurso urbano.....	117
Tabela 28: Paragens efectuadas pelo Altea sem Start-Stop activo no percurso urbano.....	117
Tabela 29: Número de paragens e tempo com motor ao ralenti no Altea com Start-Stop desactivado.....	118
Tabela 30: Emissões médias em cidade por tramo, do Altea sem Start-Stop activo.....	118
Tabela 31: Emissões totais em cidade do Altea sem Start-Stop activo.....	119
Tabela 32: Poupanças de Combustível do Altea Start-Stop.....	119
Tabela 33: Redução das emissões pelo sistema Start-Stop.....	120
Tabela 34: Preço base / Preço da unidade provada. Fonte: departamento de “Análisis de Competencia”.....	122
Tabela 35: Prestações e consumos homologados. Fonte: departamento de “Análisis de Competencia”..	122
Tabela 36: Transmissão. Fonte: departamento de “Análisis de Competencia”.....	122
Tabela 37: Especificações do Motor. Fonte: departamento de “Análisis de Competencia”.....	122
Tabela 38: Chassis. Fonte: departamento de “Análisis de Competencia”.....	123
Tabela 39: Dimensões, peso, capacidade. Fonte: departamento de “Análisis de Competencia”.....	123
Tabela 40: Dados da condução do BMW 118d com Start-Stop activado (parte 1).....	123
Tabela 41: Dados da condução do BMW 118d com Start-Stop activado (parte 2).....	124
Tabela 42: Estatísticas da condução do BMW 118d com Start-Stop activo.....	124
Tabela 43: Consumos médios em cidade, por tramo, do BMW 118d com Start-Stop activo.....	124
Tabela 44: Consumo total de combustível no circuito urbano por parte do BMW 118d com Start-Stop activo.....	125
Tabela 45: Paragens efectuadas pelo BMW 118d com Start-Stop no percurso urbano.....	125
Tabela 46: Número de paragens e tempo com motor parado no BMW 118d com Start-Stop activo.....	125
Tabela 47: Emissões médias em cidade, por tramo, do BMW 118d com Start-Stop activo.....	126
Tabela 48: Emissões totais em cidade do BMW 118d com Start-Stop activo.....	126
Tabela 49: Dados da condução do BMW 118d com Start-Stop desactivado (parte 1).....	127
Tabela 50: Dados da condução do BMW 118d com Start-Stop desactivado (parte 2).....	127
Tabela 51: Estatísticas da condução do BMW 118d sem Start-Stop activo.....	128
Tabela 52: Consumos médios em cidade, por tramo, do BMW 118d com Start-Stop desactivado....	128
Tabela 53: Poupanças de Combustível do Start-Stop do BMW 118d.....	129



Tabela 54: Paragens efectuadas pelo BMW com Start-Stop desactivado no percurso urbano.....	129
Tabela 55: Número de paragens e tempo com motor ao ralenti no BMW 118d com Start-Stop desactivado.....	130
Tabela 56: Emissões médias em cidade por tramo, do BMW 118d com Start-Stop desactivado.....	130
Tabela 57: Poupança de emissões pelo Start-Stop do BMW118d.....	131
Tabela 58: Emissões poupadas (teoricamente) no tempo total que o BMW esteve parado.....	131
Tabela 59: Preços do Gasóleo A em Portugal e em Espanha.....	132
Tabela 60: Gastos (em Euros) para realizar o circuito urbano do diferentes ensaios. Preços em Espanha.....	133
Tabela 61: Gastos (em Euros) para realizar o circuito urbano do diferentes ensaios. Preços em Portugal.....	133
Tabela 62: Consumos combinados do Altea e BMW com e sem Start-Stop segundo dados oficiais.....	134
Tabela 63: Gastos (em L e €) de cada versão do Altea para realizar 200 mil km e poupanças do Start-Stop.....	134
Tabela 64: Gastos (em L e €) de cada versão do BMW para realizar 200 mil km e poupanças do Start-Stop.....	135



FEUP



SEAT

1 Introdução

1.1 Apresentação do Projecto Realizado na SEAT

Este projecto de fim de curso surge no âmbito da Opção de Produção, Desenvolvimento e Engenharia Automóvel, do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Este projecto insere-se no contexto da redução de consumo de combustível e emissões poluentes que tem vindo cada vez mais a crescer de importância devido às pressões das organizações governamentais, como a União Europeia e a crescente consciência global do problema energético-ambiental de forma geral. Com o desejo de contribuir para uma melhoria neste âmbito e com a oportunidade proposta, integrei uma equipa de engenheiros do departamento de electrónica-motor do Centro Técnico da SEAT, ligados directamente ao projecto “Start-Stop”. Esta equipa tem como objectivo garantir a adaptação desta aplicação de paragem e arranque de motor automática, ao hardware e electrónica (software, sensores, centralinas, CANbus) dos veículos SEAT. Desenvolver, articuladamente com a Alemanha, garantindo que as aplicações do consórcio Volkswagen são adequadas às particularidades dos automóveis SEAT.

1.2 Apresentação e Referências sobre o Conceito de “Start-Stop”

O sistema designado vulgarmente como “Start-Stop” é um sistema que pára e arranca automaticamente um motor de combustão interna do automóvel. Tem como finalidade reduzir os desnecessários gastos de combustível e emissões poluentes no tempo em que a viatura se encontra imobilizada. Este sistema é especialmente vantajoso em situações em que o automóvel executa grande número de paragens e durante tempos prolongados em condução urbana, em filas de trânsito, semáforos, passadeiras, passagens de nível, etc. Embora pareça um novo conceito no mundo automóvel, sistemas semelhantes já tinham sido implementados há vários anos com o Fiat Ritmo e Regata ES (Energy Saving) nos anos 80, e o designado “Stop/Start-Automatik” do grupo Volkswagen introduzido no Polo, Golf, Passat e Santana *Formel E* em 1983 (Autodidáctico número 58 da VW). Ainda no consórcio VW, houve uma segunda geração do sistema, incorporado no Lupo 3 L, nos anos 90, no entanto estas primeiras aplicações foram consideradas desconcertantes por muitos condutores e o sistema acabou por não ter muito êxito e aceitação. Recentemente temos vindo a assistir à introdução de sistemas de paragem e arranque do motor mais refinados como os que a Citroën introduziu nos modelos C2 e C3 de 2006, da BMW no seu conceito “Efficient Dynamics” em 2008, entre outros como Mini, Mazda, Fiat. É portanto um sistema que se está a difundir entre a generalidade dos construtores de automóveis muito devido às pressões governamentais para baixar as emissões de CO₂ e devido à crescente subida do preço dos combustíveis fósseis. Este sistema não difere muito de construtor para construtor, nuns é apenas montado em caixas manuais (SEAT), noutros apenas em caixas de velocidade robotizadas (Citroën), outros em ambas (VW), no entanto todos eles, mais ou menos, coincidem em funcionar da seguinte maneira: Pára o motor do automóvel quando este se imobiliza completamente ou



imediatamente antes, e o condutor coloca ponto morto (caixa manual) ou mantém pisado o pedal do travão (caixa automática). Arranca quando é pisada a embraiagem (caixa manual) ou se solta o pé do travão (caixa automática). Apesar das diferentes filosofias de funcionamento e também de diferentes componentes mecânicos utilizados, todos os sistemas de paragem e arranque automático são unânimes em reduzir entre 5 a 10% as emissões e o consumo, trabalhando na nobre tarefa de lutar por automóveis cada vez mais económicos e ecológicos.

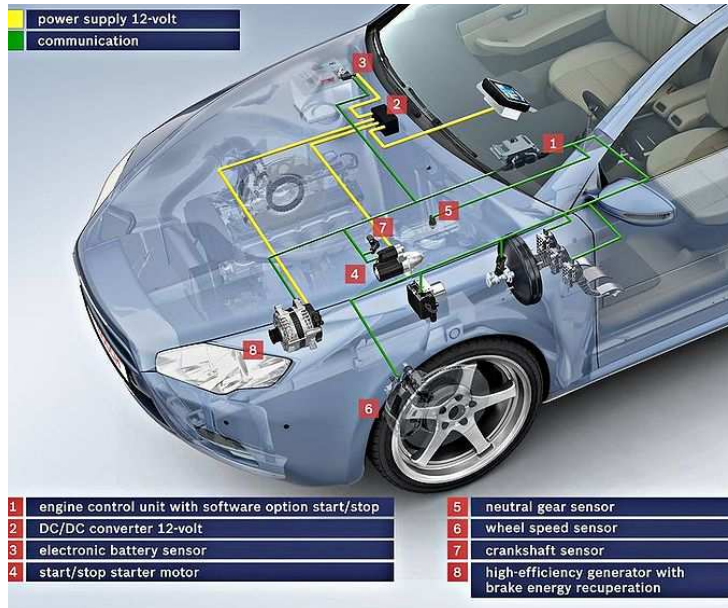


Figura 1 – Esquema dos componente intervenientes no Sistema Start-Stop da Bosch. Fonte:<http://rb-kwin.bosch.com>.

1.3 Apresentação da Empresa SEAT S.A.

1.3.1 A Empresa

A “Sociedad Española de Automóviles de Turismo”, mais conhecida pela sua sigla SEAT, é um dos principais fabricantes de automóveis em Espanha. Fabricou umas 370.293 unidades no ano 2008 (online.seat.es/finanzas/InformeAnual/2008/), tendo obtido um máximo de 408.318 unidades produzidas no ano de 2006. Desde 1990 é subsidiária do Grupo Volkswagen da Alemanha.

Design, vitalidade e carácter desportivo, conjuntamente com qualidade, são os principais valores que definem a identidade da SEAT. O espírito inovador e vanguardista da companhia concreta-se nos nove modelos da sua gama: Alhambra, Altea, Altea XL, Altea Freetrack, Córdoba, Exeo, Ibiza, Leon e Toledo. À excepção do Alhambra, que se monta em Palmela (Portugal), os veículos fabricam-se na planta de Martorell. O carácter internacional é visível nos 74 países em que distribui os seus modelos e na exportação de dois terços da produção.

A fábrica de Martorell, situada a 30 km de Barcelona, foi inaugurada em 1993 e é uma das mais modernas da Europa. Tem uma superfície de 2.800.000 metros quadrados, equivalente a 400 campos de futebol,

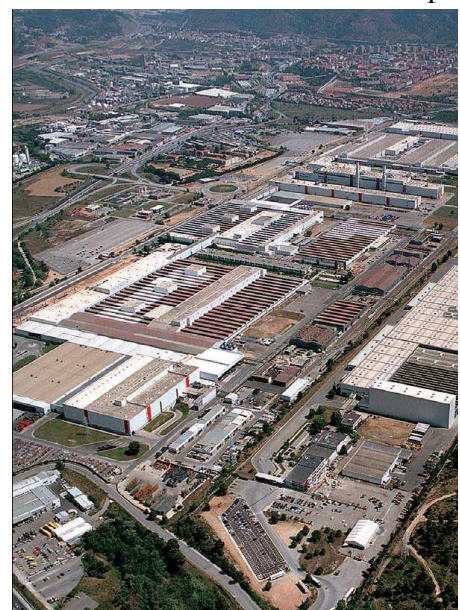


Figura 2 – Planta da SEAT em Martorell

Carlos Filipe de Freitas Marques



dos quais 260.000 correspondem a zonas verdes. Nas suas 13 naves industriais trabalham 7.000 pessoas, divididas em turnos de manhã, tarde e noite. Actualmente a produção diária ronda as 2.000 unidades e a capacidade de produção anual situa-se em torno às 425.000 unidades (intranet de SEAT/datos generales).

Dados mais relevantes:

Consumo diário de água: 7.901m³

Consumo diário de electricidade: 1.276.668 kWh

Consumo diário de gás: 2.290.913 kWh

Produção/dia: 200 unidades

Velocidade fabricação: 1 automóvel /40 segundos

Vias interiores: 10,5 km vias férreas e 25 km de ruas

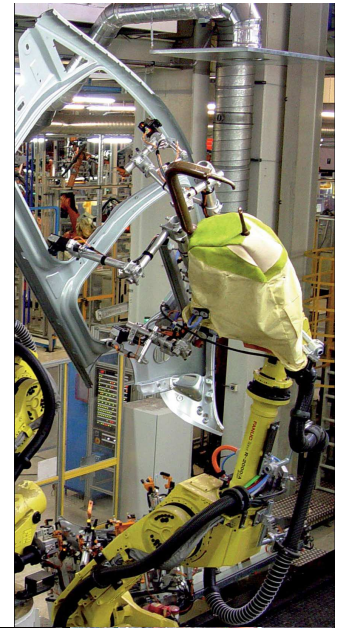


Figura 3 – Trabalho desenvolvido na fábrica da SEAT em Martorell,

A SEAT utiliza as tecnologias mais avançadas tanto nos seus produtos como nas suas instalações produtivas. Uma das suas maiores prioridades são as actividades de I+D, agrupadas no Centro Técnico de Martorell, que integra também o SEAT Design Center, um dos centros de desenho mais modernos do mundo no sector da automação.

Estas instalações oferecem à SEAT uma posição singular entre todos os fabricantes de automóveis estabelecidos em Espanha, uma vez que é a única marca capaz de desenhar, desenvolver e fabricar os seus próprios automóveis. Trabalha-se com perspectiva de futuro, captando ideias e necessidades dos clientes que permitam criar automóveis que dentro de poucos anos integrarão a gama SEAT. Nas suas instalações, localizadas numa superfície de 200.000 metros quadrados, dos quais 43.000 estão edificadas e equipados, trabalham diariamente cerca de 1.000 pessoas, a maior parte licenciados, engenheiros, designers, especialistas de diferentes



Figura 4 – Centro Técnico de Martorell



FEUP SEAT

nacionalidades que utilizam as mais avançadas tecnologias para desenvolver o processo produtivo de automóveis modernos e fiáveis. O manejo de técnicas de simulação e realidade virtual permitiu ao Centro Técnico cumprir os requisitos tão importantes como encurtar o tempo de desenvolvimento, sendo referência no consórcio Volkswagen, assim como reduzir os custos e aumentar a qualidade. Além do mais, o Centro Técnico exerce um importante labor de dinamização da indústria, actuando há anos, como motor impulsor do desenvolvimento tecnológico dos fornecedores da companhia em toda a Espanha.



Figura 5 – Trabalho desenvolvido por engenheiros, técnicos e designers do Centro Técnico.

Para além da fábrica e do Centro Técnico a planta da SEAT é ainda composta pela SEAT Sport, que compete com o Leon no campeonato WTCC onde é a detentora do título de construtores e piloto, o Centro de Recâmbios Originais, o SEAT Service e a fábrica Gear Box do Prat.



Figura 6 – SEAT Leon WTCC da SEAT Sport.



Figura 7 – Centro de Recâmbios Originais.



Figura 8 – SEAT Service.



Figura 9 – Fábrica Gear Box em Prat.



Figura 10 – Localização da Planta de SEAT em Martorell.



FEUP



SEAT

1.3.2 História da SEAT S.A.

De seguida, apresenta-se uma breve referência aos principais acontecimentos históricos:

1950- A companhia é fundada no dia 9 de Maio pelo “Instituto Nacional de Indústria” (INI) e pela FIAT italiana como meio de motorizar a Espanha do pós guerra.

1953 - No dia 5 de Junho inaugura-se a fábrica da Zona Franca de Barcelona e no dia 13 de Novembro fabrica-se o primeiro automóvel SEAT: o 1400.

1957 – A 27 de Junho começa a produção do SEAT 600 e com ele inicia-se em Espanha a etapa da motorização massiva.

1965 – Primeira exportação de carros SEAT para a Colômbia.

1965 – A produção da SEAT alcança a quantidade de 1.000.000.

1973 – Início da construção do Centro Técnico de SEAT em Martorell.

1974 – Fabrica-se o SEAT número 2.000.000 e adquirem-se as instalações de Landaben (Pamplona).

1975 – O centro Técnico de Martorell inicia a sua actividade.

1982 – No dia 30 de Setembro assinam-se acordos de cooperação industrial e comercial com a Volkswagen.



Figura 13 – Primeiro SEAT Ibiza (1984).



Figura 11 – SEAT 1400-A (1953).



Figura 12 – SEAT 600 (1958).

1984 – No dia 27 de Abril sai das linhas de montagem da planta da Zona Franca o primeiro modelo Ibiza.

1986 – Em Junho, a Volkswagen adquire o 51% das acções da SEAT e no final do ano incrementa a sua participação até aos 75%. A SEAT começa a exportar para a Europa: a Holanda recebe as primeiras exportações dos novos modelos da marca. Funda-se a divisão desportiva da marca, SEAT Sport.

1989 – Início da construção da fábrica de Martorell.



1990 – A Volkswagen adquire novas acções da SEAT até chegar ao 99,99% do capital. A denominação “Sociedad Española de Automóviles de Turismo”, S.A passa a SEAT, S.A.

1991 – Apresenta-se o Toledo, primeiro modelo da SEAT de desenvolvimento do Grupo Volkswagen.



Figura 14 – SEAT Toledo (1991).



Figura 15 – SEAT Ibiza, 2ª geração (1993)

1995 – No dia 26 de Setembro o príncipe de Astúrias conduz fora da linha de montagem de Martorell o SEAT número 10.000.000, um Toledo.

1996 – A SEAT ganha o campeonato do mundo de Rallies FIA 2L com o Ibiza kit car na sua estreia nesta competição. Apresenta-se o monovolume Alhambra.



Figura 16 – SEAT Córdoba (1994).

1997 – O Ibiza kit car proclama-se Campeão do Mundo de Rallies FIA 2L por segundo ano consecutivo. Apresenta-se o pequeno Arosa e o sedan Córdoba Vario.



Figura 17 – SEAT Córdoba WRC.

1998 - Dotando uma nova e moderna imagem aos produtos SEAT, o novo Toledo apresenta-se no Salão de Paris. A marca exhibe também o Córdoba WRC, que se estreia na máxima categoria do mundial de rallies e mantém a sua hegemonia na categoria de 2 litros somando o seu terceiro título consecutivo com o Ibiza kit car.

1999 – Apresenta-se a nova identidade corporativa da marca e o SEAT Leon. Este modelo marca o regresso da SEAT ao segmento líder do mercado Europeu.

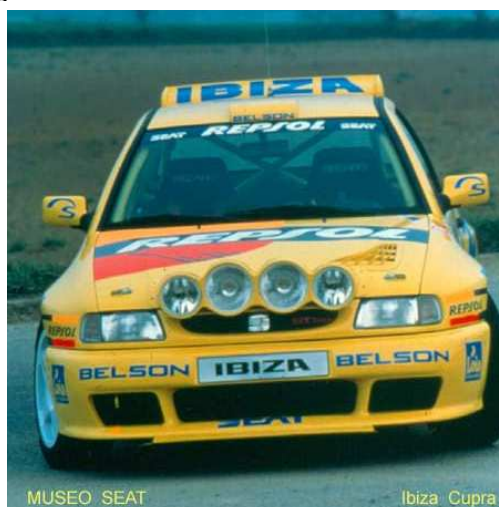


Figura 18 – SEAT Ibiza kit car.



2001 – Apresenta-se o protótipo Leon Cupra R, desenvolvido pela SEAT Sport. É exibido no salão do automóvel de Bolonha a terceira geração do Ibiza, o modelo mais carismático da marca.



Figura 19 – SEAT Leon Cupra R (2004).



Figura 20 – SEAT Ibiza, 3ª geração (2001).

2002 – SEAT integra o grupo de marcas da Audi, junto à própria Audi e Lamborghini, dentro duma nova organização do Grupo Volkswagen. SEAT ingressa com grande êxito na competição em circuitos com a Supercopa SEAT Leon.

2004 – Apresenta-se em Março, no Salão do Automóvel de Genebra, o SEAT Altea, símbolo da “nova SEAT” e marca um importante ponto de inflexão na história da companhia espanhola. Celebra-se o 20º aniversário do Ibiza com 3,3 milhões de unidades vendidas e é colocada a “primeira pedra” no novo edifício corporativo.



Figura 21 – SEAT Altea (2004).

2005 – No Salão do Automóvel de Barcelona apresenta-se o novo Leon, tanto na sua versão de série como a destinada a competir no Campeonato do Mundo de Turismos, o Leon WTCC e dois meses depois consegue já o seu primeiro troféu com um 3º lugar.

2008 – Apresenta-se em genebra a quarta geração do SEAT Ibiza, o modelo que tem sido nos últimos anos o pilar central da marca .

2009 – Comercialização do Novo SEAT Exeo, berlina baseada no anterior modelo do Audi A4 e que se revela como uma forte aposta no segmento D das berlinas.



Figura 22 – SEAT Ibiza, 4ª geração (2008).



Figura 23 – SEAT Exeo (2009).



1.3.3 SEAT S.A. em Números

Algumas tabelas informativas de dados de produção e pessoal:

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Marca SEAT (unidades)	473.441	449.907	460.040	458.464	405.019	422.670	412.946	380.575
Fábrica de Martorell (unidades)	480.045	455.677	436.933	416.381	384.898	408.318	398.704	370.293
Modelos SEAT (unidades)	407.932	423.599	416.184	416.381	384.898	408.318	398.704	370.293
Modelos VW (unidades)	72.113	32.078	20.749	0	0	0	0	0

Figura 24 – Produção. Fonte:Intranet de SEAT/Datos Generales.

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
14.419	13.222	12.976	12.875	12.700	11.926	11.074	10.697

Figura 25 – Número de trabalhadores. Fonte:Intranet deSEAT/Datos.

2001*	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1.404	1.261	1.284	1.267	1.242	1.016	958	970

Figura 26 – Pessoal Centro Técnico. Fonte:Intranet deSEAT/Datos.

1.3.4 Actualmente, Caminhando para uma Gama mais Ecológica

Impulsionada pelo sentido de responsabilidade para com o meio ambiente, a sociedade e os seus clientes, a companhia desenvolve e investiga, desde há vários anos, em áreas como a protecção do meio ambiente, a eficiência energética, as tecnologias de combustível ou a segurança rodoviária.

Em matéria de protecção ambiental, de referir que os novos modelos desenvolvem-se segundo as premissas de eficiência energética e reciclabilidade dos componentes (95% do novo Ibiza é reciclável). Neste processo produtivo incorporam-se as melhores técnicas disponíveis a fim de conseguir uma produção respeitosa com o meio ambiente, o que permite abordar todas as fases do ciclo de vida dos automóveis com as máximas garantias meio-ambientais.



Figura 27 – SEAT Leon Ecomotive. Fonte: Intranet de SEAT.

Os automóveis da marca equipados com a inovadora tecnologia “Ecomotive” ganharam diversos prémios por ser dos melhores dos seus respectivos segmentos no que a emissões de CO₂ diz respeito.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Sustentabilidade Energética

2.1.1 O Panorama Mundial

A população mundial aumenta anualmente em cerca de 76 milhões de pessoas. Segundo dados da ONU, neste panorama de crescimento médio, no ano 2030 o planeta terá 8.200 milhões de habitantes (neste momento tem cerca de 6.500 milhões) (UNDP2004).

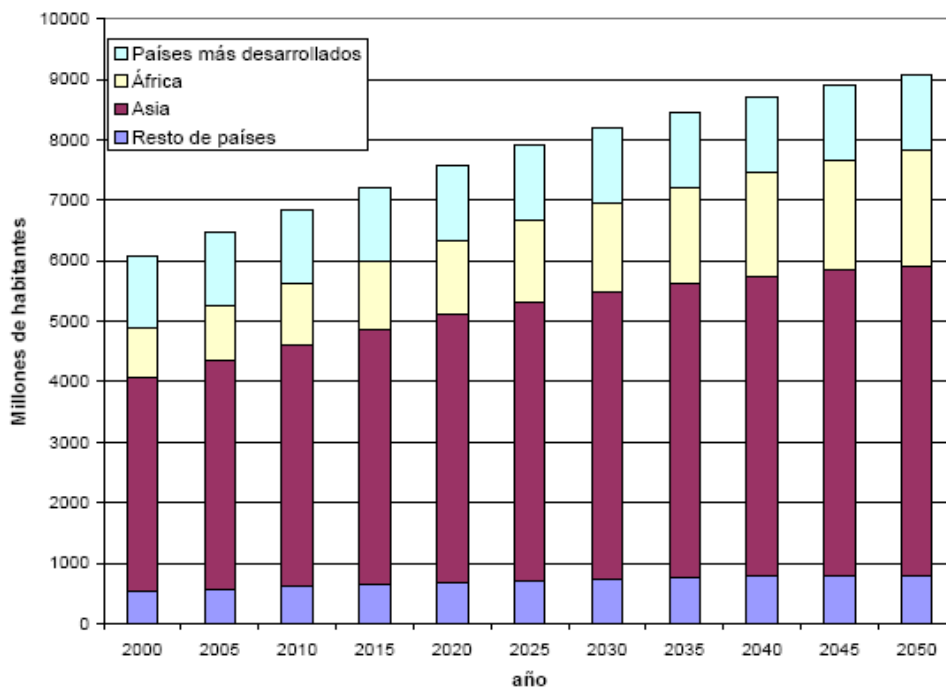


Figura 28 – Estimativa do crescimento demográfico por zonas geográficas. Fonte: (UNDP 2004).

Um das questões mais importantes que será importante afrontar nos próximos anos é assegurar uma qualidade de vida razoável a uma população cada vez mais numerosa nas zonas pobres do planeta. Uma qualidade de vida razoável abarca aspectos como a alimentação, habitação, acesso a água potável, serviços sanitários, protecção contra catástrofes naturais e epidemias, acesso à educação, redistribuição da riqueza, um entorno mais saudável. Igualdade de oportunidades, etc... A declaração do Milénio da Assembleia Geral das Nações Unidas (ONU 2000), na qual se estabelecem os “objectivos do milénio” é um primeiro passo neste sentido. O acesso a um subministro energético adequado, limpo e acessível será fundamental para a realização destes objectivos, alguns dos quais, hoje em dia, parecem difíceis de conseguir em vastas zonas do planeta (África subsariana e Sudeste Asiático) (UNSD 2004).

2.1.2 Evolução do Consumo Energético

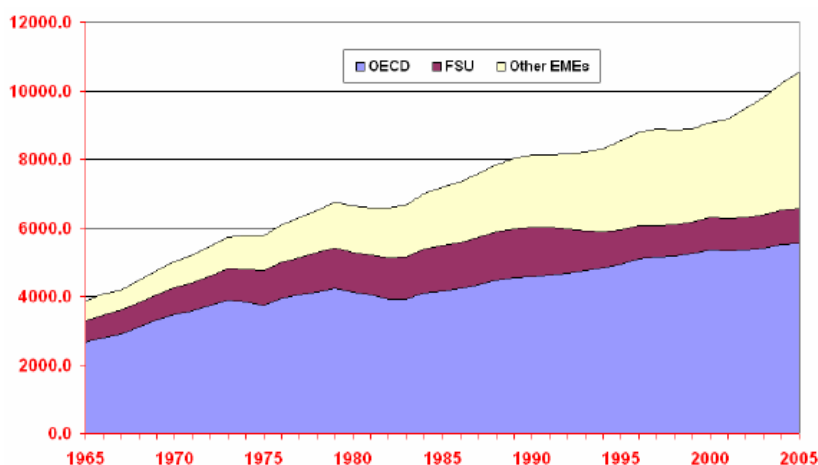


Figura 29 – Consumo de Energia primária no mundo desde 1965 até 2005 em Mtep. unidade de tonelada equivalente de petróleo (tep), Unidade autodefinida e que equivale a 10^{10} calorías (cerca de $4,2 \times 10^{10}$ joules) FSU (Former Soviet Union). OECD (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (Fonte: BP, Junho de 2006).

O consumo de energia primária vai continuar a crescer nos próximos anos, empurrado pelo crescimento económico, a progressiva industrialização dos países em desenvolvimento (nomeadamente China, Índia e Brasil) e o aumento da população mundial. A última projecção da AIE (Agência Internacional da Energia) disse que a procura de energia primária* em 2030 será superior em 60% ao valor presentemente. Os combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural) continuarão a constituir a maior parte desta energia: a sua contribuição em 2030 será ligeiramente superior ao 80% do que actualmente representam (AIE 2004).

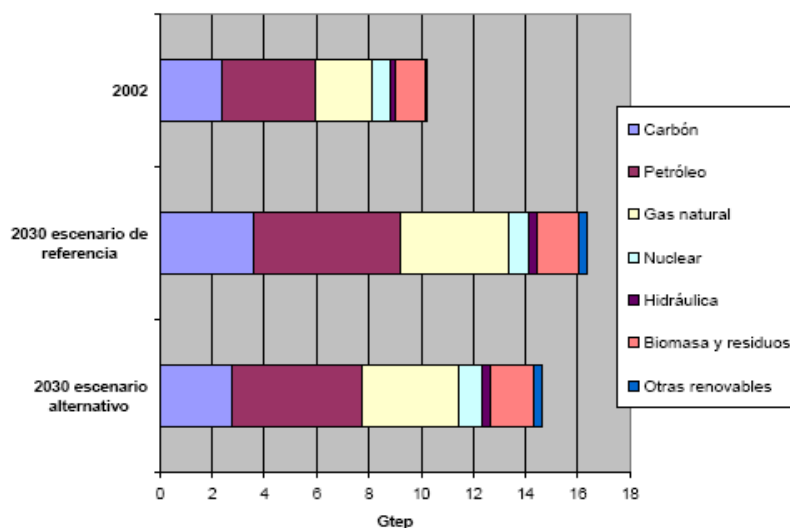


Figura 30 – Consumo de Energia primária no mundo. Cenário de referência para 2030 com projecção da situação actual. Fonte: AIE 2004. * Por energia primária entende-se aquela parte das fontes de energia (carvão, petróleo, gás natural, nuclear e renováveis) que “tomamos” da natureza e representa a matéria prima a partir da qual um sistema energético fabrica a energia final, que é a que consumimos, por exemplo: o combustível do automóvel.

Nesta conjuntura, uma parte cada vez mais importante do planeta dependerá das importações de energia e as emissões de dióxido de carbono aumentarão em um pouco mais de 60%, entre 2002 e 2030.

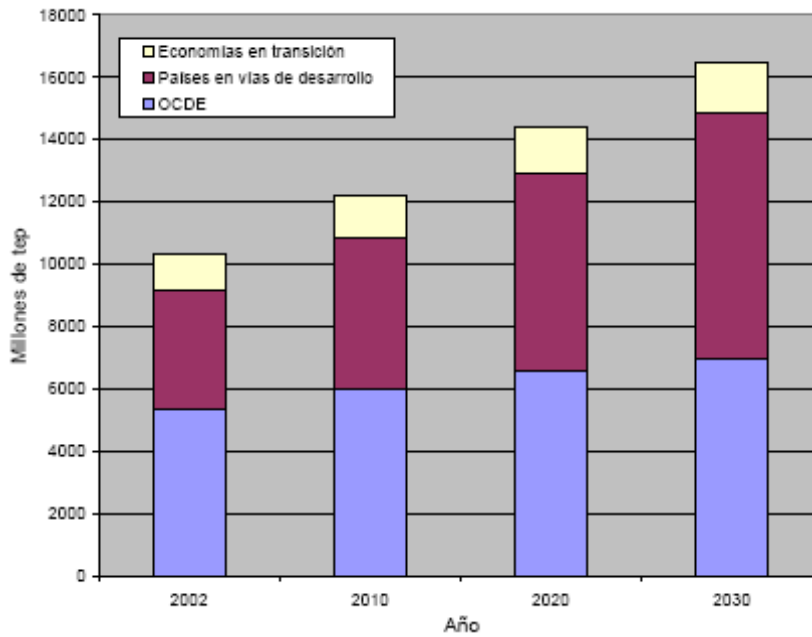


Figura 31 – Estimativa da evolução do consumo da energia primária por regiões segundo as projecções da AIE. Fonte: AIE 2004.

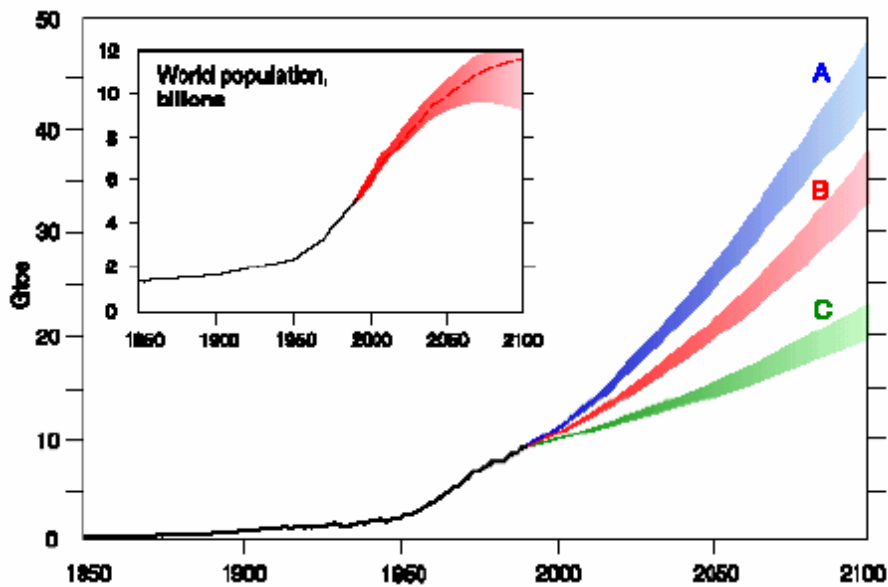


Figura 32 – Relação entre a população mundial e o consumo de energia em Gtep e segundo 3 perspectivas A, B e C, sendo esta última a mais optimista. Fonte:WEC/IIASA.

2.1.3 Desenvolvimento Sustentável

É conhecido como o desenvolvimento sustentável, a capacidade para satisfazer as necessidades actuais sem comprometer as futuras, no entanto a utilização de energia afecta sempre o meio ambiente. Hoje em dia o impacto que apresenta maiores implicações globais é a emissão de gases de efeito estufa (como o dióxido de carbono), que de acordo com peritos, está muito relacionada com o aquecimento global (IPCC 2001). A preocupação com estas questões deu origem, com o objectivo de limitar as emissões para a atmosfera destes gases, ao protocolo de Quioto (UNFCCC 1997), em vigor desde Fevereiro de 2004. A emissão de gases com efeito estufa no sector energético produz-se principalmente pelo uso de combustíveis fósseis. De acordo com a AIE (Agência Internacional da Energia), como já foi dito, não parece que este uso diminua, muito pelo contrário. Mas a crescente utilização destas fontes de energia não tem como único inconveniente questões de índole ambiental, mas também de sustentabilidade. Os recursos dos combustíveis fósseis são finitos e, portanto, inevitavelmente mais tarde ou mais cedo esgotam-se. No final de 2003, em todo o mundo, a relação entre reservas provadas e a produção anual (ou seja, o tempo que estas reservas durariam ao ritmo do consumo de 2003) foi de 41 anos para o petróleo, 67 anos para o gás natural e para o carvão de 192 anos (BP 2004). Analisada a situação mundial no passado, presente e futuro parece evidente que os combustíveis fósseis mantêm ainda o domínio na energia global e esta resulta numa tendência para pelo menos o próximo meio século. É portanto, importante definir conceitos e compreender quanto temos ainda para gastar e por quanto tempo.

Os RECURSOS assumem-se assim como a quantidade total de um determinado mineral (neste caso petróleo e carvão) que se estima que exista na Terra.

As RESERVAS são aquela parte dos recursos que pode ser extraída/obtida a um preço razoável com a tecnologia disponível.

As CAPACIDADES ADICIONAIS tratam da diferença entre os recursos e as reservas.

É importante referir que os recursos e reservas não são valores constantes e que novos descobrimentos, avanços tecnológicos e alterações nos preços energéticos podem alterar estes valores. Entende-se o porquê de há 40 anos se andar a dizer que só há petróleo para mais 40 anos, ou seja a tecnologia disponível consegue cada vez mais escavar mais fundo e em sítios mais inacessíveis e o próprio mercado mundial está disposto a pagar mais dinheiro pelo petróleo. Assim, muitos dos recursos que há anos atrás não se conheciam ou eram inalcançáveis estão agora a tornar-se em reservas. Embora se constate que, durante o século XXI não há perigo de se esgotarem os recursos do mundo (PNUD 2000), serão, no entanto, reduzidos drasticamente, já durante os primeiros anos deste século, as reservas de petróleo e gás natural de alguns países.



Figura 33 – Estimativa das reservas de Carvão, petróleo e gás natural. Fonte: BP, Junho 2006.

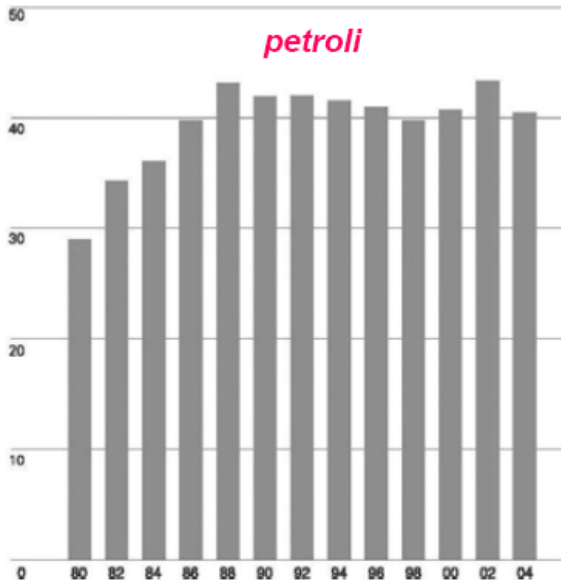


Figura 34 – Estimativa das reservas de petróleo. Fonte: BP, Junho 2006.

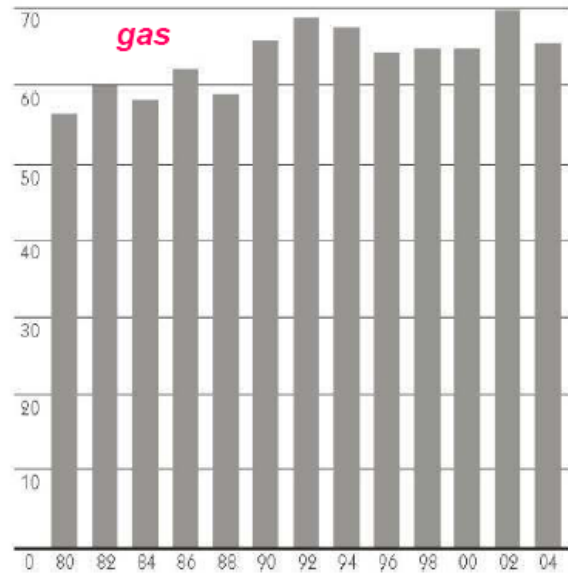


Figura 35 – Estimativa das reservas de gás natural. Fonte: BP, Junho 2006.

2.1.4 Dependência Energética

A dependência da Europa no que diz respeito ao fornecimento de energia irá aumentar drasticamente. Também nos E.U.A, algo que pode ajudar a entender os movimentos geoestratégicos do poder militar. Ao que parece, a instabilidade na região Ásia Central e Médio Oriente, onde se concentra a maior parte das reservas de petróleo e gás natural do planeta, não melhorará muito nas próximas décadas.

A problemática da segurança dos fornecimentos:

O exemplo dos estados Unidos, que importam 50% da energia primária:

-76% do petróleo.

-49% do gás.

Segundo a WEO 2004 (IEA/OECD), no ano 2030 estes números serão aproximadamente na ordem de:

-70% de energia primária

-90% do petróleo

-80% do gás.

Adivinha-se no futuro um mercado onde a demanda de combustíveis fósseis será cada vez maior e a dependência dos grandes produtores deste tipo de combustíveis, com cada vez maior importação de energia primária.

2.1.6 Impacto de uma “Crise Energética” na Economia Mundial

A crise energética mais paradigmática e importante é a de Outubro de 1973.

Restrição da oferta de petróleo por parte dos países exportadores



Incremento dos preços do petróleo

Outras consequências importantes:

- Fim dum período com preços energéticos baixos e descendentes iniciando um novo período de aproximadamente 10 anos de preços altos e crescentes.
- Incrementos dos preços do petróleo e outras fontes de energia primária.
- Preços do petróleo: arbitrários e imprevisíveis. Dificuldades para decidir sobre investimentos no desenvolvimento de novas fontes de energia ou de novas tecnologias associadas a fontes conhecidas.
- Países importadores gravemente afectados pela crise. Fim do crescimento económico, a inflação aumenta consideravelmente.
- Recessão generalizada dos países industrializados devido às interdependências económicas existentes.
- Mudanças importantes no mercado de trabalho, alguns países perdem competitividade, outros ganham-na especializando-se em sectores não intensivos de energia.
- Novas políticas de poupança energética.
- Procura de “novas” fontes de energia.

2.2 Emissões de Gases de Escape nos Veículos

2.2.1 Evolução do Trânsito

O automóvel obteve, desde o seu surgimento, nos finais do século XIX, até ao dias de hoje, uma importância crescente. Por um lado representava uma contribuição para a “qualidade de vida” que proporcionava, uma mobilidade pessoal incomparável e expressa em parte pela posição social do proprietário.

Por outro lado, atingiu também a categoria de elemento utilitário, que contribui à realização de certas tarefas e actividades quotidianas. Proporciona ao ser humano altos níveis de adaptabilidade e independência de um lugar específico.

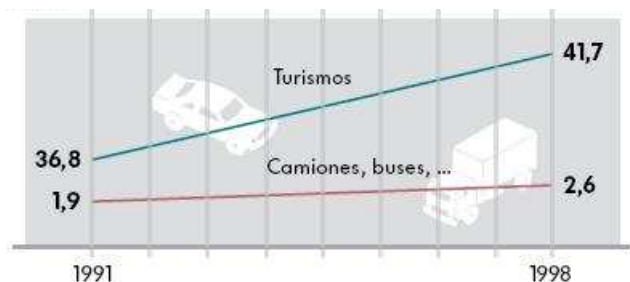


Figura 37 – Veículos matriculados Alemanha (Milhões). Fonte: Programa autodidático 230 da VW.

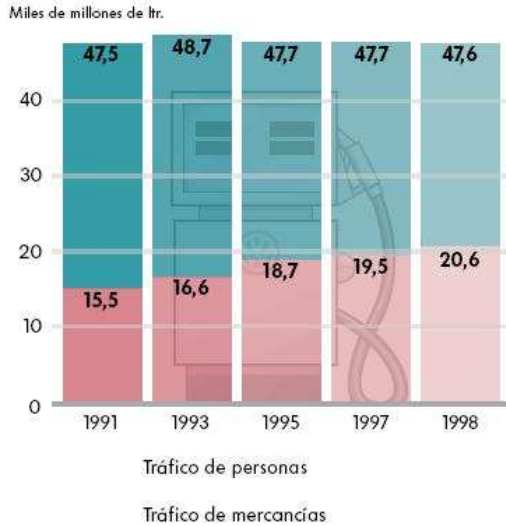


Figura 38 – Combustível consumido em tráfico de pessoas e mercadorias na Alemanha. Fonte: Programa autodidático 230 da VW.

De igual forma, verifica-se por isso, também um crescimento no trânsito de mercadorias pelas ruas e estradas. Existem mercadorias que têm de ser transportadas e entregues “just in time” e, apesar da alta densidade de trânsito, as linhas rodoviárias continuam a ser as que oferecem a infra-estrutura mais flexível.

No entanto, as ações recíprocas entre o veículo e o meio-ambiente têm vindo a ser cada vez mais importantes. Por este motivo a indústria automóvel tem que responder à crescente densidade de trânsito, mediante novos desenvolvimentos, que se sucedem cada vez mais rapidamente, porque as emissões de componentes contaminantes devem continuar a reduzir-se a nível mundial e no futuro.

A comparação entre as matriculações e o consumo de combustível no trânsito de pessoas, demonstra, que o consumo só aumentou minimamente em comparação com o aumento do número de matriculações.

Tal como se referiu anteriormente, o parque automóvel aumenta continuamente. Em 1996, um em cada 2 alemães já possuía um automóvel de turismo. Esta evolução fez surgir a necessidade, de que a legislação emitisse normativas e leis fiscais mais severas, com o objectivo de criar incentivos para a indústria automóvel e os consumidores tendessem para uma atitude de desenvolvimento mais adequada para o meio ambiente.

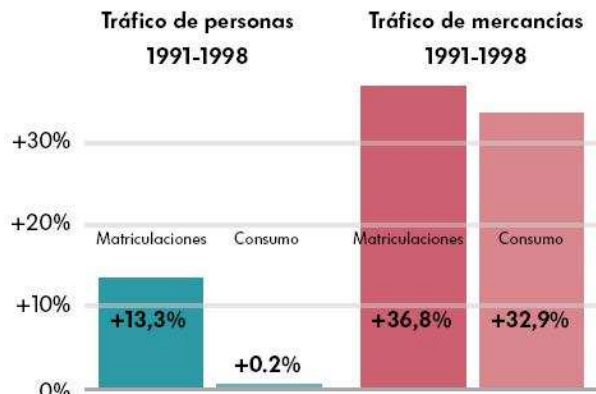


Figura 39 – Comparação entre matriculações e consumo de combustível. Fonte: Programa autodidático 230 da VW.

Kilómetros recorridos por turismos (República Federal de Alemania)

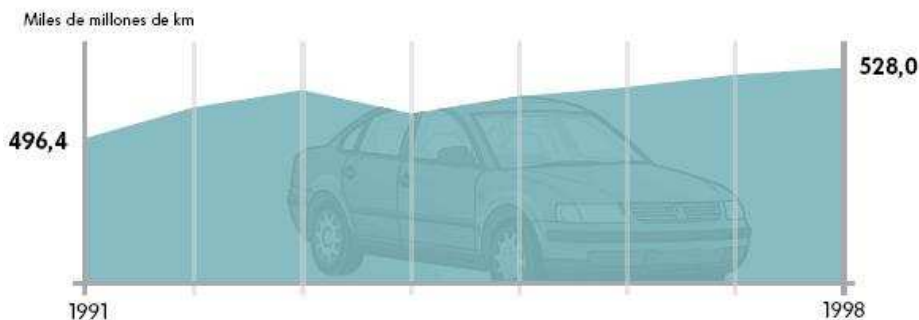


Figura 40 – km percorridos por turismos (milhares de milhões) na República Federal Alemã. Fonte: Programa autodidático 230 da VW.

Também o trânsito de mercadorias por rodovias tem vindo a aumentar continuamente e conquistando segmentos de outras áreas do transporte. Os meios de transporte concorrentes (ferroviário e navegação) já só possuíam em 1998 uma penetração no mercado de 29%, enquanto que o tráfico de mercadorias rodoviário representava 67%. Também aqui são necessários desenvolvimentos adequados a favor do meio ambiente.

Kilómetros recorridos con el tráfico de mercancías por carretera (camiones, buses, ...) (República Federal de Alemania)

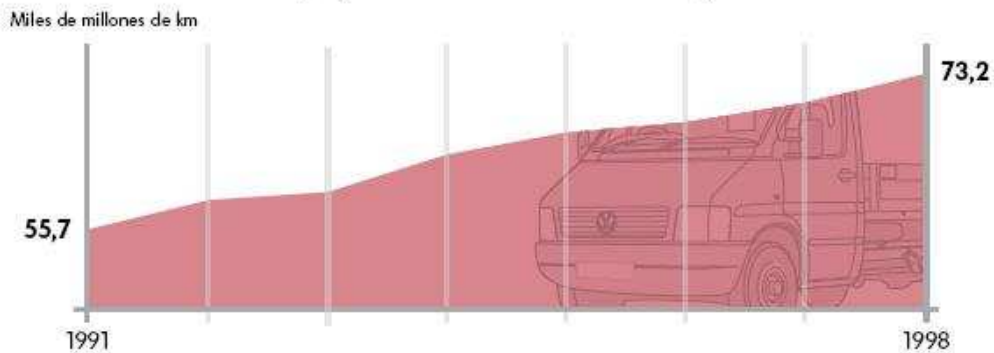


Figura 41 – Km percorridos no tráfico rodoviário de mercadorias (milhares de milhares) na República Federal Alemã. Fonte: Programa autodidático 230 da VW.

De referir que, no trânsito de pessoas, o consumo aumentou unicamente 0,2%, apesar dos km percorridos terem aumentado 6%.

2.2.2 Composição

Quando se fala da composição dos gases de escape dum veículo fala-se sempre dos mesmos termos: monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxido nítrico e partículas de hidrocarbonetos. Neste contexto, só poucas vezes é mencionado que estas substâncias integrantes só representam uma fracção da quantidade total de gases de escape. Portanto, antes de descrever as diferentes substâncias que integram os gases de escape, é mostrada aqui a composição aproximada dos gases de escape que expulsam os motores diesel e gasolina:

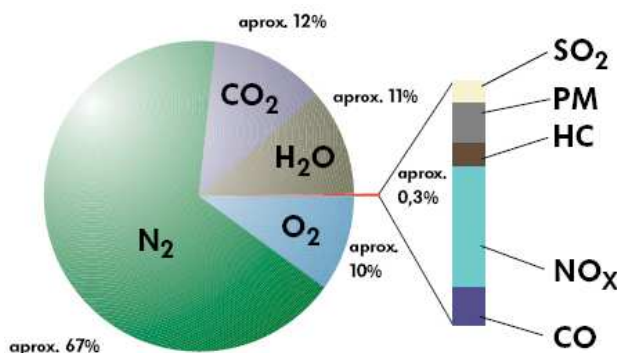


Figura 42 – Composição dos gases de escape nos motores diesel.

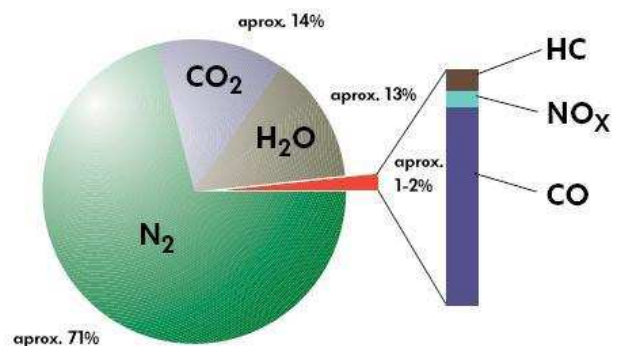


Figura 43 – Composição dos gases de escape nos motores gasolina.

N₂-azoto, O₂-oxigénio, H₂O-água, CO₂-dióxido de carbono, CO monóxido de carbono, NO_x-óxido nítrico, SO₂-dióxido de enxofre, PM-Partículas materiais, HC-hidrocarbonetos.

A seguinte representação esquemática pretende proporcionar uma ideia resumida sobre os componentes iniciais e finais da combustão do motor.

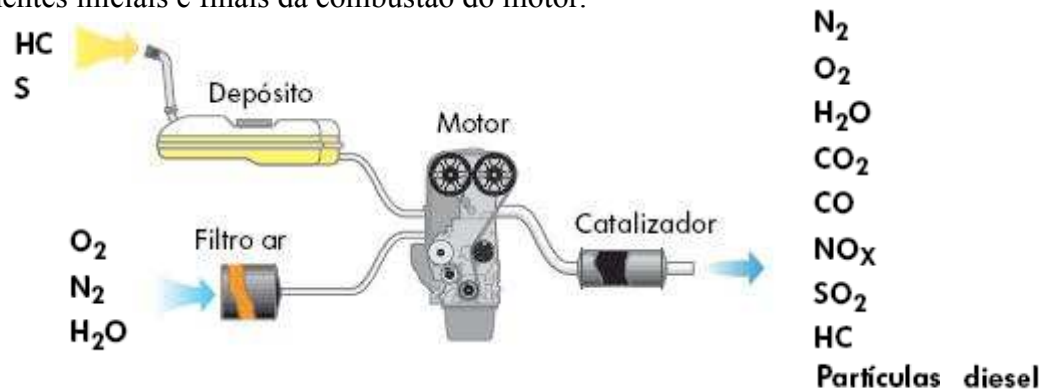


Figura 44 – Representação esquemática dos componentes iniciais e finais da combustão dum motor.

N₂-Azoto

É um gás não combustível, incolor e inodoro. O azoto é um componente elementar do ar que respiramos (78% de azoto, 21% de oxigénio e 1% de outros gases) e junta-se ao processo de combustão com o ar de admissão. A maior parte do azoto aspirado volta a sair puro pelos gases de escape, combinando-se apenas uma pequena parte com o oxigénio O₂ (óxidos nítricos NO_x)



Figura 45 – Representação duma molécula de N₂

O₂-Oxigénio

É um gás incolor, inodoro e insípido. É o componente mais importante do nosso ar respiratório (21%). Aspira-se através do filtro do ar, de igual modo que o azoto.



Figura 46 – Representação duma molécula de O₂

H₂O-Água

É aspirada em parte pelo motor (humidade do ar).

É um componente inofensivo dos gases de escape.



Figura 47 – Representação duma molécula de H₂O.

CO₂-Dióxido de Carbono

É um gás incolor, não combustível. Produz-se ao serem queimados os combustíveis que contêm carbono (p.e. gasolina, gasóleo). O carbono combina-se com o oxigénio aspirado durante essa operação. Idealmente o fenómeno de combustão deveria produzir apenas dióxido de carbono e água (H₂O). A proporção relativa destes dois depende da razão carbono/hidrogénio do combustível.



Figura 48 – Representação duma molécula de CO₂.

CO- Monóxido de Carbono

É um gás incolor, inodoro, explosivo e altamente tóxico. Bloqueia o transporte de oxigénio por parte dos glóbulos vermelhos. É mortal, inclusive em baixas concentrações no ar respirado. Numa concentração normal ao ar livre oxida-se em pouco tempo, formando dióxido de carbono CO₂. Produzem-se com motivo da combustão incompleta de combustíveis que contêm carbono. Desta forma a emissão de CO depende directamente da razão ar/combustível em relação à proporção estequiométrica. Uma combustão rica em combustível irá produzir CO e a sua emissão aumenta quase linearmente com o desvio da razão estequiométrica. Grande parte das emissões de CO (90%) tem como proveniência os escapes dos veículos, sendo o restante produzido por fogos e outras combustões (Ramos 2009).



Figura 49 – Representação duma molécula de CO.

NO_x-Óxido nítrico.



Figura 50 – Representação duma molécula de NO_x.

São combinações de azoto N₂ e oxigénio O₂ (p.e. NO, NO₂, N₂O...). Os óxidos de azoto produzem-se ao existir, alta temperatura e excesso de oxigénio durante a combustão no motor. Certos óxidos nítricos são nocivos para a saúde. As medidas destinadas a reduzir o consumo de combustível costumam conduzir lentamente a um ascensão das concentrações de óxidos nítricos nos gases de escape, porque uma combustão mais eficaz produz temperaturas mais altas. Estas altas temperaturas geram, por sua vez, uma maior emissão de óxidos nítricos. Os transportes são responsáveis por cerca de metade de toda a produção, sendo a produção de electricidade responsável por quase 20% e a produção industrial por outro tanto (Ramos 2009).

SO₂-Dióxido de enxofre

É um gás incolor, de odor penetrante, não combustível. O dióxido de enxofre, ou anidro sulfuroso, é propício às doenças das vias respiratórias, mas intervém numa média muito reduzida nos gases de escape. Se se reduz a concentração de enxofre no combustível é possível diminuir as emissões do dióxido de enxofre.



Figura 51 – Representação duma molécula de SO₂.

Pb-Chumbo



Figura 52 – Representação de átomos de Pb.

Desapareceu por completo nos gases de escape dos veículos. Em 1985 ainda se emitiam para a atmosfera 3.000 toneladas, devido à combustão de combustíveis com chumbo. O chumbo, impedia no combustível a combustão detonante devido à autoignição e actuava como substância amortecedora nos assentos das válvulas. Com a utilização de aditivos ecológicos no combustível sem chumbo, conseguiram-se manter praticamente idênticas as características antidetonantes.

HC-Hidrocarbonetos

São componentes não queimados do combustível, que surgem nos gases de escape depois duma combustão incompleta. Os hidrocarbonetos HC manifestam-se em diferentes combinações (p.e C₆H₆, C₈H₁₈) e actuam de diverso modo no organismo. Alguns deles irritam os órgãos sensoriais, enquanto que outros são cancerígenos (p.e. o benzeno).



Figura 53 – Representação de HC.

Partículas Materiais

Chamadas em inglês *particulate matter* são geradas maioritariamente pelos motores diesel. Os efeitos que exercem no organismo humano ainda não estão esclarecidos por completo. As PM 10, ou seja, de dimensões inferiores a 10 µm) a principal fonte é a produção de electricidade (30%) seguido pelos transportes, processos produtivos, combustão industrial e pequenas combustões, cada um com cerca de 15%. (Martins, 2006)



Figura 54 – Representação partículas de um motor diesel.

2.2.3 Métodos de Medição

2.2.3.1 Execução

As emissões de escape de um veículo medem-se, para a sua homologação, num banco de provas de rolos, dotado dum sistema de medição legalmente exigido. No banco de provas realiza-se um ciclo de condução definido e o sistema de medição detecta as quantidades dos componentes que integram os gases de escape.

A prova de homologação tem de ser feita pela indústria do automóvel antes de lançar ao mercado um novo modelo.

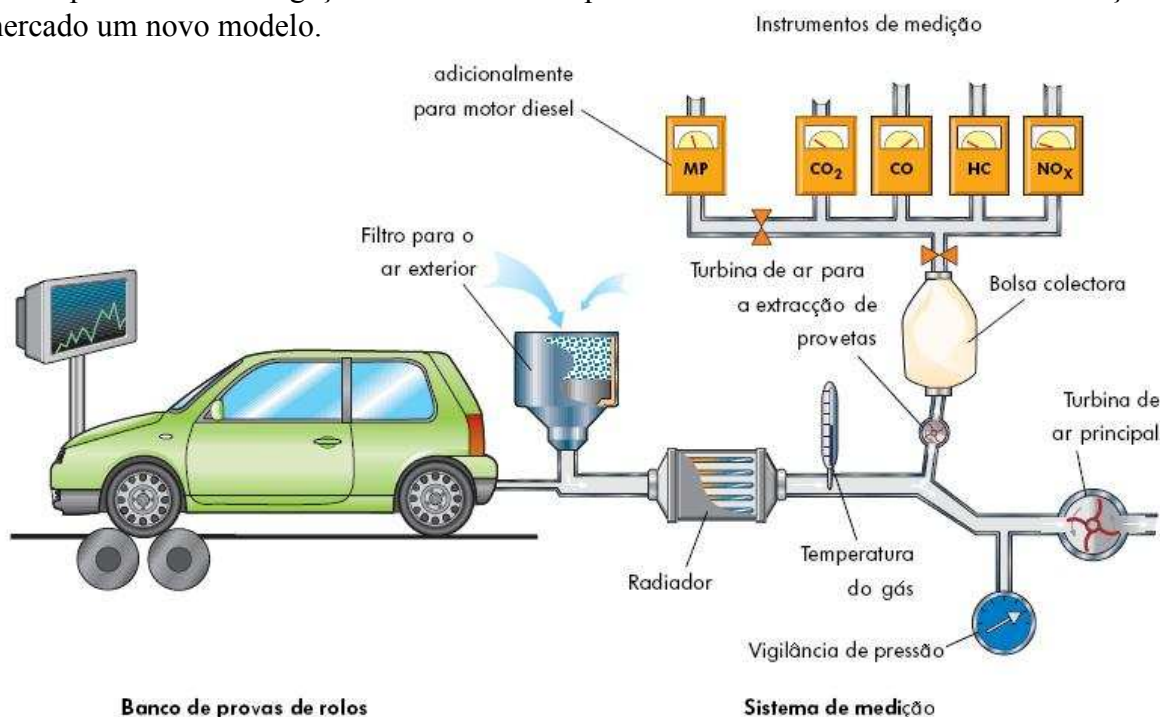


Figura 55 – Representação esquemática dum banco de provas de rolos e sistema de medição.

2.2.3.2 Funcionamento

O ciclo de condução realiza-se no banco de provas de rolos. Durante essa prova, os gases de escape são aspirados pela turbina de ar principal, conjuntamente com o ar exterior filtrado, constituindo um caudal de massa de ar uniforme. Isso significa, que se aspira continuamente a mesma quantidade de mistura de ar com gases de escape. Se o veículo produz uma maior quantidade de gases de escape (p.e. numa fase de aceleração) o sistema aspira uma menor quantidade de ar exterior e se o veículo produz menos gases de escape, o sistema aspira uma maior quantidade de ar exterior. Desta mistura de ar com gases de escape, extrai-se continuamente uma quantidade constante, fazendo-a passar em direcção a uma ou várias bolsas colectoras. Os componentes captados dos gases de escape submetem-se a uma medição e expressam-se em grama por quilómetro, referidos ao “percurso total”.



A anulação do ciclo de antecipação significa um maior rigor do método de medição, porque todos os componentes dos gases de escape que se produzem durante o ciclo de aquecimento do catalizador depois do arranque em frio participam no resultado da medição.

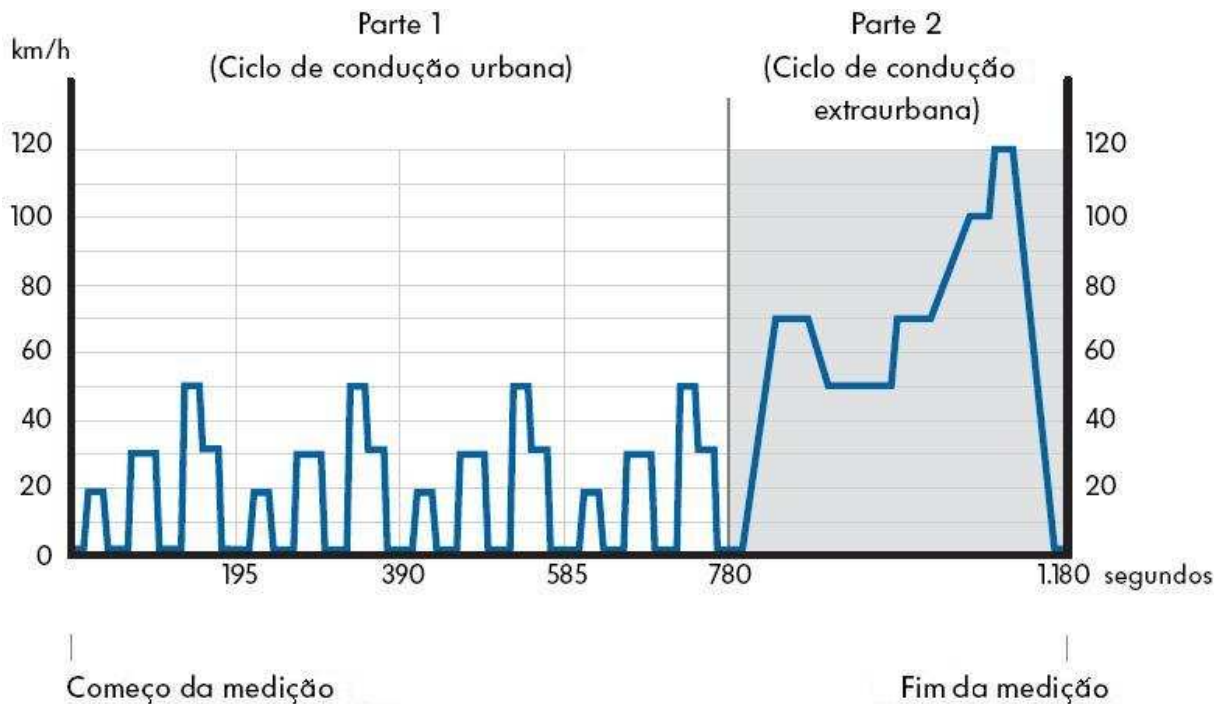


Figura 57 – NEZ (Novo Ciclo de Condução Europeu) sem antecipação de 40 segundos.

Características:

Distância do ciclo: 11,007km

Velocidade média: 33,6km/h

Velocidade máxima: 120km/h

USA: Ciclo de condução FTP 75.

Os valores limite europeus para as emissões de contaminantes dos gases de escape costumam ser comparados com os dos E.U.A., uma vez que este país desempenhou um papel precursor na redução legal das emissões de escape. No entanto, de referir que não é possível estabelecer uma comparação directa sem restrições entre os ciclos de condução. Além disso, os resultados das provas na Europa expressam-se em grama por quilómetro (g/km), enquanto que nos E.U.A. medem-se em grama por milha (g/milha).

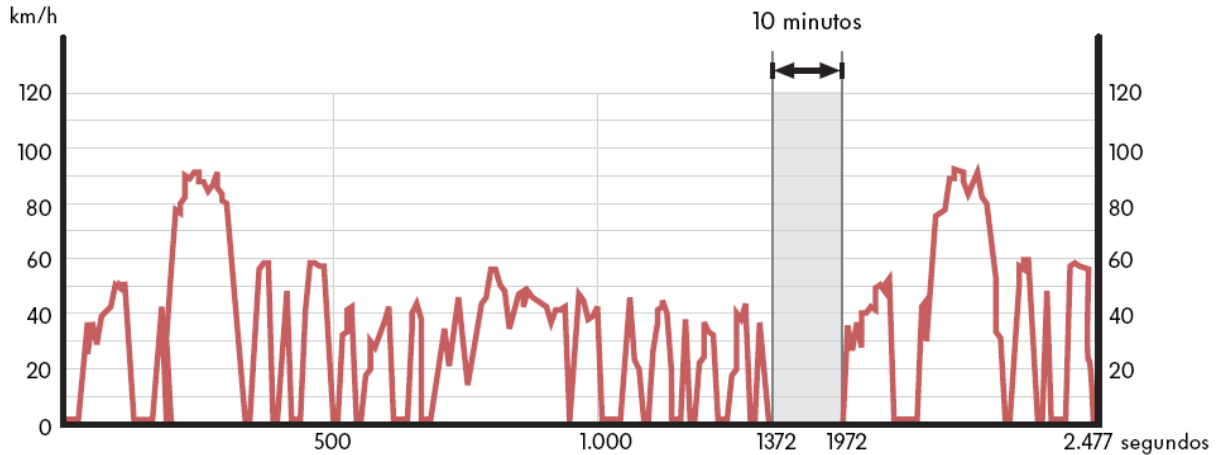


Figura 58 – Ciclo de condução FTP 75 (E.U.A.)

Características:

Distância do ciclo: 17,8 km

Velocidade média: 34,1 km/h

Velocidade máxima: 91,2 km/h

Para esclarecer melhor as diferenças entre o ciclo Europeu NEFZ e o americano FTP 75, sobrepueram-se ambas as curvas no seguinte gráfico. Diferenciam-se na duração da prova, na distância total percorrida, velocidade máxima, velocidade média, nos intervalos de diferentes velocidades e na fase inicial. Sobre tudo, na fase inicial no ciclo FTP 75 representa um maior rigor em comparação com o ciclo NEFZ, porque produz-se a maiores velocidades durante o intervalo de aquecimento do catalizador depois de um arranque em frio.

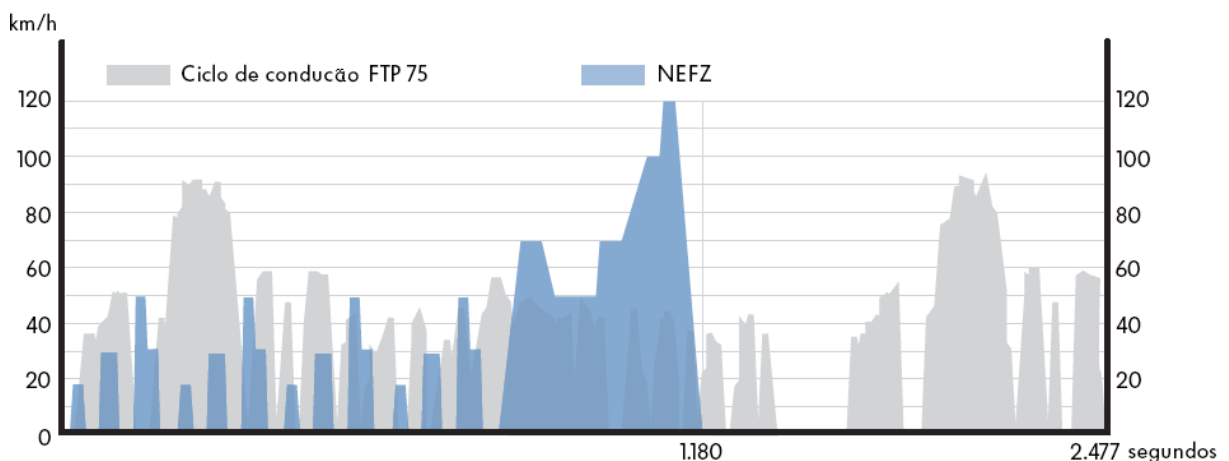


Figura 59 – Sobreposição do ciclo de condução FTP 75 (E.U.A.) e NEFZ (Europa).

Seguidamente uma imagem explicativa do Ciclo Europeu MVEG utilizado pelo banco de provas do laboratório de contaminação do Centro Técnico da SEAT:

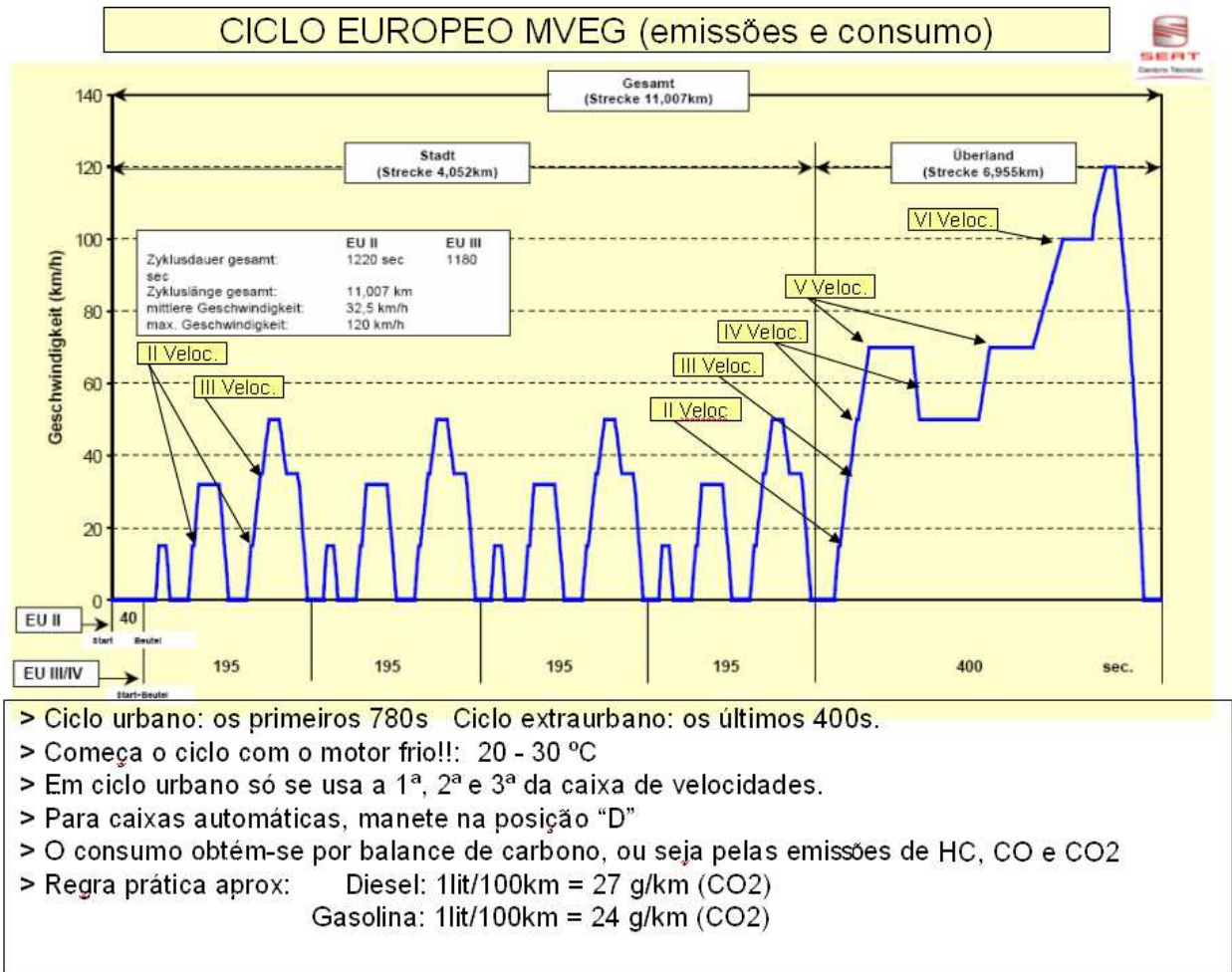


Figura 60 – Ciclo Europeu MVEG, EU II e EUIII. Fonte: imagem a partir de arquivo Power Point gentilmente cedido pelo senhor Torrens do laboratório de contaminação.

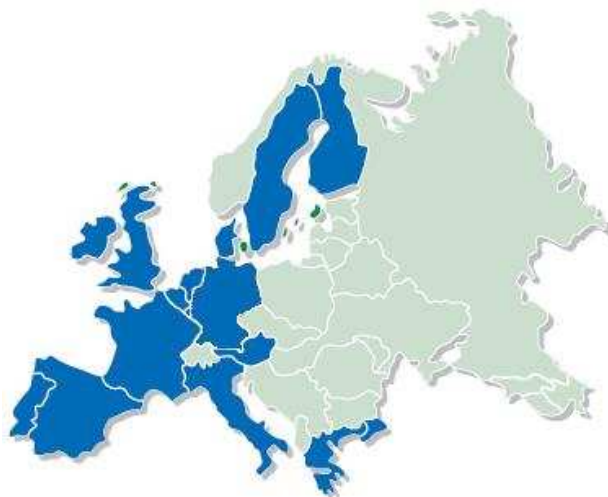
2.2.4 Normas de Emissões

Depois de explicados os métodos de medição, analisemos agora as normas, os valores limite de emissões que devem manter os veículos para a sua homologação ou bem para contar com vantagens fiscais.

Actualmente, as emissões de NOX, HC, CO, e partículas estão regulamentadas para a maioria dos veículos, incluindo automóveis, camiões, autocarros, motas, comboios, tractores e embarcações, no entanto não abrange os navios de navegação marítima e os aviões. Para cada tipo de veículo aplicam-se normas diferentes. Os veículos novos que não estiverem dentro dos valores declarados como limites, têm a sua venda proibida na União Europeia, mas, em contra partida, as novas normas não são aplicáveis aos veículos que já se encontram em circulação. (Moreira, 2008).

Dar-se-á ênfase à legislação e às normas vigentes na União Europeia e à sua implementação cada vez mais restritiva.

Cronologia das normas



EURO II = válida na Europa:



EURO III = válida na Europa:



EURO IV = válida na Europa desde:

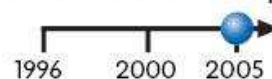


Figura 61 – Cronologia das normas de limitação de emissões na União Europeia.

Normas Europeias:

As normas europeias impõem à indústria automóvel os valores limites para a homologação dos novos modelos.

- **Norma EURO II**

A norma EURO II abarca os valores de limites válidos para a Europa até 31/12/1999, que foram determinados pelo ciclo “NEFZ com antecipação de 40 segundos”.

Os óxidos nítricos NO_x e os hidrocarbonetos HC todavia são indicados conjuntamente como componentes dos gases de escape.

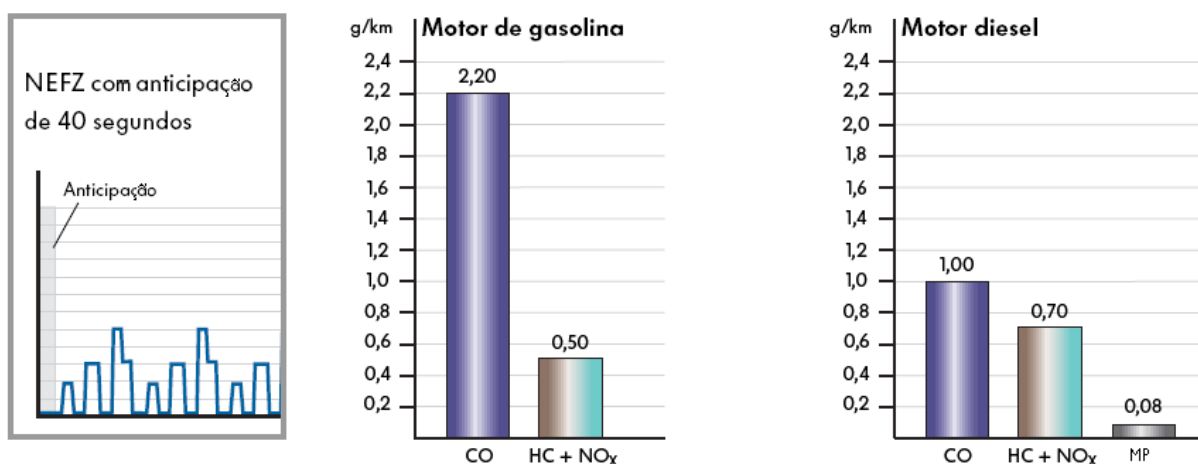


Figura 62 – Norma EURO II e seus limites para motores a gasolina e diesel. Fonte: Programa Autodidático 230 da VW.

- **Norma EURO III**

No dia 01/01/2000 entrou em vigor a norma EURO III, que se mede com o ciclo “NEFZ sem antecipação de 40 segundos” vindo a substituir a norma anterior EURO II.

Os componentes de óxidos nítricos NO_x e hidrocarbonetos HC figuram nesta norma já como valores limite por separado.

De referir que o limite para o monóxido de carbono (CO) parece ser superior ao da norma EURO II, no entanto, devido ao cancelamento do ciclo de antecipação, a quantidade emitida encontra-se por debaixo do nível EURO II.

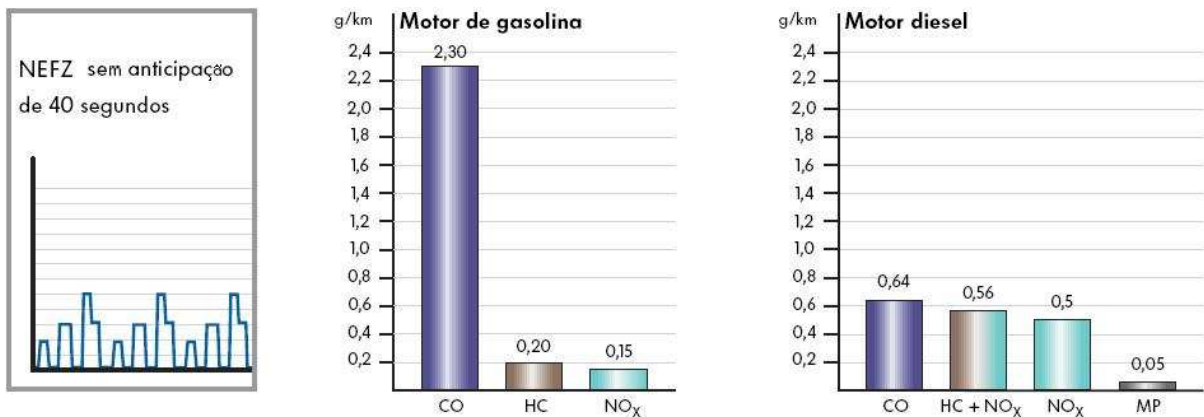


Figura 63 – Norma EURO III e seus limites para motores a gasolina e diesel. Fonte: Programa Autodidático 230 da VW.

- **Norma EURO IV**

No ano 2005 implementou-se mais uma redução dos valores limite, ao entrar em vigor a norma EURO IV, substituindo a norma EURO III. É esta a actual lei em vigor (neste momento, Julho 2009), embora várias marcas já estejam a fabricar modelos com vista a respeitarem as próximas normativas que se avizinham.

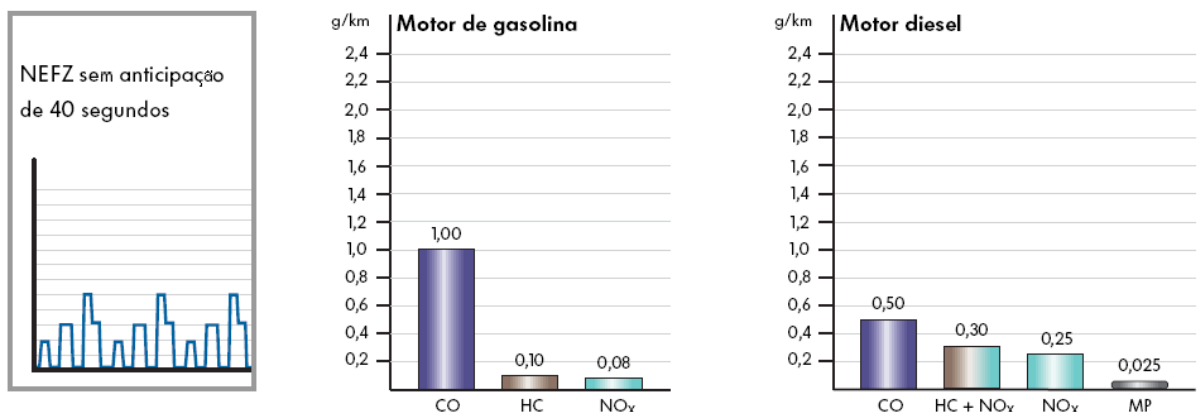


Figura 64 – Norma EURO IV e seus limites para motores a gasolina e diesel. Fonte: Programa Autodidático 230 da VW.



As novas normas EURO V, EURO VI entrarão em vigor em Setembro de 2009 e Setembro de 2014, respectivamente, como indica a seguinte tabela:

Tabela 2 – Normas europeias de emissão de gases para veículos ligeiros de passageiros com motorização diesel (valores em g/km). Fonte: [Martins, 2006; <http://europa.eu/scadplus/leg/pt/lvb/l28186.htm>].

Norma	Directiva	Data	CO	HC	NOx	HC+NOx	PM
Euro I	91/441/CEE	Julho 1992	2,72	-	-	0,97	0,19
Euro II	94/12/CE	Janeiro 1997	1,00	-	-	0,70	0,08
Euro III	98/69/CE	Janeiro 2000	0,64	-	0,50	0,56	0,05
Euro IV	98/69/CE	Janeiro 2005	0,50	-	0,25	0,30	0,025
Euro V	(CE) 715/2007	Setembro 2009	0,50	-	0,18	0,23	0,005
Euro VI	(CE) 715/2007	Setembro 2014	0,50		0,08	0,17	0,005

Seguidamente, uma imagem representativa das datas de entrada em vigor das novas normas Europeias de poluição, para modelos em fabricação e novos modelos:

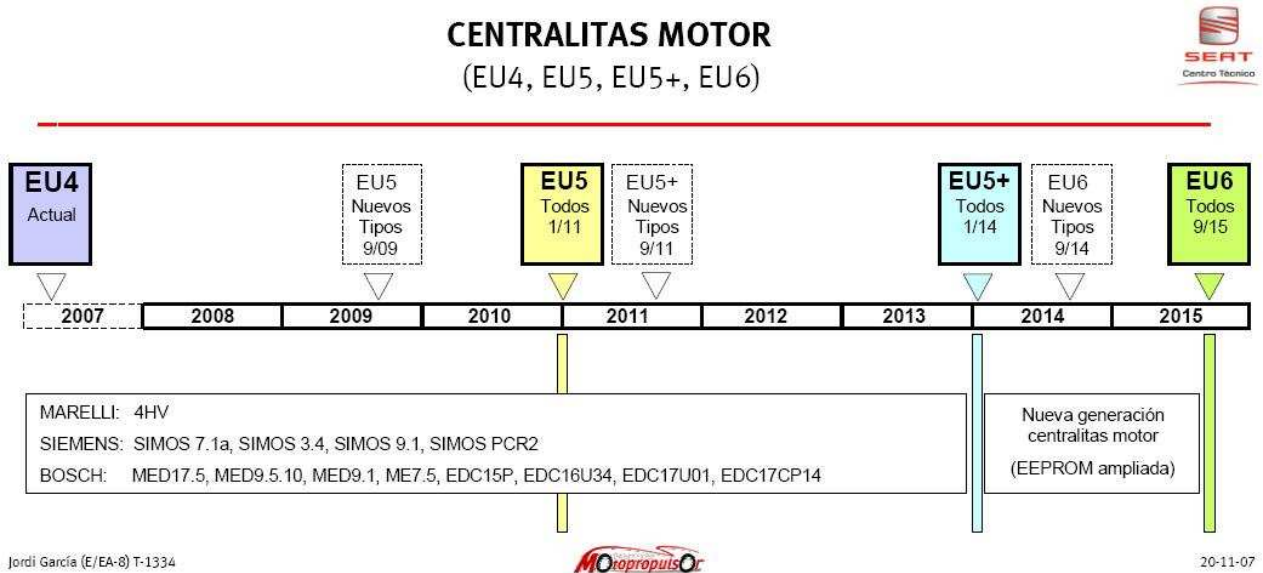


Figura 65 – Entrada em vigor das normas Europeias de poluição. Fonte: imagem a partir de arquivo Power Point gentilmente cedido pelo senhor Jordi Garcia do departamento de *motopropulsión* do Centro Técnico de SEAT.



2.2.5 Impostos e Promoções Fiscais

No dia 15 de Outubro de 2008 foi apresentada a proposta do Orçamento de Estado para 2009. O Orçamento de Estado estipula, entre diversas outras coisas, as novas taxas de imposto aplicadas aos veículos automóveis, a vigorar a partir de 2009. Como o próprio nome indica, é uma proposta, pelo que está sujeita a alterações.

Impostos sobre veículos (ISV) em Portugal em função da cilindrada, emissões de CO₂, combustível e idade do veículo:

Componente cilindrada:

Tabela 3 – Componente cilindrada do Imposto sobre veículos (Automóveis) 2009. Fonte: texto final da Proposta de Lei n.º 118/X que *procede à reforma global da tributação automóvel, aprovando o Código do Imposto sobre Veículos e o Código do Imposto Único de Circulação e abolindo, em simultâneo, o imposto automóvel, o imposto municipal sobre veículos, o imposto de circulação e o imposto de camionagem.*

Escalão Cilindrada (cm ³)	Taxa por cm ³	Parcela a abater
Até 1250cm ³	0,90€	670,00€
Mais de 1250cm ³	4,25€	4857,50€

Componente Ambiental segundo a versão do Orçamento de Estado aprovada no Parlamento (definitiva):

Tabela 4 – Componente ambiental, em função das emissões de CO₂ do Imposto sobre veículos (Automóveis) 2009.

Escalão CO ₂ (g/km)	Taxa por g/km	Parcela a abater
Gasolina		
Até 115g/km	3,50€	329,00€
De 116 a 145g/km	31,50€	3.549,00€
De 146 a 175g/km	38,00€	4.491,50€
De 176 a 205g/km	90,00€	13.591,50€
Mais de 205g/km	125,00€	20.766,50€
Gasóleo		
Até 95g/km	10,00€	730,00
De 96 a 120g/km	48,00€	4.340,00€
De 121 a 140g/km	98,00€	10.340,00€
De 141 a 170g/km	119,00€	13.280,00€
Mais de 170g/km	168,00€	21.610,00€



O ISV é um imposto cujas parcelas são divididas em 40% para a cilindrada e 60% para a componente ambiental (CO₂). Existe um agravamento no valor de 250€+IVA para todos os veículos diesel que emitam 0,005g/km, ou mais, de partículas. Normalmente, os únicos veículos que cumprem este requisito são aqueles equipados com filtro de partículas (siglas DPF ou FP). Os importados usados têm direito a um desconto consoante a idade. Estas são as percentagens a aplicar sobre o total de imposto a pagar.

Desconto Importados Usados segundo a versão do Orçamento de Estado aprovada no Parlamento (definitiva):

Tabela 5 – Desconto dos importados usados no Imposto sobre veículos (Automóveis) 2009.

Tempo de Uso	Percentagem de redução
Mais de 1 a 2 anos	20%
Mais de 2 a 3 anos	28%
Mais de 3 a 4 anos	35%
Mais de 4 a 5 anos	43%
Mais de 5 anos	52%

A tabela 6 é aplicada a todos os veículos cujas emissões de CO₂ não estejam homologadas, nomeadamente todos os veículos comerciais sujeitos ao imposto. Esta tabela também se aplica aos veículos fabricados antes de 1970 (os chamados clássicos). O valor de ISV a pagar pelos clássicos anteriores a 1970 é de 55% do resultado da aplicação da tabela, com as devidas reduções da tabela de desvalorização dos importados usados.

Componente cilindrada:

Tabela 6 – Componente cilindrada do Imposto sobre veículos (Automóveis) com emissões de CO₂ não homologadas, veículos comerciais e veículos clássicos (fabricados antes de 1970).

Escalão Cilindrada (cm ³)	Taxa por cm ³	Parcela a abater
Até 1250cm ³	4,01€	2.588,23€
Mais de 1250cm ³	9,48€	9.429,88€



Para motociclos, triciclos e quadriciclos, aplica-se a tabela 7:

Componente cilindrada

Tabela 7 – Componente cilindrada do Imposto sobre veículos (motociclos, triciclos e quadriciclos).

Escalão Cilindrada (cm ³)	Taxa única
De 180cm ³ até 750cm ³	51,30€
Mais de 750cm ³	102,50€

É importante referir que sobre os valores apresentados acresce o IVA à taxa de 20%. Apresentam-se agora os valores do Imposto Único de Circulação de 2009 (IUC). O pagamento deste imposto deve ser feito no mês da matrícula do carro ou no mês anterior. O pagamento do IUC deve ser feito pela primeira vez até 90 dias depois da data da matrícula. Nos veículos com matrícula a partir de 1 de Julho de 2007, deverá somar o valor obtido a partir da cilindrada com o valor obtido a partir das emissões de CO₂.

Veículos matriculados antes de 1 de Julho de 2007 (até 30 Junho de 2007):

Tabela 8 – Imposto Único de Circulação (IUC) sobre veículos (Automóveis) 2009 para veículos matriculados antes de 01/07/2007.

Gasolina Cilindrada	Outros (Gasóleo, etc.) Cilindrada	Movidos a electricidade Voltagem total	Posterior a 1995	De 1990 a 1995	De 1981 a 1989
Até 1.000	Até 1.500	Até 100	16,40 €	10,30 €	7,20 €
Entre 1.001 e 1.300	Entre 1.501 e 2.000	Mais de 100	32,80 €	18,50 €	10,30 €
Entre 1.301 e 1.750	Entre 2.001 e 3.000		51,30 €	28,70 €	14,40 €
Entre 1.751 e 2.600	Mais de 3.000		130,20 €	69,70 €	29,70 €
Entre 2.601 e 3.500			207,10 €	112,80 €	57,40 €
Mais de 3.500			369,00 €	189,60 €	87,10 €

Veículos matriculados a partir de 1 de Julho de 2007 (inclusive):

Tabela 9 – Imposto Único de Circulação (IUC) sobre veículos (Automóveis) 2009 para veículos matriculados a partir de 01/07/2007.

Cilindrada	Taxa	Emissões CO ₂	Taxa
Até 1.250cm ³	26,10€	Até 120g/km	52,40€
Mais de 1.250cm ³ até 1.750cm ³	52,40€	Mais de 120g/km até 180g/km	78,50€
Mais de 1.750cm ³ até 2.500cm ³	104,70€	Mais de 180g/km até 250g/km	157,00€
Mais de 2.500cm ³	314,00€	Mais de 250g/km	261,70€



Nesta categoria de veículos (B - ligeiros matriculados a partir de 1 de Julho de 2007) existe uma alteração muito importante em 2009. De forma a não prejudicar os veículos mais antigos, e ao contrário do que anteriormente se supunha, existe uma forma de diferenciar os veículos consoante o ano. O texto do orçamento de estado fala em ano de aquisição. Fica a dúvida se se refere ao ano de aquisição em novo, ano da última aquisição (no caso dos usados) ou ano da matrícula. Por uma questão de coerência e justiça, tomar-se-á em conta que se referem ao ano de aquisição em novo. Isto é, conseguido através da aplicação de um coeficiente, obtido através do ano de aquisição e de acordo com a seguinte tabela.

Tabela 10 – Coeficiente, obtido através do ano de aquisição para o cálculo do valor a pagar pelo IUC para veículos matriculados a partir de 01/07/2007.

Ano de aquisição	Coeficiente
2007	1,00
2008	1,05
2009	1,10

Para calcular o valor a pagar terá que: somar a parcela da cilindrada à parcela das emissões e depois multiplicar esse resultado pelo número da tabela acima de acordo com o ano do carro. Exemplo: um carro de 2009, a gasóleo, 2.0 TDI, com 1.968cc de cilindrada e 129 g/km de emissões de CO₂ pagará $104,70 + 78,50 * 1,10 = 191,05€$. Como vemos, este novo método é bastante penalizante para os veículos mais novos, a partir de 2007, uma vez que pelo mesmo carro em 2007 pagava-se 32,80€ (subida de 482%). Este novo imposto veio substituir o anterior Imposto Municipal sobre Veículos (2007).

Tabela 11 – Imposto Municipal sobre Veículos 2007 (denominado vulgarmente “selo”). De referir que está informação desactualizada, apenas disponível para referência. Fonte: <http://impostosobreveiculos.info>.

Automóveis						
Grupos	Combustível utilizado		Movidos a electricidade Voltagem total	Imposto anual segundo o ano de matrícula		
	Gasolina Cilindrada (cm ³)	Outros produtos Cilindrada (cm ³)		Posterior a 1995 1º escalão	Entre 1990 e 1995 2º escalão	Entre 1977 e 1989 3º escalão
A	Até 1.000	Até 1.500	Até 100	16,21 €	9,03 €	5,42 €
B	Entre 1.001 e 1.300	Entre 1.501 e 2.000	Mais de 100	32,38 €	16,21 €	8,46 €
C	Entre 1.301 e 1.750	Entre 2.001 e 3.000		50,29 €	25,23 €	11,41 €
D	Entre 1.751 e 2.600	Mais de 3.000		126,96 €	61,15 €	23,98 €
E	Entre 2.601 e 3.500			201,79 €	97,06 €	46,19 €
F	Mais de 3.501			357,42 €	165,26 €	68,86 €



FEUP



SEAT



Figura 66 – Último dístico do Imposto Municipal sobre Veículos.

2.3 Reduções de Combustível e Emissões

2.3.1 Tecnologias Alternativas

Em termos de poluição ambiental, a utilização de combustíveis de origem fóssil é uma das causas que contribui para a má qualidade do ar. No entanto são esses combustíveis que geram a energia que alimenta os sectores industriais, eléctrico e dos transportes da maior parte da economias do mundo. Por este motivo a questão da sua utilização não pode simplesmente ser deixada de parte. Verificado já por muitos analistas que a era da produção de petróleo passou já o seu pico de máxima produção, assiste-se a uma progressiva escassez da oferta de petróleo o que traz consequências profundas no modo de consumo e produção. Para além disso, a existência da organização dos países exportadores de petróleo (OPEP), funcionando como cartel, (como já se analisou anteriormente) não permite que a nível de preços haja uma concorrência leal, traduzindo-se na necessidade cada vez maior por parte dos seus consumidores, a utilizar outras fontes alternativas. Estas são apenas algumas razões que levam que cada vez mais se estude a utilização de alternativas energéticas:

2.3.1.1 Biodiesel

O Biodiesel é um combustível elaborado a partir de óleos de origem vegetal ou animal, pronto para ser o substituto parcial ou mesmo total do gasóleo em motores diesel, sem que para isso estes sejam sujeitos a quaisquer alterações.

A Agência de Protecção Ambiental (EPA/EE.UU.) tem-no registado para utilização como combustível puro (100% de Biodiesel, o B100), como mistura (com 20% de Biodiesel e o resto gasóleo, B20), ou como aditivo de combustíveis derivados do petróleo em proporções de 1 a 5% (B1 a B5).

Impacto Ambiental:

- O Biodiesel puro (B100) comparado com o gasóleo, reduz a emissão de todos os poluentes, incluindo partículas, excepto o NOx (Figura 67).
- No balanço geral reduz-se o smog.
- São reduzidos os níveis de hidrocarbonetos poliaromáticos (cancerígenos) em 75%.

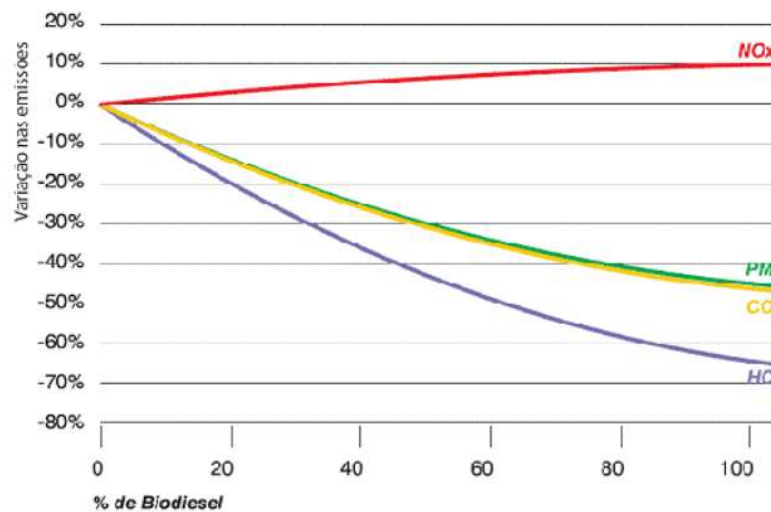
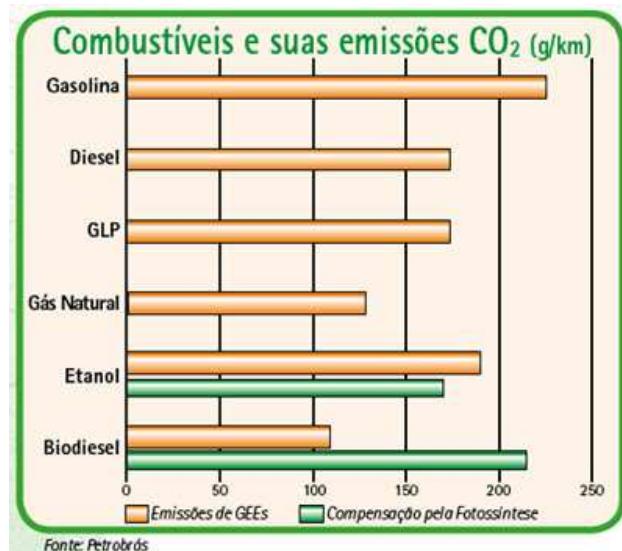


Figura 67 – Efeito nas emissões contaminantes em função da % de biodiesel. Fonte: Ramos 2009.

Vantagens do Biodiesel:

- Diferenças mínimas em binário, potência e consumos dos motores
- Índice de cetano é em média de 55.
- Maior lubricidade (favorece o funcionamento do circuito de alimentação e da bomba de injeção)



Fonte: Petrobrás

Vantagens Técnicas (uso):

Figura 68 – Emissões de CO2 por combustível. Fonte: Petrobrás.

- Não são necessárias modificações nos motores diesel convencionais para o seu uso, obtendo-se similares rendimentos.
- A sua utilização substituta não requer modificações na infra-estrutura de distribuição e venda de combustíveis líquidos instalada.



Desvantagens:

Factos económicos:

- Alta dependência do custo das matérias-primas.
- Geração de um sub produto (glicerina) cuja purificação técnica só é viável para grandes produções

Aspectos técnicos:

- Problemas de fluidez a baixas temperaturas (inferiores a 0°C)
- Escassa estabilidade oxidativa (vida útil / período máximo de armazenamento inferior a seis meses)

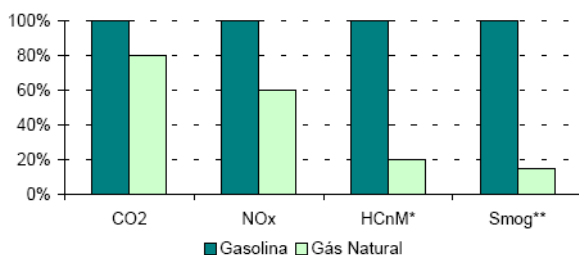
Aspectos técnicos: poder solvente

- Incompatível com uma série de plásticos e derivados naturais (eventual substituição de alguns componentes do motor: mangueiras, juntas, solos, diafragmas, partes de filtros e similares)
- Quando se coloca em tanques sujos por depósitos provenientes do gasóleo, ao “limpar” os ditos depósitos por dissolução parcial, pode terminar obstruindo as linhas de combustível

2.3.1.2 Gás Natural Veicular (GNV)

O gás natural comprimido (GNC) é obtido pela compressão do gás natural a uma pressão de cerca de 220 atm e armazenado em cilindros. A sua principal aplicação é em veículos com motores de ciclo Otto, na forma de gás natural veicular (GNV). Pode ser utilizado em veículos a gasolina ou álcool que tenham os seus motores convertidos. A principal vantagem do GNV em relação à gasolina e ao diesel são as suas emissões, reflectindo-se assim numa melhoria na qualidade do ar. A queima do gás natural é completa, praticamente não emite fumo negro nem compostos de enxofre.

Emissões de veículos a gás natural e a gasolina:



* Hidrocarbonetos não Metânicos
** Gases com efeito estufa e toxinas

Emissões de veículos a gás natural e a diesel:

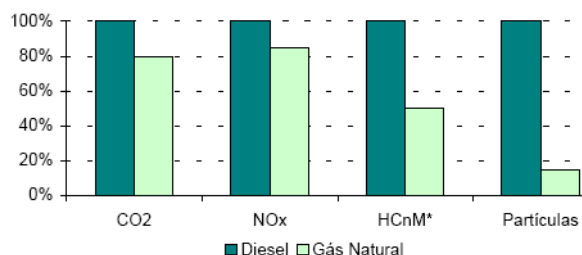


Figura 69 – Comparação das emissões do GNV com gasolina e gasóleo. Fonte: Ramos 2009.

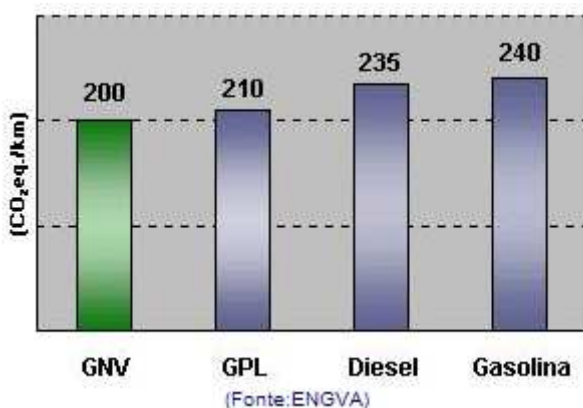


Figura 70 – Impacto dos diferente combustíveis no aquecimento global.

Os veículos alimentados a gás natural são tão seguros quanto os veículos alimentados a gasolina. O gás natural, ao contrário dos combustíveis líquidos e do GPL, dissipa-se na atmosfera em caso de acidente, evitando-se os riscos de incêndio criados por poças de gasolina, gasóleo ou GPL no chão.

Tabla 12 – Propriedades gás natural, gasolina e gasóleo.

Os sistemas de combustível GNV são "selados", o que impede quaisquer fugas ou perdas evaporativas. Mesmo que ocorresse uma fuga num sistema de GNV, o gás natural dissipar-se-ia na atmosfera uma vez que este é mais leve do que o ar (densidade de cerca de 0,5).

Propriedades	Gás Natural	Gasolina	Diesel
Limites de inflamabilidade (% volúmica no ar)	5 a 15	1,4 - 7,6	0,6 - 5,5
Temperatura de auto-ignição (°C)	450	300	230
Energia de ignição mínima (10 ⁶ kJ)	0,26	0,22	0,22
Temperatura-pico de chama (°C)	1884	1977	2054

Fonte: Natural Gas Vehicle Coalition

O GN tem uma temperatura de ignição bastante superior à gasolina e ao gasóleo. Além disso, os limites de inflamabilidade são superiores, ou seja, são necessárias maiores concentrações de gás no ar para que haja combustão.

Os veículos a GNV assim como os GPL são bi-fuel, ou seja, são veículos que para além desse combustível também possuem depósito de gasolina ou álcool como no Brasil. A maior parte dos fabricantes de automóveis possuem pelo menos um bi-fuel.

2.3.1.3 Gás de Petróleo Liquefeito (GPL)

O GPL é obtido a partir da destilação do petróleo, sendo o último dos produtos que se obtêm durante a sua refinação. Entre várias utilizações possíveis o GPL tem a vertente automóvel, combustível para motores de explosão (opção à gasolina).

Os veículos com sistema GPL são veículos Bi-fuel, pois possuem dois depósitos (gasolina e GPL), que funcionam alternadamente consoante a escolha do condutor. Nunca se

utiliza simultaneamente os dois combustíveis pois o sistema de injeção é diferente para ambos os casos. Os fabricantes mais conhecidos de automóveis possuem veículos Bi-fuel (GPL), mas também é possível converter um automóvel a gasolina em oficinas credenciadas.

É um combustível muito interessante para motores de explosão, pois comparado com a gasolina, consegue um significativo benefício económico (devido ao preço do GPL ser mais baixo), diminui a quantidade de emissões poluentes e aumenta a vida útil do motor (devido à ausência de resíduos na combustão). No entanto possui algumas perdas de potência e performances (menos de 10%).

O índice de octano é superior ao da gasolina, cerca de 110 RON contra os 98 RON da última. A combustão é muito mais limpa, dela resultando teores de CO e CO₂, bastante inferiores aos da gasolina.

Por outro lado os resíduos não queimados não apresentam hidrocarbonetos aromáticos como o benzeno, os benzopirenos e outros PNA (polímeros aromáticos). Todos estes componentes são considerados cancerígenos perigosos.

Como alternativa aos outros combustíveis para motores de combustão interna, o GPL é injectado no motor em estado gasoso, o que permite uma maior homogeneização com o comburente (oxigénio), logo uma melhor combustão.

Exemplo: Motor 1.6 L de 75 kW (102 cv) do novo Golf VI.

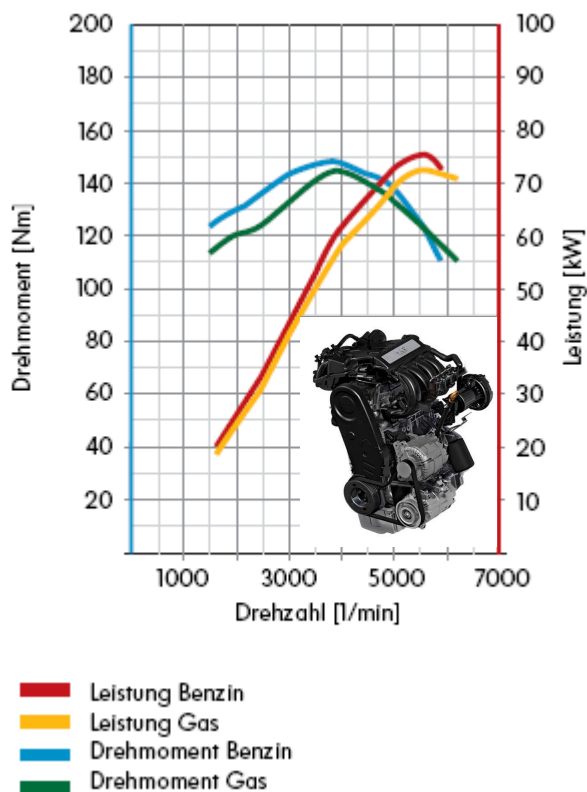


Figura 71 – Curvas de potência e binário do motor 1,6 L de 75 kW do novo Golf VI. Fonte: www.vw.de.

No gráfico ao lado, é possível ver a comparação entre a curva de potência e binário do motor, funcionando a gasolina e a gás, no qual se verifica uma ligeira perda nas performances. Segundo a Volkswagen este motor debita uma potência máxima de 73 kW quando funcionando a gás (2 kW menos que a gasolina).

Considerando o mesmo motor e tomando como ponto de partida os seguintes dados usados pelo site www.vw.de:

Distância percorrida anualmente: 26000km.

Duração de tempo: 5 anos.

Custo adicional do sistema a gás: 2500 €.

Preço Gasolina: 1,20 €/L.

Consumo combinado de gasolina: 7,2 L/100km.

Preço Gás: 0,60 €/L.

Consumo combinado de gás: 9,20 L/100km



FEUP



SEAT

Os resultados são os seguintes:

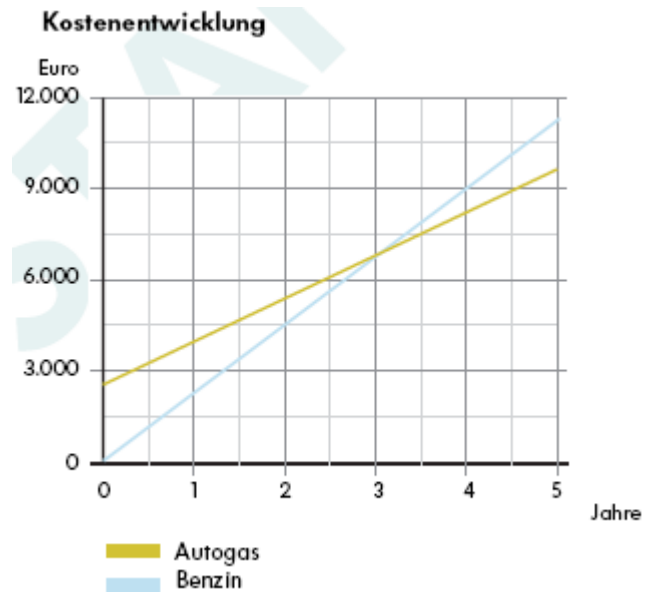
Poupança anual em combustível:
311,20€.

Poupança ao fim de 5 anos :1.556 €.

Amortização ao fim de: 80.128 km.

Amortização ao fim de: 3,08 anos, como indica o gráfico.

Figura 72 – Amortização do sistema a gás. Custo vs Anos. VW. Fonte: intranet da Volkswagen.



Vantagens:

- Economia de 50% relativamente à gasolina (GPL = 0,55€/litro; gasolina 95 = 1,28€/litro, aumento progressivo).
- Menores emissões poluentes.
- Superior duração do motor.
- Funcionamento mais suave do motor.
- Opção de funcionamento a gasolina.
- Aumento de autonomia (2 depósitos).

Desvantagens:

- Espaço ocupado na mala pelo depósito (opção do local da roda suplente);
- Ligeira perda de potência.

2.3.1.4 Veículos Híbridos

Os veículos híbridos (ICE-HEV, “internal combustion engine - hybrid electric vehicles”) são constituídos por um motor de combustão interna, um motor eléctrico e baterias de acumulação. O motor eléctrico funciona também como gerador (Motor/Gerador-MG), ou seja, utiliza a energia das baterias para auxiliar o motor de combustão interna (Motor) e vice-versa, utilizando a inércia do motor de combustão e o movimento das rodas (travagem regenerativa) para carregar as baterias de acumulação (Gerador).

Esta combinação permite que o motor térmico funcione em regime aproximadamente permanente, a que corresponde o mínimo de emissões e de consumo de combustível. Estas condições são garantidas pelo motor eléctrico que é usado para aceleração e sempre que o binário disponibilizado pelo motor térmico não seja suficiente. Ao contrário da curva de binário do ICE, a curva do motor eléctrico é elevada e constante a baixas rotações de maneira

a conseguir uma excelente simbiose. O ICE desliga-se sempre que possível, por exemplo, carro parado ou então quando o motor eléctrico preenche as necessidades que são exigidas.

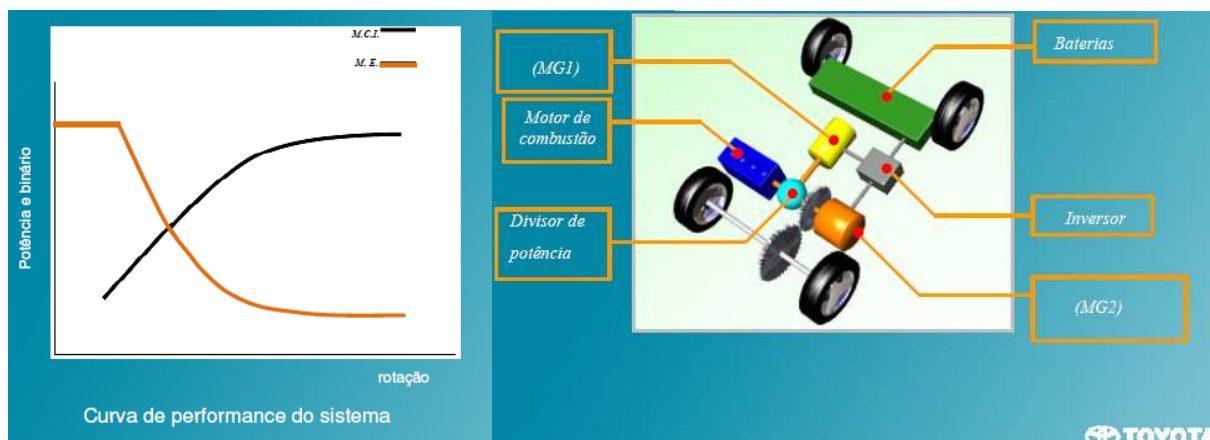


Figura 73 – Toyota Hybrid System. Legenda: MCI (motor de combustao interna), ME (motor eléctrico), MG (motor gerador). Fonte: <http://www2.toyota.co.jp/en/tech/environment/ths2/speci.html>

Em relação às tecnologias de armazenamento de energia, o desenvolvimento de baterias de tracção de alto desempenho é um problema chave para a futura aceitação de veículos híbridos e eléctricos no mercado. Os veículos híbridos mais recentes, protótipos ou em produção, utilizam pacotes de baterias com tecnologia de Hidreto Metálico de Níquel (NiMH), Iões de Lítio. As baterias de iões de Lítio e NiMH possuem maior potência específica, densidade de energia e potência de saída em baixo estado de carga que as de tecnologia de Chumbo Ácidas (PbA), para iguais especificações resultam em baterias muito mais leves e compactas. A alta potência específica também significa que as baterias de iões de Lítio e NiMH são mais aptas a aceitar os altos níveis de pico de potência associados com a travagem regenerativa. Estudos realizados demonstram que para veículos médios ou pequenos, os sistemas de Li-Íon são mais adequados para veículos de hibridação moderada, enquanto que os sistemas NiMH apresentam desempenho geral melhor em veículos de hibridação média-alta.

2.3.1.5 Veículos Eléctricos

Esta tecnologia será uma das possíveis soluções de mobilidade para o nosso futuro (próximo). De propulsão 100% eléctrica, estes veículos não emitem quaisquer emissões nocivas. A base do seu motor é idêntica à do veículo híbrido com a excepção do motor de combustão interna. A alimentação das baterias é feita através da rede eléctrica.

Em Portugal (e outros países) esta não é, por agora, uma solução viável. Cerca de 85% da energia primária consumida no nosso país é importada e de origem fóssil (petróleo, carvão e gás natural). Não existe interesse nenhum que uma viatura não emita emissões nocivas, que dependa de electricidade para se mover, quando grande parte dessa energia deriva de combustíveis fosseis. Apenas será viável quando a maior parte da energia derivar de energias renováveis (Hidroelectricidade, Eólica e Geotérmica).



O grande defeito dos veículos eléctricos é a sua autonomia, que geralmente é pequena devido à dificuldade de armazenamento das baterias. Outro problema é o facto de não haver postos de abastecimento, ou seja, como o tempo de carregamento das baterias dura horas, não faz muito sentido haver postos de abastecimento, para além disso iria ser complicado.

Recentemente temos vindo a assistir à apresentação de protótipos de automóveis eléctricos cada vez mais competitivos como os utilitários apresentados pela Renault e os desportivos e familiares apresentados pela Tesla Motors. Esta marca americana apresentou o seu Tesla Roadster que promete entrar em comercialização nos finais de 2009, nos E.U.A., Europa e Canadá. Este desportivo 100% eléctrico, estabeleceu um novo recorde de autonomia com cerca de 393 km com uma única carga no seu pack de baterias de iões de lítio. Acelera dos 0 aos 100 km/h em 4,0 segundos, tem 248 cv de potência e 1235 kg de peso e uma velocidade máxima de 208 km/h. Um recarregamento completo do sistema das baterias demora 3 horas e meia com o conector eléctrico de 70 Ampere e 240 Volt. Este automóvel estima-se sair com o preço base de 109.000 US\$.



Figura 74 – Recarregamento eléctrico dum Tesla Roadster.



Figura 75 – Tesla Roadster (vista exterior)

Em meados de 2011 a Tesla Motors prevê arrancar a produção do Model S, um familiar com capacidade para 5 adultos e 2 crianças ao preço de 57.400 US\$ para a versão de menor autonomia, 240 km. Terá uma aceleração de 5,6 segundos dos 0 aos 100 km/h e terá uma versão com uma autonomia de até 480 km, na sua versão de bateria maior (no entanto os preços para esta versão de bateria ainda não foram anunciados). Este automóvel pesará cerca de 1735 kg dos quais 544 kg correspondem às baterias, baterias estas compostas por 8 mil células face às 6 mil do roadster. Pode ser carregado numa tomada de 230 V em apenas 4 horas. Possui também melhor coeficiente aerodinâmico que o roadster com um Cx de 0,27 face aos 0,35 do roadster. O model S da Tesla poderá ainda mudar de baterias, o que demorará um tempo entre 5 a 8 minutos.



Figura 76 – Tesla Model S (vista posterior).



Figura 77 – Tesla Model S (vista dianteira).

2.3.1.6 Células de Combustível

Uma célula de combustível pode ser definida como um dispositivo electroquímico que transforma continuamente a energia química em energia eléctrica (e algum calor) desde que lhe seja fornecido o combustível e o oxidante. O combustível é o hidrogénio ou um composto que o tenha na sua constituição e o oxidante é o oxigénio. Existem várias fontes pelas quais se obtém o hidrogénio: electrólise da água, gás natural, propano, metanol, ou outros derivados do petróleo como qualquer hidrocarboneto. O oxigénio obtém-se a partir do ar ou da electrólise da água. Uma célula de combustível é constituída por dois eléctrodos e entre os dois um electrólito (figura 78). A função do electrólito é de actuar como um meio que permite aos iões (H^+ , OH^- , O_2^- , CO_3^{2-} , ...) passarem no sentido de um eléctrodo para o outro.

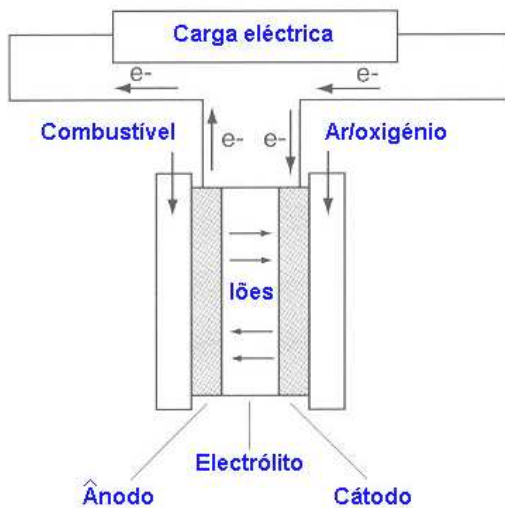


Figura 78 – Princípio de funcionamento duma célula de combustível,

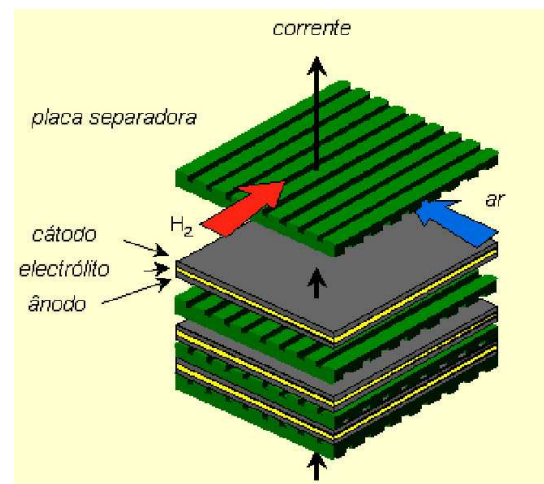


Figura 79 – Representação duma pilha de combustível.

Electrólise da água

O método mais limpo de se obter hidrogénio é através da electrólise da água. Este método baseia-se na utilização da energia eléctrica, para separar componentes da água (hidrogénio e oxigénio), sendo o rendimento global do processo da ordem dos 95%.



A energia eléctrica poderá vir de fontes renováveis, como a energia solar, eólica, hídrica, maremotriz, geotérmica, etc. Com este tipo de fontes renováveis o uso da electrólise tem como vantagem ser uma forma de produzir hidrogénio perfeitamente limpa. Mas também tem aspectos negativos, como serem necessárias grandes quantidades de energia, sendo que em geral as fontes de energia usadas são não renováveis e consequentemente poluidoras.



2.3.1.7 Álcool

O álcool é muito utilizado como combustível no Brasil, derivado da cana do açúcar, em substituição à gasolina. Tudo começou a partir da primeira grande crise mundial do petróleo em 1973 para o qual o Brasil viu a luz ao fundo do túnel com o lançamento do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), a primeira iniciativa mundial para a produção em energia alternativa em larga escala. No início deste programa apenas existiam veículos a álcool ou a gasolina. O comprador teria que optar a compra do automóvel consoante a escolha do combustível.

O álcool como era muito barato, os consumidores optaram por estes veículos. No entanto a procura de álcool era muito maior que a oferta, ou seja, não havia álcool para todos nos postos de abastecimento.

Hoje é produzido álcool anidro (sem água) para ser adicionado na gasolina e álcool hidratado para o consumo em veículos projectados para o uso exclusivo do álcool como combustível. Com base no álcool anidro, a tecnologia “Flex” feita para consumir tanto com álcool como com gasolina, e com a mistura em qualquer proporção desses 2 combustíveis.

Poder calorífico:

O álcool, como contém oxigénio na molécula, tem um poder calorífico inferior ao da gasolina, dado que o oxigénio (34,7% do peso molecular do etanol é oxigénio) aumenta o peso molecular, no entanto não produz energia. Explicação esta, para o menor número de km/L de um motor a álcool em relação ao mesmo motor a gasolina. O álcool hidratado (95%) produz a energia de 20,05 MJ/L, enquanto que a alcoosolina (22% de álcool, 78% de gasolina) produz 27.57MJ/L. Conclui-se então que 1 litro de gasolina produz 37,5% mais energia que 1 litro de álcool. Um motor com o mesmo rendimento térmico, se com gasolina fizer 10 km/L, com álcool faz 7,27 km/L.

Razão estequiométrica:

A razão estequiométrica do álcool é de 8,4:1 (8,4 partes de ar para cada parte de álcool) em massa, enquanto a gasolina é de 13,5:1. Para a mesma massa de ar, é utilizado 60% a mais de massa de álcool. Em volume, é necessário mais 43% de álcool do que de gasolina. Logo os bicos de injeção para o álcool têm que ter um caudal cerca de 50% maior do que bicos de injeção para gasolina.

É interessante saber que apesar da gasolina fornecer mais 37,5% de energia, o facto de ser necessário 43% a mais de álcool para a mistura faz com que um motor ganhe cerca de 5% de binário e potência, só de passar a consumir álcool.



Octanagem:

O álcool possui um maior poder anti-detonante do que a gasolina. A gasolina comum possui 95 ou 98 octanas, o álcool tem o equivalente a 110 octanas. O que significa que consegue suportar maior compressão sem explodir espontaneamente. Isto faz com que um motor a álcool possa ter uma taxa de compressão maior do que um motor a gasolina.

As taxas para gasolina variam entre 9 e 10,5:1, as taxas para álcool ficam entre 12 e 13,5:1.

O rendimento térmico de um motor (% da energia do combustível que é transformada em movimento pelo motor) aumenta com o aumento da sua taxa de compressão, logo os motores projectados para álcool tendem a ter um rendimento térmico maior do que um motor projectado para gasolina, compensando parte do menor poder calorífico. Assim, o motor não faria apenas 7,27 km/L, faria algo entre 7,5 e 8 km/L, devido ao melhor aproveitamento da energia do combustível. A velocidade da chama do álcool é menor, procurando maiores avanços de ignição.

O sistema “flex” é composto por um sensor electrónico na linha de combustível que mede o teor de álcool na gasolina. O sensor ajusta automaticamente os componentes do motor para trabalharem com cada mistura. O mesmo tanque, o mesmo motor e o mesmo sistema de injeção para ambos os combustíveis.

Esta nova tecnologia, deve levar ao final da produção de veículos com motor a álcool.

Nos postos de combustível existe o E85 (85% etanol e 25% gasolina), composto já misturado pois a tecnologia “flex”, apesar de funcionar com qualquer relação etanol/gasolina, vem preparada para melhor rendimento.

Portanto de maneira geral:

- É ecologicamente viável pois a poluição que produz é compensada pela produção de cana do açúcar, combustível.
- É economicamente viável pois o álcool é um combustível renovável que não depende de combustíveis fósseis, mas sim da produção da cana do açúcar, combustível.
- A utilização de E85 nos veículos “flex” faz aumentar o rendimento do motor.
- Em Portugal não existe comercialização deste combustível.



FEUP



SEAT

2.3.2 Gasolina e Diesel.

Hoje em dia já não basta desenvolver tecnologias específicas para veículos, destinados a reduzir gases de escape e os consumos, investindo grandes quantidades de dinheiro em tecnologias ainda pouco difundidas e de difícil acesso. Isto também muito em parte pela forte inércia do sistema energético global e à dificuldade de mudar a economia mundial e os hábitos das pessoas assentados ainda nas energias de origem fóssil. É portanto, prioritário enquanto o futuro das energias completamente limpas não chega, tentar otimizar e reduzir gastos energéticos e as contaminações com as tecnologias actuais, como o motor diesel e gasolina. Por todos estes motivos procede-se a uma análise do veículo por inteiro e ajustar entre si todos os seus componentes. Em virtude deste desenvolvimento integral dos veículos, podem-se descrever três estratégias básicas para a redução dos gases de escape:

- Redução do consumo.
- Tratamento dos gases de escape.
- Controlo de funcionamento.

As medidas específicas relacionadas com estes conceitos apresentam-se seguidamente:

2.3.2.1 Redução do Consumo

2.3.2.1.1 Aerodinâmica

As formas aerodinâmicas do veículo oferecem uma baixa resistência ao ar, o que se traduz num menor consumo de combustível. Nas últimas décadas, a Volkswagen conseguiu reduzir o valor do coeficiente de arrasto (C_x) de mais de 0,45 a menos de 0,30. Isto representa um grande avanço, tendo em conta que a uma velocidade de 100 km/h cerca de 70% da energia de propulsão é consumida para vencer a resistência do ar.



Figura 80 – Teste de aerodinâmica no VW Passat de 1998. Fonte: Autodidático número 192 da VW.

2.3.2.1.2 Reduções de Peso

Os altos níveis de segurança e os crescentes níveis de conforto são factores opostos às reduções do peso. No entanto é necessário reduzir o peso para poder diminuir o consumo. Tal como já acontecia nos Audi A8/A2 (space frame) e no lupo 3L que conseguiram uma redução de peso importante pela utilização de materiais leves na carroçaria (alumínio, magnésio).

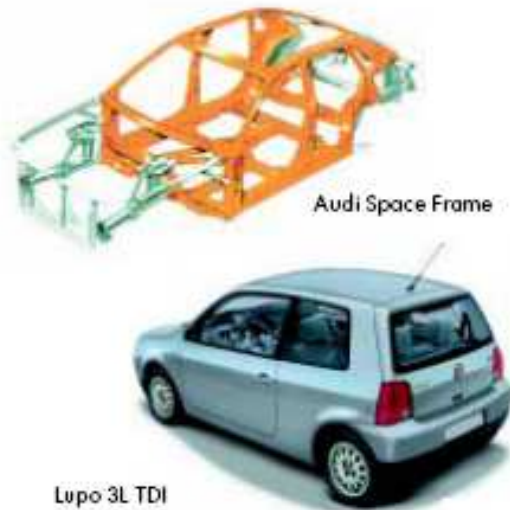


Figura 81 – Carroçaria em alumínio do Audi A8 e Lupo 3L TDI. Fonte: Programa Autodidático 204 da VW.

2.3.2.1.3 Sistemas de Gestão de Motores

Os sistemas de gestão de motores actuais influenciam todos os componentes reguláveis (actuadores) de um motor. Isto significa que todos os sinais dos sensores (p.e. regime do motor, massa de ar, pressão de sobrealimentação) analisam-se na unidade de controlo do motor e transformam-se em sinais de regulação para os componentes reguláveis (p.e. quantidade e momento de injeção, ângulo de ignição). A partir daí é possível gerir o motor em função da carga e otimizar a combustão.

2.3.2.1.4 Optimização de Motores e Transmissões

O desenho dos motores e das transmissões exerce uma grande influência sobre o consumo dum veículo. No caso dos motores por exemplo, os sistemas de injeção modernos são factores importantes para estabelecer uma combustão com consumos mínimos. No caso da caixa de velocidade, é preciso adaptar as relações das mudanças ao tamanho e peso do veículo de maneira a que se possa utilizar o motor predominantemente no regime de rotações que representa um consumo mais adequado.

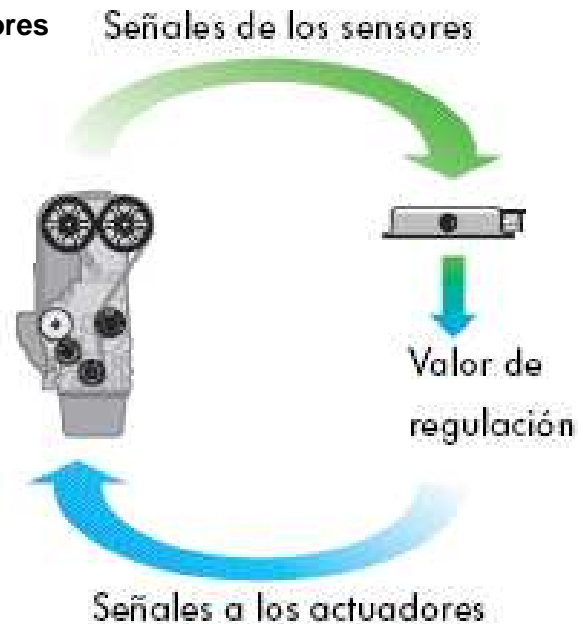


Figura 82 – Circuito de regulação da gestão do motor. Fonte: Programa Autodidático 230 da VW.



Figura 83 – Unidade Motor/caixa de velocidades do VW Lupo 3 L. Fonte: Programa Autodidático 218 da VW.

2.3.2.1.5 Desaeração do Depósito

Para evitar que os vapores de gasolina (HC) contaminem o ambiente, a gasolina evaporada do depósito de combustível armazena-se num depósito de carvão activo e é enviada de forma especialmente dosificada para a combustão.

2.3.2.1.6 Recirculação dos Gases de Escape

Nos motores modernos implanta-se a recirculação dos gases de escape, para reduzir, por uma parte, a potência necessária para a admissão do motor e por outra, para aproveitar o efeito positivo dos gases de escape sobre o fenómeno da combustão em determinadas situações de marcha.

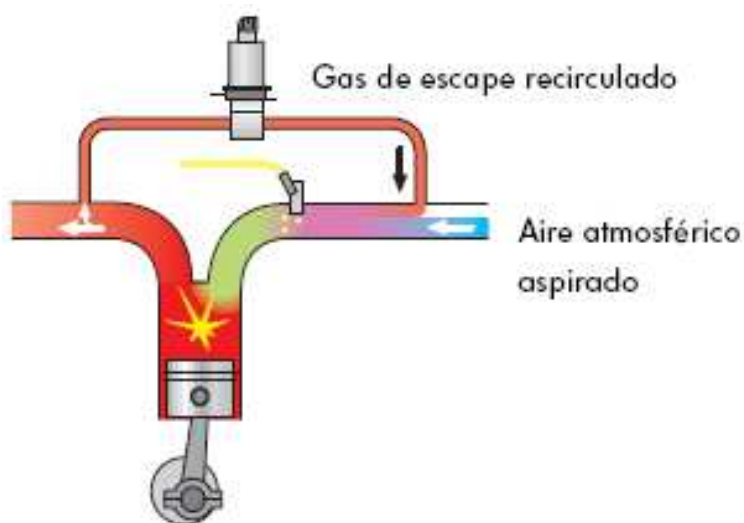


Figura 84 – Recirculação dos gases de escape. Fonte: Programa Autodidático 230 da VW.

2.4 Tratamento dos Gases de Escape

2.4.1 Catalizador (Motor Gasolina)

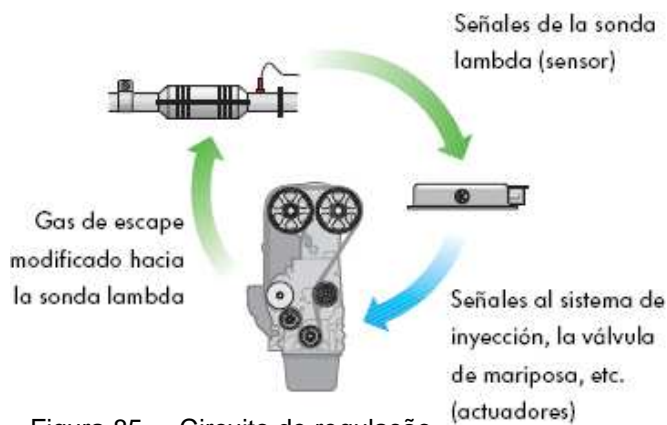


Figura 85 – Circuito de regulação lambda. Fonte: Programa Autodidático 230 da VW

O tratamento dos gases de escape dos motores a gasolina realiza-se por meio de catalizadores. A regulação do ciclo catalítico está a cargo da unidade de controlo do motor: a sonda lambda transmite à unidade de controlo do motor os sinais correspondentes à concentração de oxigénio nos gases de escape. A unidade de controlo do motor encarrega-se de manter regulada a mistura combustível/ar numa proporção $\lambda = 1$ (estequiométrica).

O catalizador inicia o seu efeito a partir duma temperatura de aprox. $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ e requer um certo tempo para alcançar a sua temperatura de serviço depois do arranque a frio. Nos sistemas de escape de vanguarda implementam-se pré-catalizadores para abreviar a fase de aquecimento e poder depurar os gases de escape depois dum tempo mínimo. Estes pré-catalizadores instalam-se perto do colector de escape, têm geralmente dimensões mais pequenas e alcançam por isso mais rapidamente a sua temperatura de serviço.

A depuração catalítica baseia-se em duas reacções químicas:

1. Redução – extracção de oxigénio dos componentes dos gases de escape.
2. Oxidação – adição de oxigénio aos componentes dos gases de escape (recombustão).

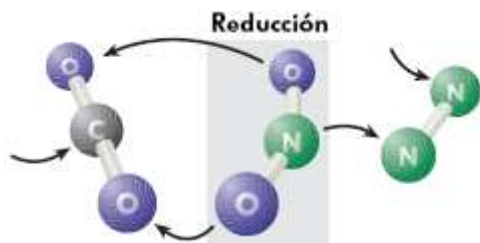


Figura 86 – Redução. Os óxidos nítricos NOX reduzem-se formando dióxido de carbono CO2 e azoto N2.



Figura 87 – Oxidação. O monóxido de carbono CO oxida-se a dióxido de carbono CO2

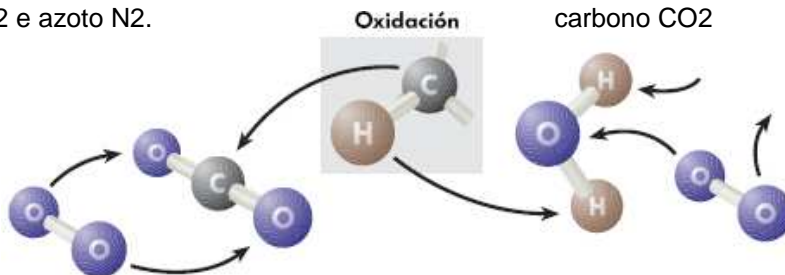


Figura 88 – Oxidação. Os hidrocarbonetos HC oxidam-se a dióxido de carbono CO2 e água H2O.

2.4.2 Catalizador (Motor Diesel)

O motor diesel trabalha com défice de gasóleo na mistura de combustível e ar. Como tal não é necessário controlar a concentração de oxigénio através da função da sonda lambda e um catalizador, deste modo um catalizador de oxidação encarrega-se da depuração catalítica dos gases de escape com ajuda do alto conteúdo residual de oxigénio nestes.

Isto significa, que no caso do motor diesel, não se procede a uma regulação da depuração catalítica dos gases de escape e que o catalizador de oxidação apenas pode converter os componentes oxidáveis. Desta forma reduzem-se claramente os hidrocarbonetos HC e o monóxido de carbono C. No entanto, os conteúdos do óxidos nítricos dos gases de escape só podem ser reduzidos mediante melhorias no design (por exemplo câmaras de combustão e sistemas de injeção).



Figura 89 – Partículas materiais, constituídas por fuligem e compostos inorgânicos (sulfatos, água e cinzas).

As partículas de fuligem, características dos gases de escape dum motor diesel, constam dum núcleo e vários componente adicionados, dos quais unicamente os hidrocarbonetos HC se oxidam no catalizador de oxidação. Os resíduos das partículas de fuligem só podem ser captados mediante filtros especiais.

2.4.3 Controlo do Funcionamento

O controlo de funcionamento de todos os componentes e sistemas de relevância para a composição dos gases de escape num veículo é o “Diagnóstico de Bordo” ou comumente chamado OBD (On Board Diagnostic). Foi implementado pela primeira vez em 1988 na Califórnia e a versão europeia designa-se EOBD, sendo obrigatório desde o ano 2000 por lei para a homologação dos novos veículos lançados para a indústria automóvel.

As falhas e avarias que declinam o comportamento dos gases de escape visualizam-se por meio dum testemunho, um ícone luminoso no quadro de instrumentos. Com a ajuda dum visor de dados OBD ou com a ajuda do sistema para diagnósticos, medição e informação de veículos como o “VAS 5051”, é possível consultar as avarias em questão e diversas outras informações através do interface para diagnose.



FEUP



SEAT

2.5 BlueMotion e Enquadramento do Start-Stop

Na linha dos crescentes esforços que se tem vindo a desenvolver para afrontar as alterações climáticas mundiais, o grupo Volkswagen desenvolveu há algum tempo uma estratégia consorcial do CO₂ com um carácter marcadamente próprio. Designa-se pelo nome de “BlueMotion” e alcançou entretanto recentemente a segunda geração do BlueMotion.

Foi no ano 2006 que, sob a designação de BlueMotion, a primeira geração da estratégia consorcial do CO₂ foi iniciada. O principal objectivo destes primeiros equipamentos era contribuir para a redução do consumo de combustível e, de tal forma, reduzir também as emissões contaminantes à base duma implementação de medidas de adaptação mecânica.

As principais medidas que se implementaram na primeira geração do BlueMotion foram as seguintes:

2.5.1 Condições Aerodinâmicas Melhoradas, Especialmente nos Parachoques e Baixos do Veículo

Maior aerodinâmica é maior economia. O coeficiente de arrasto (Cx) é, em média 7% mais baixo nos BlueMotion do que no modelo base. Modificações na grelha, painéis na parte de baixo do automóvel e spoilers optimizam o fluxo de ar e dessa forma diminuem o coeficiente de arrasto. Um chassis rebaixado também ajuda a melhorar a aerodinâmica, com uma suspensão rebaixada 15mm à frente e 8mm atrás. Os modelos Bluemotion vêm equipados com suspensão desportiva, à excepção do Polo e do Passat. Também para melhorar a aerodinâmica, usam-se jantes de aço de 6 ½ x 16 com tampões Trendline.



Figura 90 – VW Polo BlueMotion com o kit aerodinâmico. Fonte: www.vw.de

Menor Resistência ao Rolamento

Menor resistência é maior economia. Os modelos Bluemotion mantêm um contacto com o solo com uma resistência de rolamento optimizada através duma pressão de ar 0,2 a 0,4 bar mais elevada que os correspondentes modelos de produção. Utilização de pneus “best-in-car energy”: 205/55 R16 Conti Premium Contact 91H. Graças à menor resistência esta combinação é capaz de alcançar um menor consumo de combustível e também de emissões de CO₂.



Figura 91 – Pneu 205/55 R16 Conti Premium usado no Passat Bluemotion. Fonte: www.vw.de

2.5.2 Relação de transmissão Modificada para as Diferentes Velocidades em Comparação com a Versão de Série

Relações de transmissão longas são mais económicas. A caixa de velocidades manual de 5 e 6 velocidades reduz o consumo de combustível graças à optimização da relação de transmissão. Ao adoptar uma caixa mais longa para velocidades mais altas, o consumo é reduzido em média aproximadamente 0,2 L/100km. Por outro lado, há também um efeito secundário sonoro: a menor velocidade do motor reduz o nível acústico e desta forma o ruído a que se expõem os ocupantes e a gente que se encontra em redor.



Figura 92 – Sistema HSA (HochSchaltAnzeig), Recomendador de mudança de velocidade, sistema utilizado pelo grupo VW para ajuda à condução. Fonte: www.vw.de.

Mas, um baixo consumo depende algo mais que simplesmente da tecnologia do veículo, mas também está determinado em grande parte pelo estilo individual de cada condutor. É por isso que os modelos BlueMotion recomendam a velocidade no ecrã multifunções. Tal dá ao condutor uma oportunidade de ajustar o seu estilo pessoal de condução para uma maior economia, além de todas as medidas técnicas. De acordo com a situação de condução, a gestão inteligente do motor recomenda a velocidade mais eficiente no ecrã multifunções “Plus”. Uma seta orientada para cima significa que o condutor deve passar a uma velocidade superior e uma seta para baixo que uma mudança inferior é recomendada. Se está seleccionada a melhor marcha, aparece um ponto em frente da velocidade no ecrã.

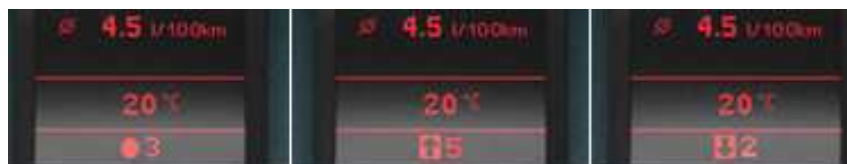


Figura 93 – Diversas situações possíveis de indicação do sistema HSA. Fonte: www.vw.de.

2.5.3 Motores mais Eficientes são mais Económicos

Os motores TDI dos modelos BlueMotion estão equipados com um software de gestão de motor modificado. As actualizações das unidades de controlo optimizam a tecnologia da injeção directa particularmente. Isto reduz o consumo de combustível, mantendo ao mesmo tempo o rendimento. A modificação fundamental inclui uma menor velocidade em vazio e uma optimização do perfil de emissões (equilíbrio entre a pressão de injeção, tempo de injeção e taxa de recirculação dos gases de escape).

Consegue-se assim, um nível de regimes mais baixo, com reduções de consumo de combustível na ordem dos 0,6 ou bem 0,7 (variant) L/100km em média (segundo www.vw.de) em relação ao modelo de série supondo mínimos custos adicionais. Consegue-se assim, o objectivo final de reduzir consumos e emissões de escape mais baixas.



Figura 94 – Conhecida sigla usada pelo consórcio Volkswagen para designar os seus motores Diesel “Turbocharged Direct Injection”.



Figura 95 – Designação “BlueMotion” na grelha do VW Passat de 2008.

É assim, sobre a base do sistema BlueMotion, que no ano 2008 tem origem o conceito do BlueMotion II. Vem ampliar as provadas medidas já implementadas na geração antecessora, agregando ainda os temas indicados a continuação:

- Recuperação da energia ao travar e desacelerar (vulgarmente designado por regeneração).
- Veio de transmissão com características de fricção minimizadas.
- Pneus de ainda mais baixa resistência ao rolamento (pneus Super Rowi).
- Jantes de aço em procedimento “flor foorming”.
- Velocidade económica (característica da velocidade na mudança).
- Sistema Start-Stop.

2.5.4 Recuperação de Energia ao Travar e Desacelerar

Dentro da gama de atributos BlueMotion II implementa-se uma função adicional que recebe o nome de recuperação. Significa neste caso, que o sistema recupera energia, a qual vem a favorecer o estado de carga da bateria. Isto reduz o consumo. Mais detalhadamente, esta função está configurada de modo que nas fases de desaceleração e travagens aumente a tensão fornecida pelo alternador. Isto traduz-se numa recarga mais intensa da bateria. Conjuntamente ajuda ao mesmo tempo à desaceleração do veículo.

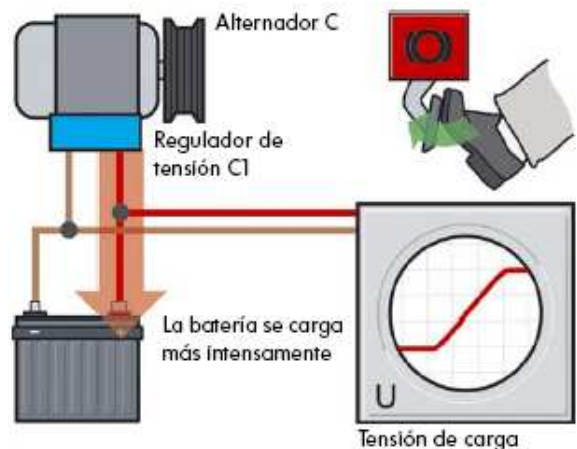


Figura 96 – Elevação da tensão do alternador nas fases de travagens.

Nas fases de aceleração reduz-se por sua vez a carga do alternador, o qual conduz a um alívio do motor provocando assim um menor consumo de combustível.

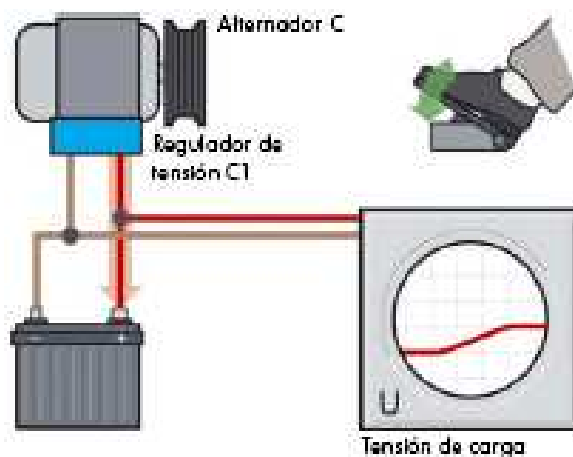


Figura 97 – Redução da tensão do alternador nas fases de Aceleração.



FEUP



SEAT

2.5.5 Veio de Transmissão com Características de Fricção Minimizadas

Mediante modificações específicas do material pôde-se melhorar as propriedades de deslizamento nas chumaceiras do veio de transmissão, implementando menores resistências por fricção.

Uma menor fricção significa menores perdas de energia e portanto também um menor consumo de combustível.

2.5.6 Pneus Super Rowi

Nos pneus conseguiu-se reduzir ainda mais a resistência ao rolamento (rowi) por intermédio duma melhoria nas propriedades do material. A tracção do veículo tem que superar assim, uma menor resistência dos pneus ao rolamento para acelerar o veículo.

Consegue-se assim, conseqüentemente, uma redução do consumo de combustível.

2.5.7 Jantes de Aço em Procedimento “Flow Forming”

O “flow forming” é um procedimento de forjamento, no qual uns rolos rotativos submetidos a muito altas pressões conformam a garganta duma jante de grande densidade a partir dum rebordo de metal. A acção conjunta da pressão, a velocidade de rotação dos rolos e a temperatura do material confere à jante as suas características de resistência física e qualidades de rolamento. Devido à maior densidade do material que se obtém ao forjar, produzem-se jantes de aço com uma maior suavidade de funcionamento, associada a um menor peso em comparação com as clássicas jantes de aço. Estas propriedades das jantes reduzem o consumo de combustível.

2.5.8 Velocidade Económica

Com um desenvolvimento mais longo da última velocidade na configuração das transmissões BlueMotion reduz-se ainda mais o regime do motor em comparação com o que se pratica numa transmissão convencional.

Esta redução do regime do motor vem combinada também com uma redução do consumo de combustível e de emissões de CO₂.



FEUP



SEAT

2.5.9 Sistema Start-Stop

O sistema Start-Stop é, sem dúvida, o elemento do equipamento BlueMotion mais inovador. Serve para reduzir o consumo, tal como todos os restantes elementos integrantes, no entanto este destaca-se pois reduz visivelmente o consumo, uma vez que se encarrega de parar o motor automaticamente nas fases em que o veículo se imobiliza, arrancando-o de novo quando detecta que o condutor o quer voltar a por em movimento.



Figura 98 – Logotipo do sistema Start-Stop utilizado no equipamento BlueMotion II da Volkswagen.



3 Objectivos

Foram então definidos objectivos iniciais e linhas directrizes para este projecto, tendo estes de ser, de algum modo, definidos em função e tendo em conta as metas pretendidas pela equipa de trabalho e os objectivos e necessidades da empresa.

Assim sendo, sob o ponto de vista objectivo da realização deste trabalho de projecto final de curso as metas propostas foram:

Estudo teórico e prático dos sistemas de arranque e paragem automática do motor em automóveis, nomeadamente analisar e compreender a arquitectura, a comunicação interna no automóvel e o final funcionamento do novo sistema Start-Stop do grupo VW.

Desenvolver um conjunto de ambientes de trabalho informáticos, painéis de controlo, baseados no programa Vector CANoe, para a visualização e controlo dos principais sinais, valores dos parâmetros e condições necessárias para o correcto funcionamento do sistema Start-Stop.

Analisar o consumo de combustível e as emissões de CO₂ mediante a realização de provas práticas com e sem sistema Start-Stop activo. Comparação assim dos diferentes resultados.

Benchmarking. Estudo da concorrência do sistema Start-Stop do grupo VW. Análise comparativa de diferentes sistemas existentes no mercado, mediante provas práticas com outro veículo concorrente com sistema equivalente de paragem e arranque automático do motor.

Análise das vantagens e inconvenientes deste novo sistema.

Sob o ponto de vista da realização deste programa de cinco meses de estágio no Centro Técnico da SEAT S.A. os objectivos gerais foram:

Proporcionar uma formação de desenvolvimento e aprendizagem básica abordando a engenharia automóvel, baseada na filosofia “aprender fazendo” para promover o conhecimento de novas perspectivas da fabricação de produto e software e a interacção com o usuário, problemas ambientais e de sustentabilidade.

Adquirir conhecimentos teóricos e práticos necessários para a integração em empresas que trabalhem no campo da engenharia automóvel. Conhecimento da técnica básica dos procedimentos de desenvolvimento de produtos, concretamente do consórcio Volkswagen.

Desenvolvimento de capacidades de comunicação e trabalho em equipa.



FEUP



SEAT

Estudo e Análise do Sistema de Arranque e Paragem Automática do Motor no Automóvel.

4 Estudo Teórico do Sistema Start-Stop

4.1 Introdução ao Sistema. O Que é o Start-Stop?

O sistema Start-Stop reduz o consumo de combustível e as emissões de partículas poluentes, especialmente o CO₂. Na circulação em cidade é onde o consumo e os níveis de poluição que emite o veículo são maiores e muitas vezes o motor continua a trabalhar com o automóvel parado. É neste tipo de circulação onde o sistema Start-Stop contribui para a redução de emissões poluentes.

O sistema Start-Stop pára o motor quando o veículo está imobilizado e se cumprem determinadas condições. Posteriormente o sistema põe em movimento o motor para continuar a circular. Tanto a paragem como o arranque do motor são realizados sem a intervenção do condutor.

A activação da função Start-Stop efectua-se de modo automático assim que o veículo, depois de se ter posto em andamento, já circulou uns quatro segundos a uma velocidade mínima de 3km/h.

Velocidade > 3km/h + durante 4 segundos = Start-Stop activo.

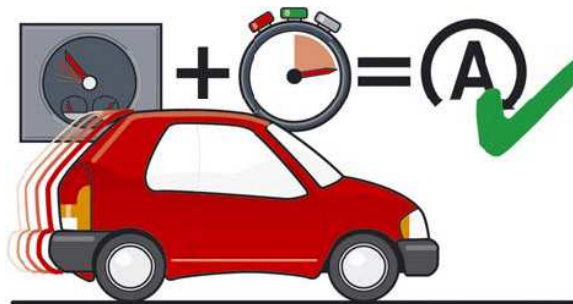


Figura 99 – Esquema da activação do sistema Start-Stop.

O software da unidade de controlo do motor (centralina motor) integra a gestão do motor através do qual se realiza o funcionamento do sistema Start-Stop. Este sistema foi previsto, inicialmente para os seguintes motores do grupo VW:

- Motor 2.0 TDI Common Rail de 81 kW (110 cv) e 103kW (140 cv).
- Motor 1.6 TDI Common Rail de 77 kW (105 cv).
- Motor 1.4 TSI de 90kW (122 cv) e 110 kW (150 cv).

Na SEAT, este sistema está disponível, numa primeira fase, para os veículos da plataforma PQ 35, nomeadamente o Altea, Altea XL e Leon, com o motor 1.6 TDI Common Rail de 77 kW e caixa manual de 5 velocidades.

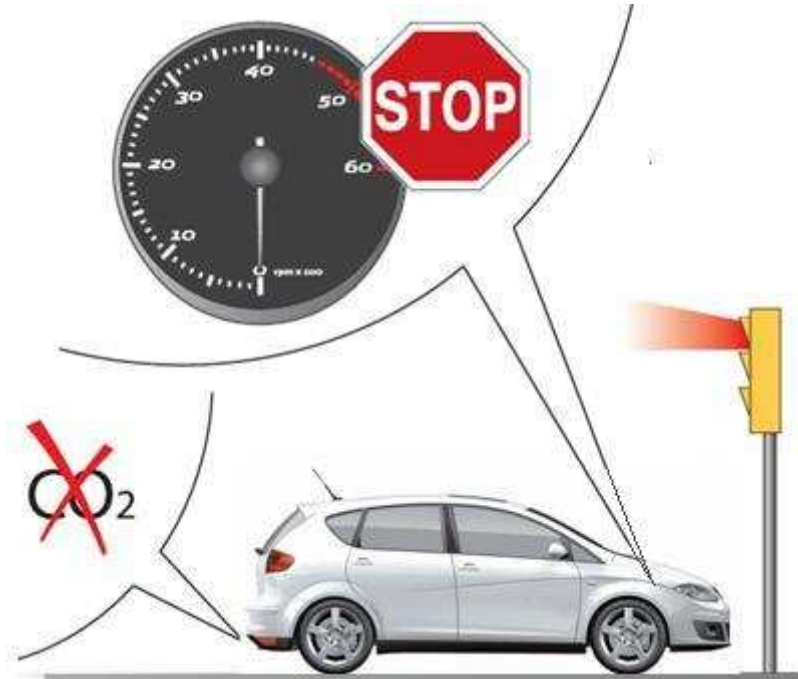


Figura 100 – Esquema dum Altea equipado com o sistema Start-Stop activo, parado num semáforo, com motor parado e portanto não emitindo CO₂ desnecessariamente.

Um aspecto muito importante para o sistema Start-Stop é saber se o nível da carga da bateria de arranque permite voltar a arrancar o motor. Este processo denomina-se “prognóstico da tensão de arranque”, o que significa que se avaliam todas as propriedades e valores do motor no que respeita a um novo arranque. De tal forma, tem lugar uma permanente comparação entre o estado da bateria e a família de características do motor.

Pelo prognóstico da tensão de arranque pode-se concluir se é executável o modo Start-Stop ou bem se é necessário desactivar determinados consumidores eléctricos para não seguir aumentando a procura de corrente. A este nível, é afectada o aquecimento dos assentos, o aquecimento do vidro traseiro, aquecimento dos retrovisores, da periferia do volante e o aquecedor eléctrico adicional. O sistema, desactiva pois, todos estes componentes a título preventivo antes de voltar a arrancar o motor e mantém-nos bloqueados durante o intervalo de arranque.

4.2 Componentes Novos e Modificações Implementadas.

Para tudo isto, o sistema Start-Stop 2009 pôde ser realizado com poucos componentes novos. Trata-se, entre outros, principalmente da unidade de controlo para vigilância da bateria e a tecla para modo Start-Stop. No entanto, foi necessário adoptar adicionalmente certos componentes, tais como o motor de arranque e o alternador para as suas solicitadas intervenções no modo Start-Stop.



Apresenta-se seguidamente uns breves exemplos dos componentes e sistemas nos quais se implantaram medidas de adaptação para o modo BlueMotion.

Tabela 13 – Componentes e sistemas adaptados para o modo BlueMotion.

Componente/sistema	Medida de adaptação implementada
Unidades de controlo em geral	Ampliação do código de programação das unidades de controlo, agregando um bit de informação para o sistema Start-Stop. (Afecta as unidades de controlo que intervêm no sistema Start-Stop ou que estão sujeitas à influencia deste).
Alternador	Conexão de bus LIN ao interface de diagnose para bus de dados.
Bateria	Bateria de malha de fibra de vidro absorvente (AGM) para incrementar a sua resistência a ciclos de carga e descarga.
Motor de arranque	Uma maior resistência ao desgaste.
Rede de bordo	Vigilância da bateria mediante um sensor próprio no polo negativo da bateria de malha de fibra de vidro absorvente. Nova cablagem da bateria. Unidade de controlo para vigilância da bateria conectada através do bus LIN ao interface de diagnose para bus de dados.
Caixa de velocidades manual	Sensor para detecção da velocidade engrenada. Numa primeira fase da produção como sensor com saída de sinais analógicos e numa fase posterior como sensor com saída de sinais modulados com largura dos impulsos (PWM).

4.3 Funcionamento

4.3.1 Conceito de Manejo

O sistema Start-Stop encontra-se disponível igualmente, tanto para motores associados a caixa de velocidades manual como para as motorizações que integram a caixa de embraiagem dupla. Os dois tipos de transmissões possuem diferentes propriedades de comando. Daí resultam sequências de manuseamento e funcionamento independentes para ambas variantes no contexto do sistema Start-Stop.



Figura 101 – Mudanças automáticas.



Figura 102 – Mudanças manuais.

4.3.2 Desactivação do Sistema Start-Stop

Se o condutor, por algum motivo, não deseja fazer uso do sistema Start-Stop, este pode ser desactivado mediante a tecla para o modo Start-Stop. A indicação de disponibilidade do sistema Start-Stop apaga-se no ecrã do quadro de instrumentos. Pulsando novamente a tecla, reactiva-se a função. Se se retira a chave do contacto e se se voltar a introduzir põe-se automaticamente activo o modo Start-Stop. Se a velocidade de movimento do veículo supera os 3km/h activa-se o sistema. A tecla de comando encontra-se na consola central, perto da alavanca selectora da velocidade, tanto nos VW como nos SEAT.



Figura 103 – Ecrã do quadro de instrumentos com a indicação do Start-Stop activo. O tipo de visualização no ecrã do quadro de instrumentos diferencia-se segundo o equipamento de conforto do veículo, aqui a versão highline.



Figura 104 – Representação da tecla para o modo Start-Stop nos Volkswagen.

4.3.2 Modo de Start-Stop com Caixa Manual

A condução dum veículo com o sistema Start-Stop praticamente não varia com respeito à dum veículo convencional. As únicas diferenças produzem-se no momento em que o automóvel se imobiliza, por exemplo num semáforo em vermelho. Uma vez que se cumprem todas as condições de funcionamento, o sistema Start-Stop pára e põe em funcionamento o motor sem que o condutor tenha de accionar a chave de contacto.

Seguidamente, exemplifica-se uma sequência operativa do sistema Start-Stop com caixa de velocidades manual:

4.3.2.1 Fase de Paragem do Motor: Fase Stop

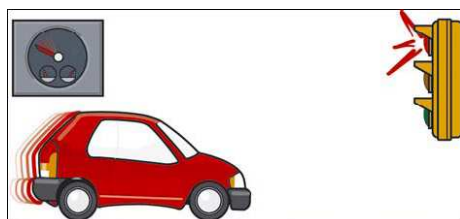


Figura 105 – Paragem num semáforo.

O condutor reduz a velocidade e trava o automóvel até que este se detém (figura 106).

O automóvel aproxima-se a um semáforo em vermelho, a 50 km/h (figura 105).

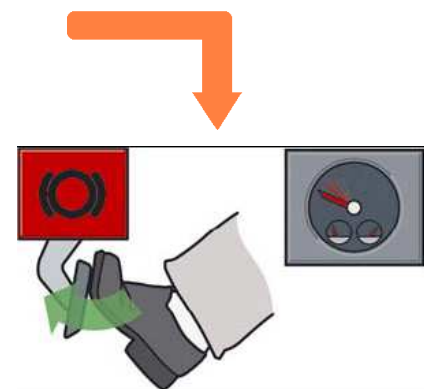


Figura 106 – Redução de velocidade.

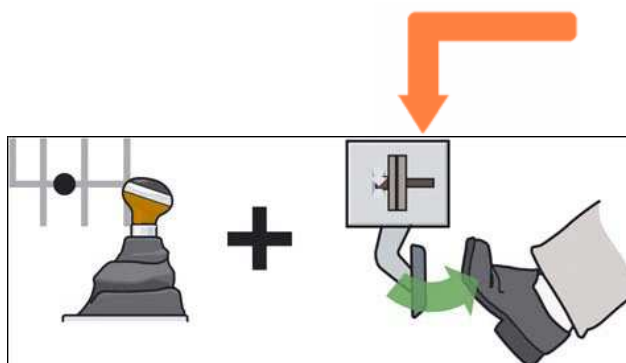


Figura 107 – Ponto morto e embraiagem.

Carlos Filipe de Freitas Marques

Uma vez imobilizado completamente o automóvel, o condutor põe ponto morto e embraia (tira pé do pedal da embraiagem). Nesse instante, se todas as condições se cumprem o motor pode parar (figura 107).

O motor do automóvel é assim parado pelo sistema Start-Stop. Indica-se no ecrã do quadro de instrumentos o símbolo do Start-Stop (como indica a figura 108) indicando a disponibilidade de arranque.

Assim, a fase de paragem, resume-se de uma forma geral ao esquema abaixo:

**Motor parado.**

Figura 108 – Motor parado e Start-Stop activo.

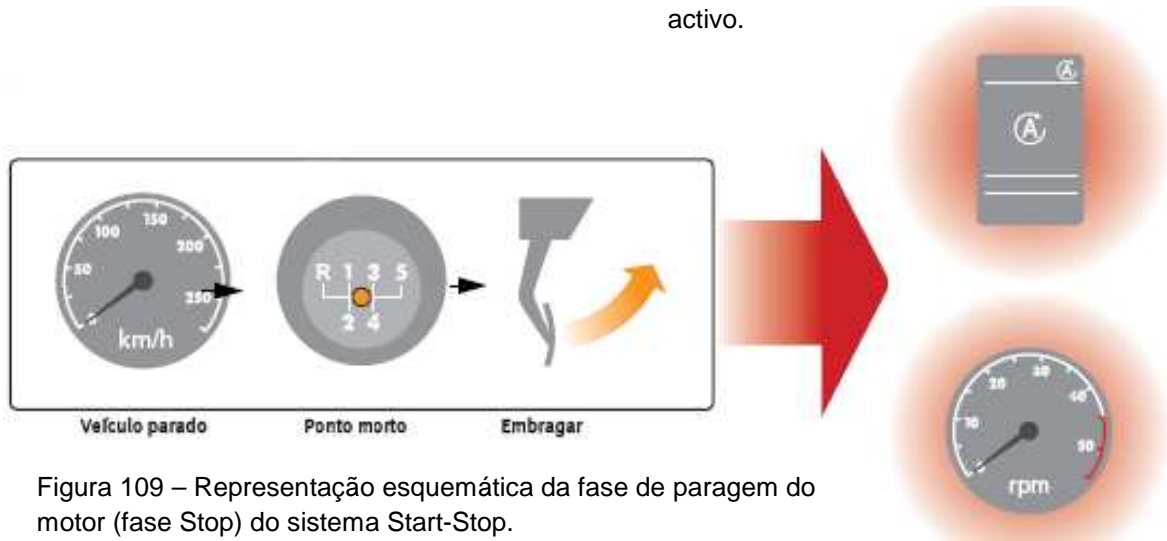


Figura 109 – Representação esquemática da fase de paragem do motor (fase Stop) do sistema Start-Stop.

4.3.2.2 Fase de arranque do motor: Fase Start

Depois da imobilização do automóvel e da paragem do motor ao pôr-se activo o sistema Start-Stop, explica-se agora a fase de arranque do motor:

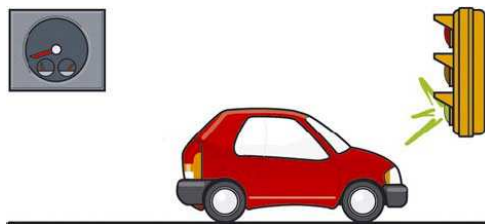


Figura 110 – Semáforo verde.

O condutor desembraia (pisa a embraiagem) (figura 111).

O semáforo põe-se em verde (figura 110).

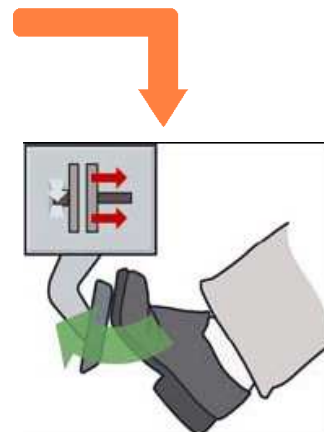


Figura 111 – Desembragem.

Ao pisar a embraiagem o sistema Start-Stop interpreta que o condutor pretende continuar a circular e volta a arrancar o motor autonomamente. O símbolo Start-Stop apaga-se do ecrã do quadro de instrumentos (figura 112).

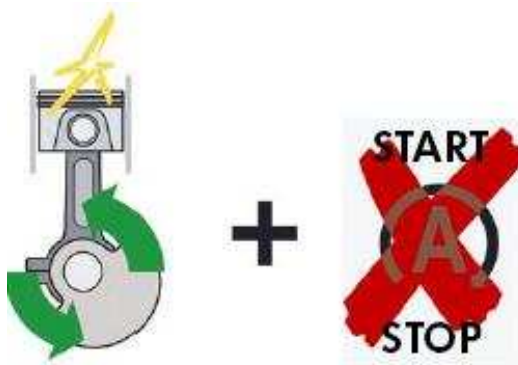


Figura 112 – Motor arranca e desaparece a indicação Start-Stop do quadro.

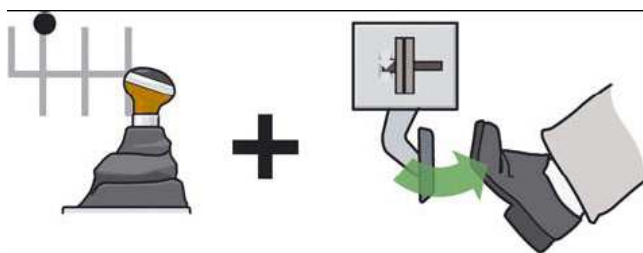
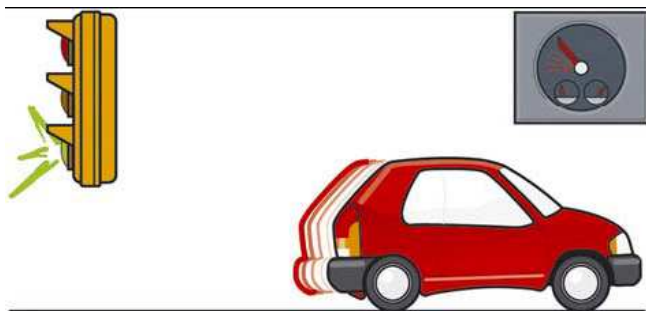


Figura 113 – Velocidade engrenada, desembraga e segue.



O condutor engrena uma velocidade e pode retomar a condução sem ter de accionar o contacto da chave e sem tempos de espera.

Continua assim a circulação.

Figura 114 – O condutor retoma a marcha.

Assim, a fase de arranque, resume-se de uma forma geral ao esquema abaixo.



Figura 115 – Esquema explicativo da fase Start.

4.3.3 Modo de Start-Stop com Caixa de Dupla Embraiagem.

Exemplifica-se agora uma sequência operativa do sistema Start-Stop com caixa de dupla embraiagem:

4.3.3.1 Fase de Paragem do motor: Fase Stop.

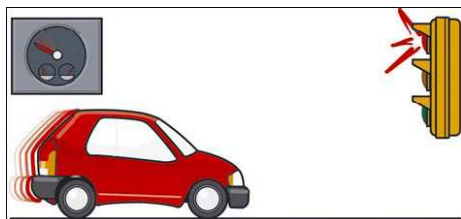


Figura 116 – Aproximação a semáforo em vermelho.

O condutor reduz a velocidade e trava o veículo até que se imobiliza completamente, mantendo o pé no pedal do travão (figura 117).

O veículo aproxima-se a um semáforo em vermelho, a 50 km/h (figura 116).

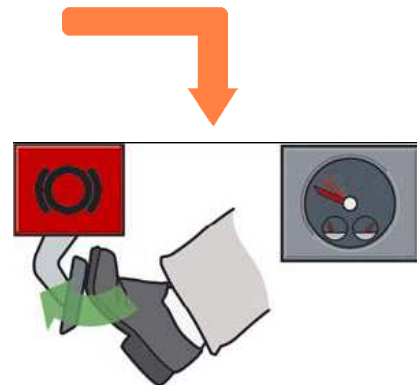


Figura 117 – Travagem e redução da velocidade.



Figura 118 – Motor parado e indicação Start-Stop no quadro.

O condutor continua mantendo o seu pé no pedal de travão até que o semáforo se põe em verde (figura 119).

O motor do automóvel é parado pelo sistema Start-Stop. Indica-se no ecrã do quadro de instrumentos o símbolo do Start-Stop indicando a disponibilidade de arranque (figura 118).

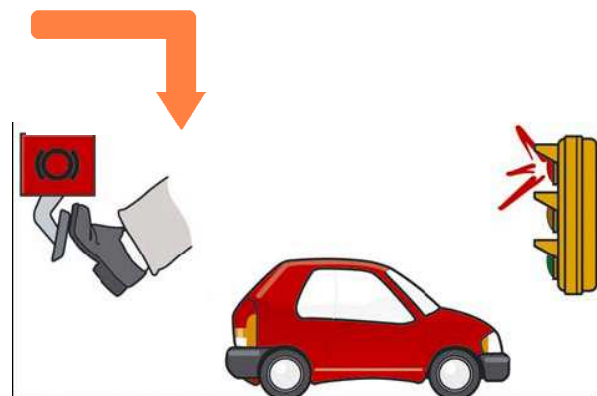


Figura 119 – Pedal do travão mantido pressionado enquanto o semáforo está em vermelho.

4.3.3.2 Fase de Arranque do motor: Fase Start

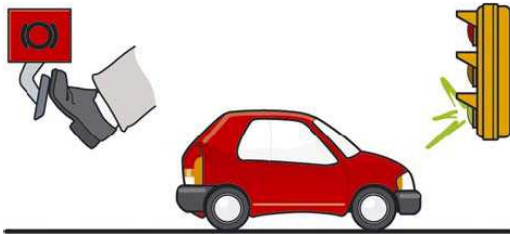


Figura 120 – Semáforo põe-se em verde.

O condutor tira o pé do pedal de travão.

O semáforo põe-se em verde (figura 120).

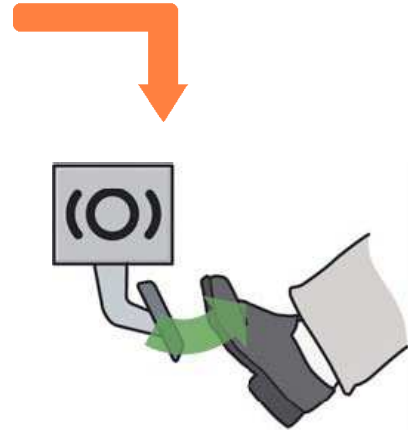


Figura 121 – Condutor tira pé do travão.

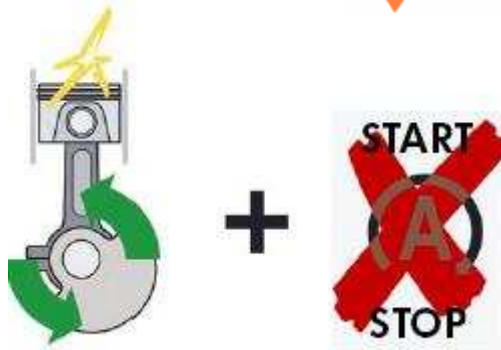


Figura 122 – Motor arranca novamente e a indicação Start-Stop desaparece do quadro.

O sistema Start-Stop volta a arrancar o motor automaticamente. O símbolo Start-Stop apaga-se no ecrã do quadro de instrumentos (figura 122).

O condutor pisa o acelerador e continua a conduzir (figura 123).

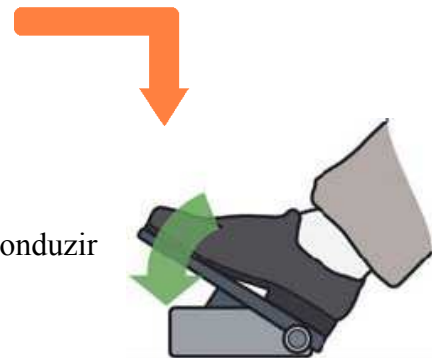


Figura 123 – Aceleração.

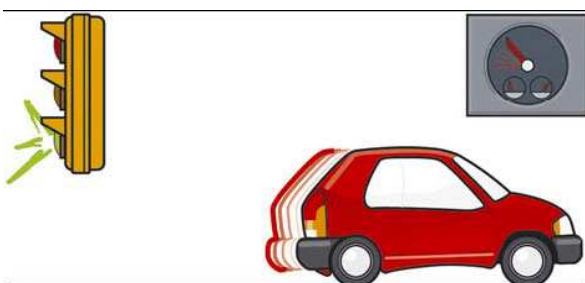


Figura 124 – O condutor continua a marcha.

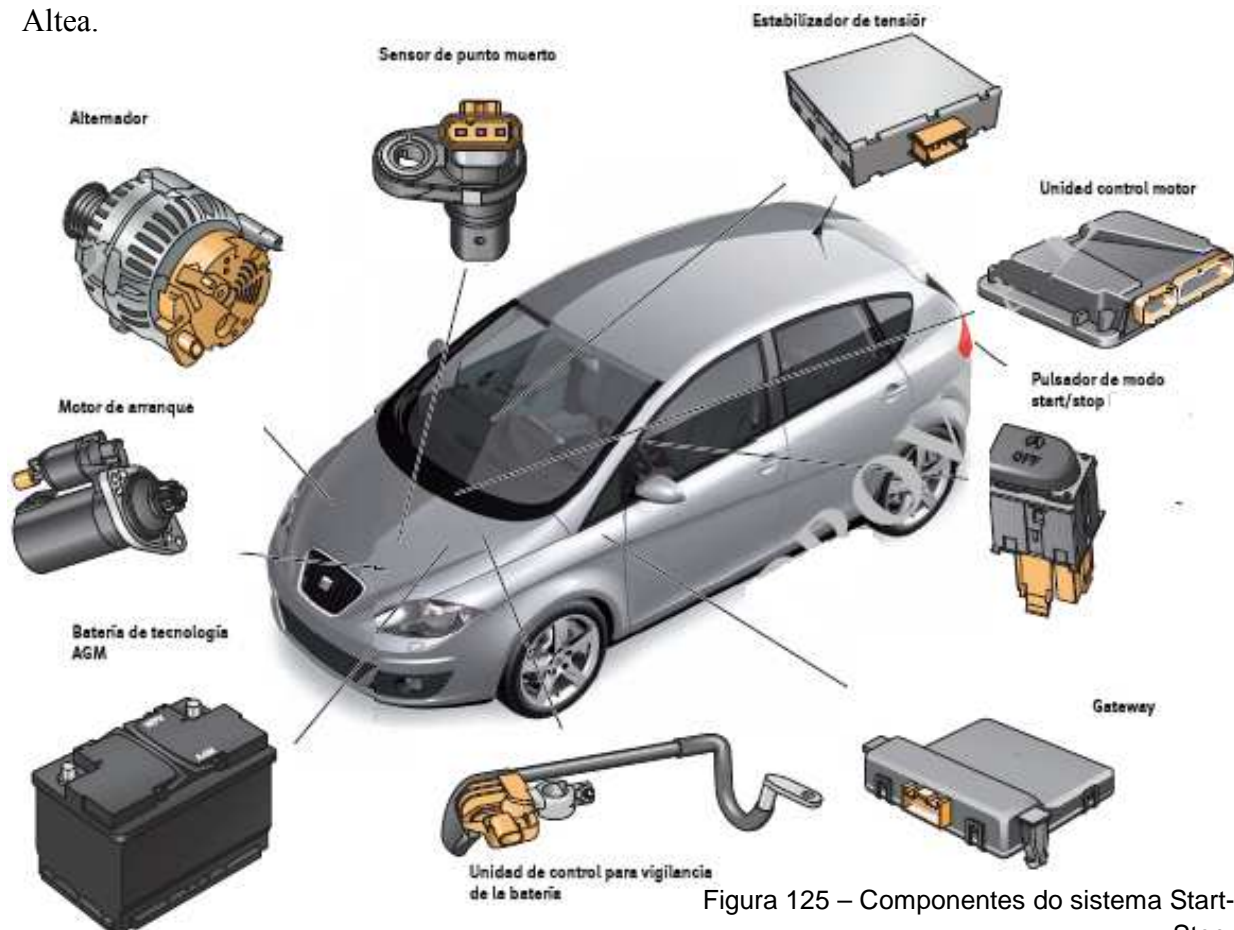
Continua assim a circulação (figura 124).

Resume-se assim, o funcionamento do Start-Stop no que diz respeito ao utilizador.

4.4 Estrutura do Sistema Start-Stop

4.4.1 Componentes

Seguidamente os componentes integrantes do sistema Start-Stop utilizado no SEAT Altea.



O sistema está formado principalmente pelos seguintes componentes:

- Unidade de controlo do motor, localizada na caixa verde águas.
- Pulsador para o sistema Start-Stop, localizado na extensão da consola central.
- Sensor de ponto morto, situado na caixa de velocidades manual.
- Estabilizador de tensão, localizado por de trás do porta-luvas do acompanhante.
- Nova bateria de tecnologia AGM.
- Unidade de controlo de vigilância da Bateria (BDM), localizada na conexão do borne negativo da bateria.
- Alternador com ligação LIN-Bus.
- Motor de arranque reforçado.
- Gateway, localizada sobre a zona dos pedais.



FEUP



SEAT

Para além destes componentes, e devido à grande quantidade de sinais que se deve ter em conta para o funcionamento do sistema Start-Stop, é necessária a participação de outros elementos e unidades de controlo. Com todos estes, a unidade de controlo do motor pode verificar que se cumprem todas as condições de funcionamento. No caso de não se cumprir alguma delas, o sistema Start-Stop não poderá actuar.

As características e o funcionamento dos componentes detalham-se mais adiante.

4.4.2 Arquitectura do Sistema

É a unidade de controlo do motor (centralina motor) que implementa no seu software o sistema Start-Stop, na sua condição de função. Para executar a paragem e o arranque automático, o sistema propriamente dito deve recorrer a múltiplos componentes do veículo e subsistemas.

Assim, as funções assumidas pela unidade de controlo do motor são:

Habilitação e desabilitação do sistema.

Paragem do motor.

Arranque do motor.

Além de ter implantado o programa que permite gerir o sistema, actua sobre o relé de accionamento do motor de arranque (borne 50) e recebe sinais de saída de tensão do relé para o motor de arranque, do transmissor da posição da embraiagem, do sensor de ponto morto, do transmissor de posição do travão e do pulsador do modo Start-Stop.

O estabilizador de tensão, indicado na página anterior estabiliza a alimentação eléctrica do quadro de instrumentos, do rádio ou navegador e da unidade multimédia durante o accionamento do motor de arranque.

A gateway, explicaremos o que é com mais detalhe aquando da introdução ao sistema de comunicação entre centralinas CAN, participa no sistema Start-Stop ao integrar o módulo “regulação da bateria” (BEM) e transpassa a informação de LIN-Bus ao CAN-Bus. Graças ao módulo de “regulação da bateria” (BEM) assume ainda a gestão do sistema de recuperação de energia.

A unidade de controlo de vigilância da bateria (BDM).

Pode-se agora consultar no seguinte esquema os componentes necessários no veículo e dos quais alguns foram adaptados especialmente para o modelos com Start-Stop.



Legenda:

A Bateria

C Alternador

C1 Regulador de tensão

B Motor de arranque

F interruptor da luz de travão.

F36 interruptor do pedal da embraiagem

F416 Tecla para modo Start-Stop

G62 Sensor da temperatura do líquido refrigerador

G79 Sensor de posição do pedal do acelerador

G701 Sensor de posição neutra da caixa (só caixa de velocidades manual)

J104 Unidade de controlo para o ABS.

J255 Unidade de controlo para o Climatronic

J285 Unidade de controlo no quadro de instrumentos

J367 Unidade de controlo para a vigilância da bateria, com sensor da bateria

J393 Unidade de controlo central para sistema de confort

J500 Unidade de controlo para a direcção assistida

J519 Unidade de controlo da rede de bordo

J532 Estabilizador de tensão

J533 Interface de diagnose para o bus de dados

J623 Unidade de controlo do motor

J791 Unidade de control para o assistente ao volante para estacionar.

1 Direcção assistida electromecânica

2 Sinal de velocidade, detecção do percurso

3 Sistemas de gestão do motor (p. e. ignição, alimentação do combustível, preparação da mistura, recirculação de gases de escape, injeção do ar secundário, purificação dos gases de escape, etc.)

4 Detecção do cinto apertado

5 Regulação do aquecimento, turbina de ar, climatização

6 Borne 50R

7 Borne 30

8 Sistema de radio, radio/navegação

-  Cabo de bus CAN de dados
-  Cabo de bus LIN de dados
-  Cabo positivo
-  Cabo de massa
-  Sensor, sinal de entrada
-  Actuador, sinal de saída
-  CAN Tracção
-  CAN Confort
-  CAN Infotainment



FEUP



SEAT

4.4.3 Comunicação do Sistema

Tal como se explicou no capítulo anterior. A unidade de controlo do motor processa para o sistema Start-Stop uma quantidade de informação muito maior que simplesmente os sinais dos pedais do acelerador e travão.

Antes de mais, a lógica do sistema tem que comprovar, se depois da “conexão da ignição” estão dadas as condições para a activação do modo Start-Stop. A unidade de controlo do motor tem que coordenar e concertar para tal, o funcionamento do sistema Start-Stop com outros sistemas do veículo. Devido ao facto do motor ser arrancado mais frequentemente que num veículo desprovido do sistema Start-Stop, torna-se necessário vigiar a tensão da bateria e a operação da carga do alternador. Com ajuda de um estabilizador de tensão, procede-se a estabilizar adicionalmente a uns 12 V a alimentação de tensão para os sistemas de rádio, rádio/navegação, ventilador do habitáculo e o quadro de instrumentos durante a fase de re arranque do motor. Pretende-se manter em vigor as condições de conforto habituais para os ocupantes do veículo.

Mas antes de analisar como se processa a comunicação através do bus CAN de dados, vamos primeiro entender de que se trata este meio de comunicação.

4.4.3.1 Comunicação do Sistema CAN. Breve Referência ao CANbus de Dados

À medida que as exigências de segurança na condução, conforto, comportamento de emissões de escape e consumo de combustível foram crescendo continuamente, a necessidade dum intercâmbio cada vez mais intenso de informação entre as unidades de controlo aumentou também. Para manter, apesar de tudo, claramente estruturados os sistemas eléctricos, evitando que ocupem demasiado espaço, precisava-se uma solução técnica adequada ao intercâmbio de informação. Surgiu assim o CAN-Bus de dados, da casa Bosch, como solução dessa índole. Foi desenvolvido especialmente para o uso em automóveis e implementa-se hoje em dia na generalidade dos automóveis modernos.

CAN significa Controller Area Network (rede de área de controlador) e significa que as unidades de controlo estão conectadas e trocam dados entre si. Assume-se, assim, como um modo de transmitir dados entre as diferentes centralinas do automóvel num sistema global interconectado.

Um CAN-Bus de dados é comparável a um autocarro. Tal como o autocarro (“Bus”) pode transportar um grande número de pessoas, assim transporta o CAN-Bus uma grande quantidade de informação.

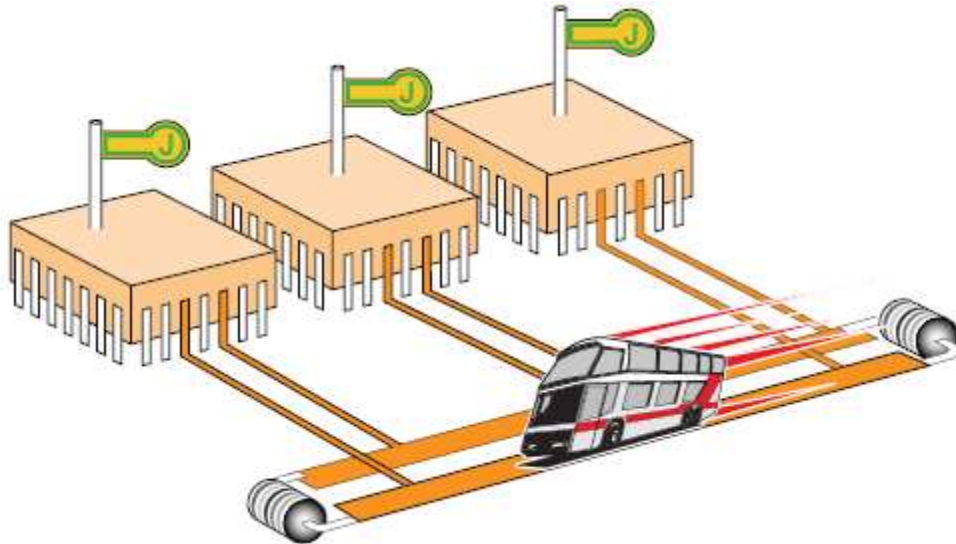


Figura 127 – CAN-Bus como “Autocarro” de transporte de informação entre unidades de controlo do automóvel.

Que possibilidade existem actualmente num automóvel para uma adequada transmissão de dados?

Primeira possibilidade: cada informação é intercambiada através dum cabo próprio.

Segunda possibilidade: Toda a informação é intercambiada através de dois cabos como máximo, que constituem o CAN-Bus entre as unidades de controlo.

A figura 128 mostra a primeira possibilidade, em que cada informação se transmite por um cabo próprio. No total são necessários, neste exemplo, cinco cabos.



Figura 128 – Transmissão de dados entre unidade de controlo utilizando para cada informação o seu próprio cabo. Fonte: Autodidático 269 da VW.

Para cada informação é necessário um cabo próprio. Por isso, com cada informação adicional cresce também a quantidade de cabos e pinos nas unidades de controlo. Por esse motivo, este tipo de transmissão de dados só é praticável com uma quantidade limitada de informações a intercambiar.

Em contraste com a primeira possibilidade, com o CAN-Bus é possível transmitir a informação através de dois cabos. Em ambos os cabos bidireccionais do CAN-Bus, transmitem-se os mesmos dados.

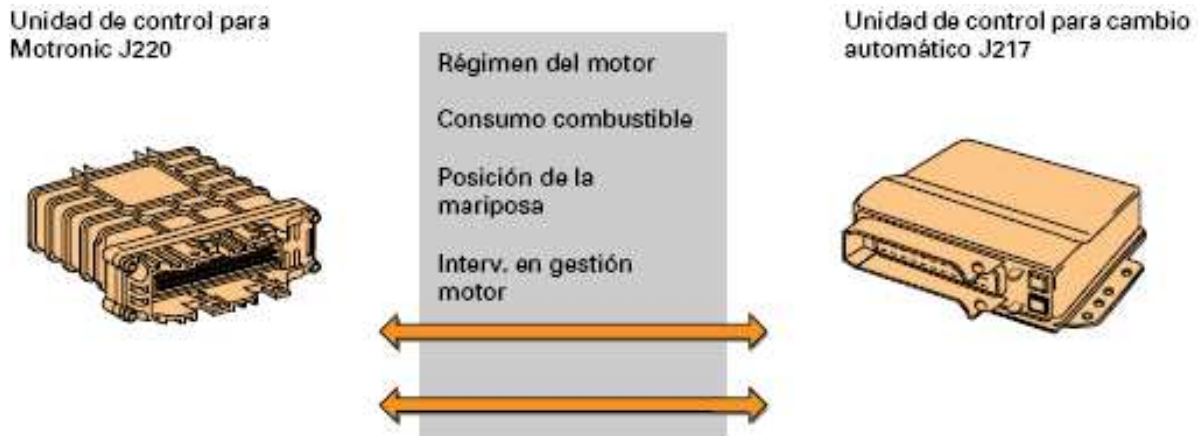


Figura 129 – Transmissão de dados entre unidade de controlo utilizando o CAN-Bus. Fonte: Autodidático 269 da VW.

Com este tipo de transmissão de dados, toda a informação é intercambiada através de dois cabos, independentemente da quantidade de unidades de controlo associadas e da quantidade de informação transmitida. Por esse motivo, é conveniente transmitir os dados com um CAN-Bus quando se troca uma grande quantidade de informação entre as unidades de controlo.

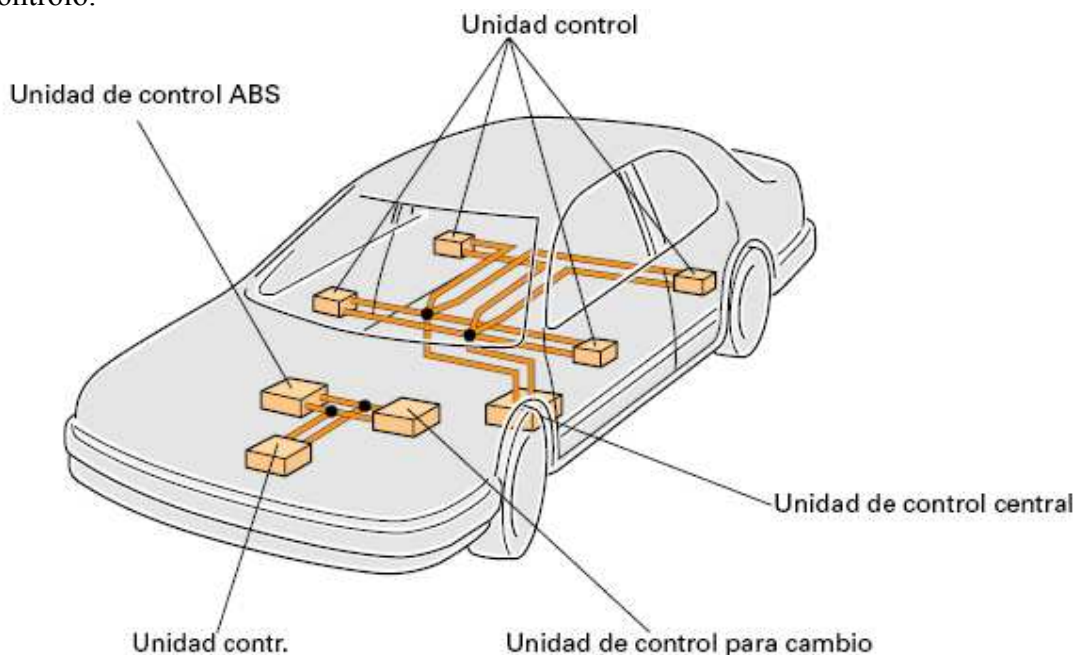


Figura 130 – Exemplo simplificado da comunicação entre Centralinas através do CAN-Bus.



FEUP

SEAT

Com o CAN-Bus de dados, verifica-se que quanto maior a quantidade de informação que recebe uma unidade de controlo acerca do estado operativo do sistema global, tanto melhor pode ajustar ao conjunto as suas funções específicas.

Na área da tracção formam um sistema global:

A unidade de controlo do motor (centralina motor).

A unidade de controlo para caixa automática.

A unidade de controlo do ABS.

Na área de confort constituem um sistema global:

A unidade de controlo central

A unidade de controlo das portas.

Vantagens do bus de dados:

Se o protocolo de dados tem de ser ampliado com informação suplementar tão somente são necessárias modificações no software.

Um baixa percentagem de erros mediante uma verificação contínua da informação transmitida por parte das unidades de controlo e mediante protecções adicionais nos protocolos de dados.

Menos sensores e cabos de sinais graças ao uso múltiplo de um mesmo sinal de sensores.

É possível uma transmissão de dados muito rápida entre as unidades de controlo.

Mais espaço disponível, por intermediário de unidades de controlo mais pequenas e conectores mais compactos para as unidades de controlo.

O CAN-Bus de dados está normalizado a nível mundial. Por isso, também as unidades de controlo de diferentes fabricantes podem intercambiar dados.

4.4.3.2 Comunicação Entre as Unidades de Controlo Intervenientes no Sistema Start-Stop

O esquema seguinte mostra uma selecção da informação transmitida entre as unidades de controlo principais dentro do sistema Start-Stop.

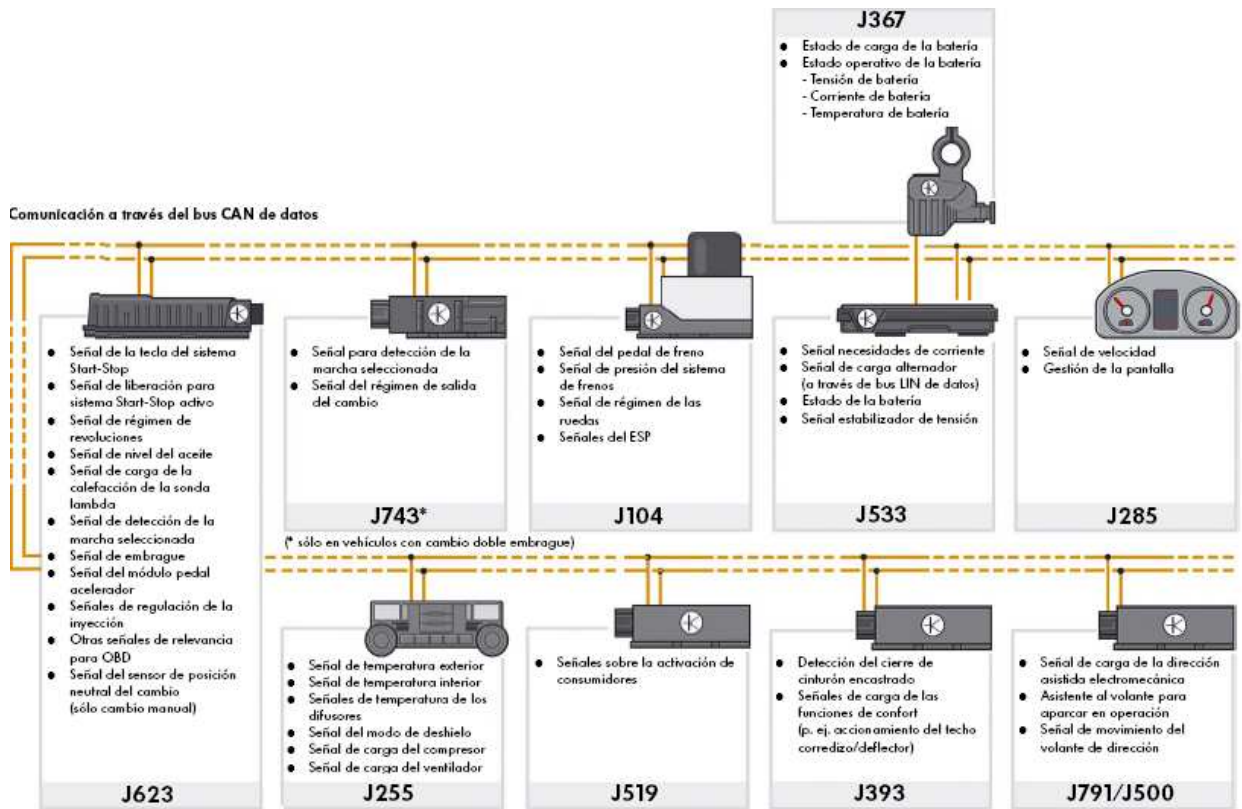


Figura 131 – Esquema da comunicação entre as principais centrais dentro do sistema Start-Stop. Fonte: Intranet de SEAT.

Legenda:

- J104 - Unidade de controlo para o ABS
- J285 - Unidade de controlo no quadro de instrumentos
- J255 - Unidade de controlo para o Climatronic
- J367 - Unidade de controlo para vigilância da bateria com sensor de bateria
- J393 - Unidade de controlo central para sistema de confort
- J500 - Unidade de controlo para a direcção assistida
- J533 - Interface de diagnose para o bus de dados
- J519 - Unidade de controlo da rede de bordo
- J623 - Unidade de controlo do motor
- J743 - Mecatrónica para caixa de dupla embraiagem (só DSG)
- J791 - Unidade de controlo do assistente ao volante para estacionar

- Bus CAN de dados
- Bus LIN de dados

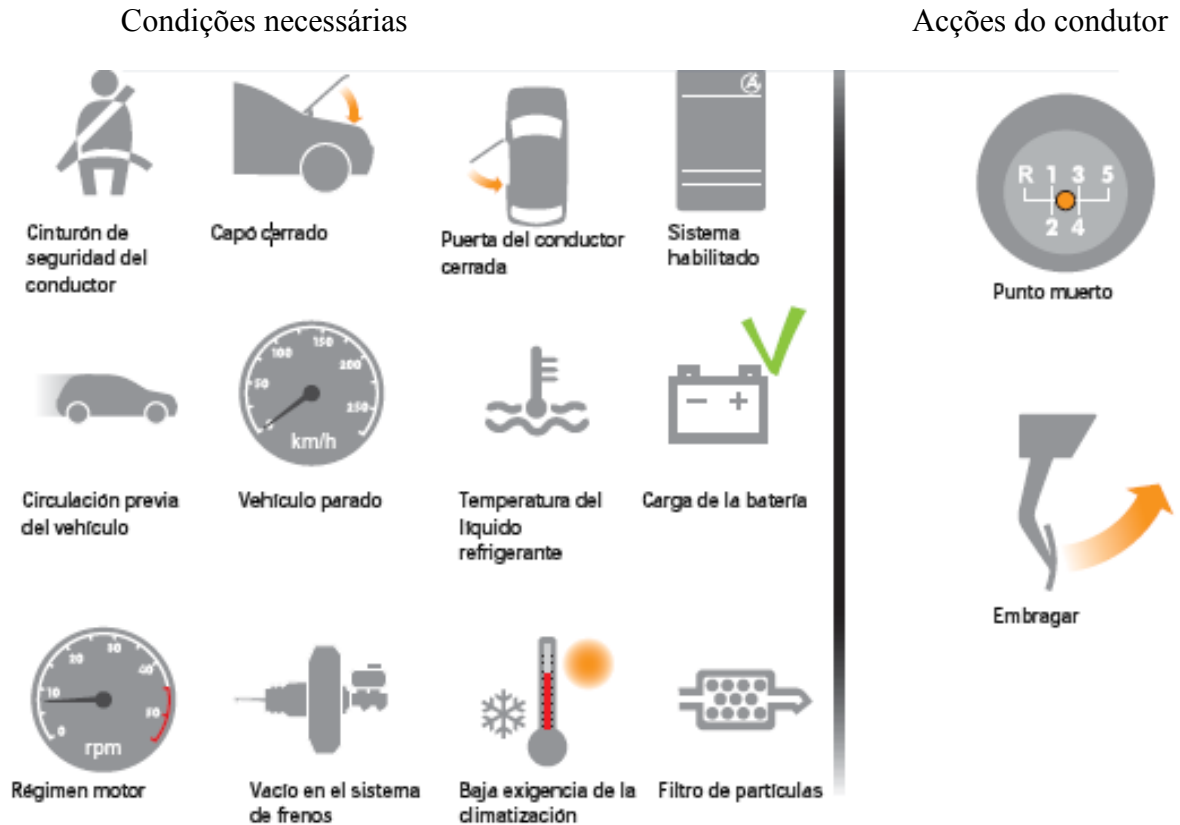


Figura 133 – Resumo esquemático das condições do veículo e do condutor para o sistema Start-Stop parar o motor.

4.5.2 Arranque do Motor com Intervenção do Condutor

Também para o re arranque automático do motor através do sistema Start-Stop têm que estar cumpridas umas condições definidas.

Condições para o arranque do motor:

- O condutor tem o cinto posto.
- O capô do motor está fechado.
- A porta do condutor está fechada.

Em automóveis com caixa manual:

- Se pisa o pedal da embraiagem.
- A alavanca da caixa de velocidades está em ponto morto.



Figura 134 – Condições de arranque do motor por intervenção do condutor em caixa manual.

Ou bem, em automóveis com caixa de dupla embraiagem:

- Se retira o pé do pedal de travão.

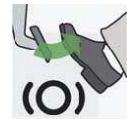


Figura 135 – Retirada do pé do travão em caixa automática arranca o motor.



Figura 136 – Resumo esquemático das condições do veículo e do condutor para o sistema Start-Stop arrancar o motor com a intervenção do condutor.

4.5.3 Solicitud de Intervención – Arranque do Motor

Há algumas situações em que o sistema põe em funcionamento o motor sem que o condutor accione a embraiagem. As seguintes circunstâncias podem implicar pois, que o motor arranque sem que o condutor intervenha intencionalmente:

expressamente:

- Modificação das condições dinâmicas (p. e. se o veículo, que estava parado, começa a movimentar-se depois de retirar o pé do travão, por exemplo por efeito dum declive. Arranca o motor ao superar os 3 km/h. De referir que o limite de inclinação para actuar o sistema Start-Stop é 10% de inclinação.
- Os passageiros activam sistemas internos do veículo (p. e. o descongelador “Defrost”)
- Se mudam as condições no entorno dos sistemas do veículo (p.e. a temperatura exterior, se deixa de estar no intervalo entre 5 e 35°C).
- Consoante o equipamento do veículo podem intervir as seguintes circunstâncias:

- Se faz falta uma intervenção dos travões ou na direcção.
- A temperatura do líquido refrigerante do motor já não está entre 25 e 110°C.
- A servoassistência da travagem já não é suficiente (não há depressão suficiente no sistema de vazio dos travões). Em plano arranca por si só por debaixo dos 350 mbar e inclinada por debaixo dos 550 mbar.
- Estado da carga da bateria já não é suficiente (<60% da carga total).
- Aumento da intensidade de ventilação numa razão de mais de três níveis.
- Aumento da solicitação de aquecimento ou refrigeração do climatizador (a diferença entre a temperatura teórica do habitáculo e a efectiva do ar à saída dos sopradores é maior que 8 K).
- Quando a carga da bateria baixa dos 11,5 V.
- Quando a temperatura exterior e interior atingem uma diferença superior a 12 K.



Movimiento del vehículo



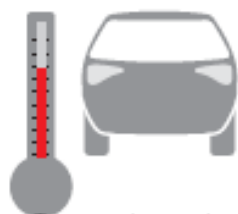
Carga de la batería



Vacío en el sistema de frenos



Temperatura del líquido refrigerante



Temperatura exterior



Solicitud de calefacción o de aire acondicionado

Figura 137 – Condições de arranque do motor sem solicitação intencionada do condutor.

Figura 138 – Resumo esquemático das condições que rearrancam o motor sem a intervenção intencionada do condutor.

4.5.4 Condições de Interrupção

Além das circunstâncias já descritas para a paragem ou bem para o arranque automático do motor as condições seguintes implicam que não se execute o modo Start-Stop. Assim, o sistema está sujeito às seguintes condições de interrupção:

- Sistema Start-Stop desactivado pelo comando. Botão Start-Stop.
- Nível da carga da bateria (<11,5 Volts) e percentagem da carga (<60%) não permitem voltar a arrancar o motor (predição da tensão de arranque).
- Modo de descongelação activo.
- A temperatura ajustada no painel de comandos do climatizador diverge mais de 8 K da temperatura efectiva existente no habitáculo.
- O regime do motor é superior a 1200 rpm.
- O alternador está avariado, por exemplo: a correia trapezoidal está rebentada.



Entende-se desta forma, que todas estas restrições e condições foram pensadas para garantir aspectos de segurança e conforto para os ocupantes e também para salvaguardar uma fácil manejabilidade bem como uma correcta funcionalidade do automóvel.

Figura 139 – Condições que não permitem a execução do modo Start-Stop.

4.6 Componentes Eléctricos

4.6.1 Sensores e Actuadores

4.6.1.1 Tecla para o Modo Start-Stop

Quanto à sua localização, no Golf 2009 vai montada nas tiras de suporte dos interruptores da consola central antes da alavanca da caixa de velocidades. No Passat, a tecla para o modo Start-Stop encontra-se na tira de suporte dos interruptores, à direita da alavanca selectora das velocidades. No caso da SEAT, tanto o Leon como o Altea integram este botão no prolongamento da consola central e nesse mesmo botão a indicação luminosa.

Tem como missão possibilitar ao condutor a activação ou desactivação do sistema Start-Stop com este comando durante o funcionamento. Quando se acciona o pulsador, é enviado um sinal à unidade de controlo do motor para que desactive ou active o sistema Start-Stop. Se

o sistema for desactivado através deste botão, voltará a activar-se automaticamente ao conectar a ignição novamente.

Por outro lado, quando o sistema pára automaticamente o motor, o condutor deseja desactivar o sistema Start-Stop accionando o pulsador, a unidade de controlo do motor arranca o motor e seguidamente desactiva o sistema. Sempre que o sistema se desactiva através desta tecla o testemunho da função Start-Stop permanece iluminado a amarelo e não é mostrado nenhuma mensagem no quadro de instrumentos.

Em caso de avaria, esta fica memorizada na unidade de controlo do motor e pode acontecer que o sistema fique desactivado permanentemente ou não se possa desactivar pelo pulsador.



Figura 140 – Localização do Botão Start-Stop no Altea.



Figura 141 – Localização do Botão Start-Stop no Golf 2009. Fonte: Autodidático 430 da VW.



Figura 142 – Localização do Botão Start-Stop no Passat 2009. Fonte: Autodidático 423 da VW

4.6.1.2 Unidade de Controlo para Vigilância da Bateria e Sensor da Bateria

Também denominada BEM, localiza-se na conexão do borne negativo da bateria e forma um conjunto indivisível com o cabo que une o borne negativo da bateria com a carroçaria.



Figura 143 – Localização da unidade de controlo da vigilância da bateria.

A informação proporcionada por esta unidade é básica para o funcionamento do sistema Start-Stop, uma vez que vigia se a bateria tem suficiente energia eléctrica para voltar a arrancar o motor depois de que o sistema Start-Stop o tenha parado. Esta condição é essencial para o funcionamento do sistema. A unidade de controlo para a vigilância da bateria estabelece um valor mínimo para o estado da carga da bateria de forma a que se garanta que o motor se pode voltar a pôr em funcionamento. Unidad control motor J623

Para tal, os veículos com sistema Start-Stop levam uma cablagem nova para conexão com uma bateria com malha de fibra de vidro absorvente (Absorbent Glass Matter) AGM, incluindo um novo sensor da bateria, que vai integrado na unidade de controlo para vigilância da bateria. Esta centralina vai situada directamente no borne negativo do cabo de massa e está conectada através do bus LIN com o interface de diagnose para o bus de dados.

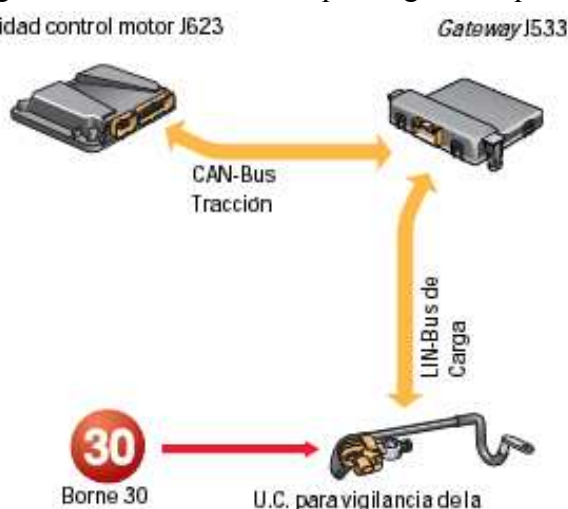


Figura 144 – Comunicação da unidade de controlo para vigilância da Bateria. Fonte: Intranet da SEAT.

Efeitos em caso de avaria

Se se avaria o sensor da bateria já não se pode detectar correctamente o estado operativo desta. Regista-se uma avaria na memória de avarias do interface de diagnose para o bus de dados. O sistema Start-Stop desactiva-se.

Aplicações do sinal

O sensor de bateria regista os valores seguintes:

- temperatura da bateria
- tensão da bateria
- corrente da carga

A temperatura da bateria determina-se através duma família de características e mediante a temperatura de entorno. Também permite tirar conclusões sobre o tempo que a bateria continuará submetida a esforço. Com ajuda destes dados, a regulação e a tensão de carga podem ser adaptadas aos estados de carga e estado operativo da bateria. O objectivo é melhorar a disponibilidade do sistema Start-Stop através da avaliação detalhada dos dados da bateria de arranque.



Figura 145 – Sensor da bateria na unidade de controlo para vigilância da bateria no borne de conexão do cabo à massa. Fonte: Autodidático 430 da VW.

4.6.1.3 Sensor de Ponto Morto

O sensor de ponto morto está aparafusado na zona do comando da caixa de velocidades, por debaixo do interruptor das luzes de marcha atrás. Este sensor é do tipo Hall e dispõe de uma electrónica para diferenciar entre a posição de ponto morto e a selecção das velocidades pares ou ímpares. Este sensor envia um sinal de tensão variável à unidade de controlo do motor segundo a posição em que se encontra o eixo selector e a alavanca da caixa. Se a alavanca se encontra na faixa das mudanças pares o sensor envia um sinal de aproximadamente 2,5 Volts. Se se encontra na faixa das mudanças ímpares a tensão do sinal é de aproximadamente 1,36 Volts. Se, por último, a alavanca se encontra em ponto morto, o sinal é de aproximadamente 1,7 Volts.

O sinal deste sensor é importantíssimo porque o sistema Start-Stop não parará nem porá em funcionamento o motor enquanto haja alguma velocidade engrenada.

Em caso de avaria, o sistema Start-Stop é desactivado.

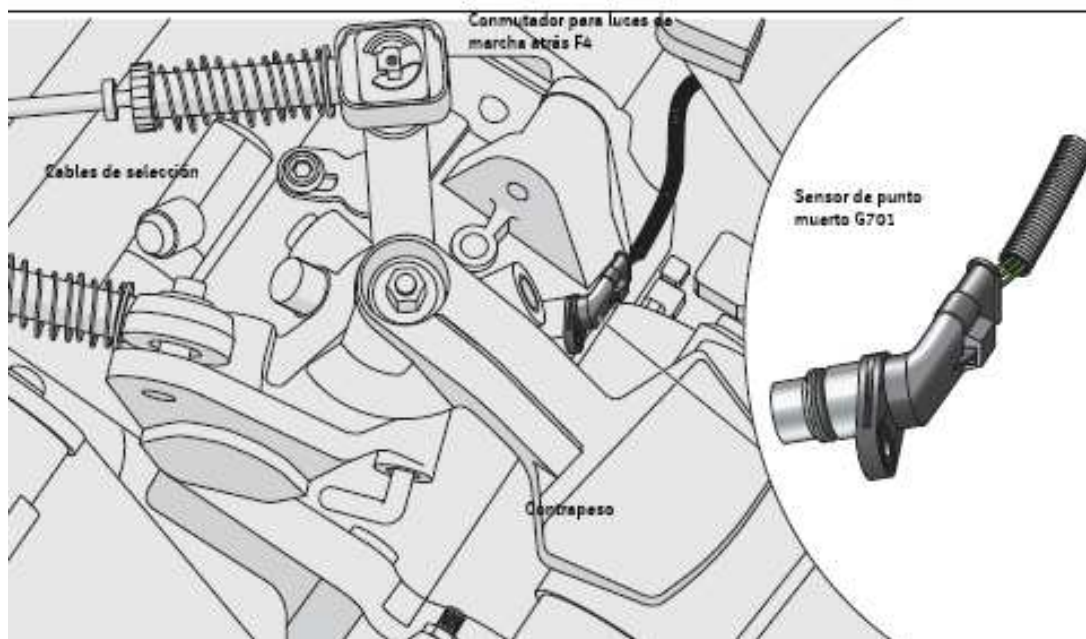
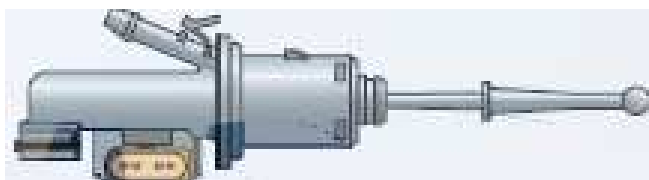


Figura 146 – Localização do sensor de ponto morto. Fonte: Intranet da SEAT.

4.6.1.4 Transmissor de Posição da Embraiagem

Situa-se na parte inferior da bomba da embraiagem. É um transmissor também de efeito Hall que detecta quando se acciona o pedal da embraiagem. Envia um sinal de que a embraiagem está accionada à unidade de controlo do motor.



Este sinal é fundamental para que a unidade de controlo do motor determine quando se deve parar o motor e quando se deve arrancar durante o funcionamento normal do sistema Start-Stop.

Figura 147 – Representação do transmissor da posição da embraiagem. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.

Em caso de avaria o sistema Start-Stop fica desactivado.

4.6.1.5 Transmissor para a Posição do Travão

Este transmissor está localizado na parte inferior da bomba dos travões. É um interruptor do tipo Hall que detecta a transladação dum anel metálico solidário com o eixo da bomba. Envia um sinal de pedal accionado à centralina do



Figura 148 – Representação do transmissor da posição da embraiagem. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.



ABS. Este sinal, por sua vez é utilizado pela centralina motor para parar o motor se o veículo com sistema Start-Stop equipa uma caixa automática. Em caso de avaria, é também desactivado o sistema Start-Stop.

4.6.1.6 Sensor da temperatura da Água

Sensor localizado no tubo de saída do líquido refrigerante da culassa no motor 1.6 TDI CR de 77 kW.

Este transmissor é uma resistência do tipo NTC que informa a unidade de controlo do motor sobre a temperatura do líquido refrigerante. O sistema Start-Stop só permanece habilitado para um intervalo de temperaturas do líquido refrigerante (25 a 110°C).

Em caso de avaria, a unidade de controlo do motor desactiva o sistema.

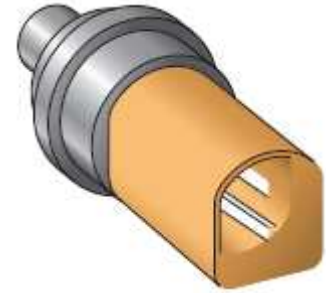


Figura 149 – Sensor da temperatura da água. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.

4.6.2 Unidades de Controlo

Para o funcionamento do sistema Start-Stop é necessária a participação de outras unidades de controlo. As unidades de controlo transmitem a informação dos sensores que gerem para que a unidade de controlo do motor determine assim se se cumprem as condições para a activação do sistema Start-Stop.

4.6.2.1 Unidade de Controlo do ABS

Esta centralina participa enviando mensagens por CAN-Bus tracção com informação sobre sinais de: pedal de travão accionado ou não accionado, se o veículo equipa caixa automática (o sinal do travão accionado substitui o sinal da embraiagem accionada). Sinais ainda da pressão do sistema de travões, activação do ESP, regime de giro das rodas para conhecer a velocidade do veículo.

O sistema Start-Stop permanece desactivado se não há suficiente pressão nos travões ou se está activo o ESP.

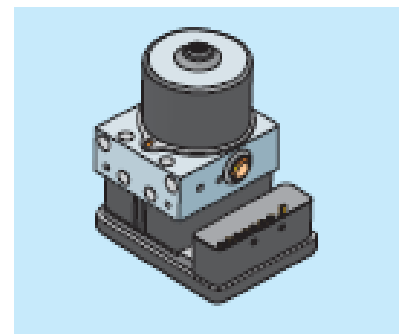


Figura 150 – Centralina de ABS. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.

4.6.2.2 Unidade de Controlo do Climatronic

Envia mensagens através do CAN-Bus Confort com informação referente a: Temperatura interior e exterior, desembaciamento activado/desactivado, carga a que está submetido o compressor do ar condicionado.

O sistema Start-Stop desactiva-se se não é possível manter o conforto térmico no veículo durante a paragem do motor.



Figura 151 – Representação do Climatronic. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.

4.6.2.3 Unidade de Controlo do Airbag



Envia informação do cinto de segurança do condutor colocado através do CAN-Bus Tracção. Se o cinto de segurança não estiver devidamente colocado o sistema Start-Stop permanece desactivado.

Figura 152 – Representação da unidade de controlo do airbag. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.

4.6.2.4 Unidade de controlo da Direcção Assistida

Esta unidade envia mensagens pelo CAN-Bus de tracção com a informação referente ao ângulo de giro da direcção. Segundo o ângulo de giro a deter o veículo, o sistema Start-Stop fica desactivado. Embora não tenha encontrado informação referente a este ângulo, depois de experiências práticas realizadas dentro do veículo determinei que o limite são $\frac{3}{4}$ de volta (270°)

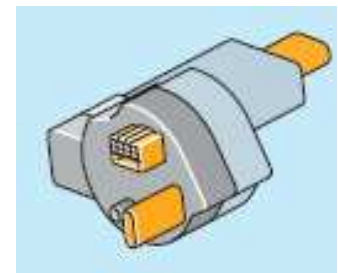
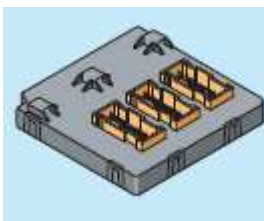


Figura 153 - Representação da unidade de controlo da direcção assistida. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.

4.6.2.5 Unidade de Controlo da Rede de Bordo



Envia mensagens através do CAN-Bus de confort com as seguintes informações: Activação da luz de marcha atrás, activação de consumidores eléctricos, estado da porta do condutor aberta/fechada e envia ainda uma mensagem para que o motor não se pare durante 1 minuto depois de se activarem as luzes de xenon.

Figura 154 -Representação da unidade de controlo da rede de bordo. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.

4.6.2.6 Unidade de Controlo de Reboque

Esta centralina envia uma mensagem via CAN-Bus Tracção quando se conecta o reboque. Com o reboque conectado o sistema Start-Stop permanece desactivo.

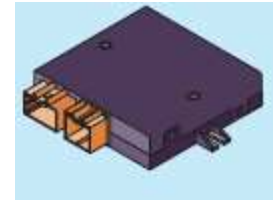


Figura 155 – Representação da unidade de controlo do reboque. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.

4.6.2.7 Unidade de Controlo da Coluna de Direcção



Figura 156 – Representação da unidade de controlo da coluna de direcção. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.

A informação é enviada por meio do CAN-Bus Confort. Transmite mensagens de: Posições do comutador de ignição e arranque. A centralina motor necessita desta informação para pôr em funcionamento o motor. Transmite ainda mensagens sobre a activação ou desactivação do regulador de velocidade, informação que se terá em conta para o funcionamento da recuperação energética na retenção e travagem.

4.7 Componentes e Sistemas Adaptados de Forma Específica.

Os seguintes componentes tiveram de ser adaptados tecnicamente para a sua implementação no sistema Start-Stop:

- bateria com malha de fibra de vidro absorvente
- alternador
- motor de arranque
- caixa manual (detecção das velocidades)
- estabilizador de tensão.



Figura 157 – Localização da bateria, alternador, motor de arranque e estabilizador de tensão.

4.7.1 Bateria com Malha de Fibra de Vidro Absorvente

Para o funcionamento óptimo do sistema Start-Stop é necessária uma bateria com uma alta capacidade de arranque e capaz de resistir a muitos ciclos de carga e descarga. Por este motivo em lugar das baterias com acumuladores de chumbo convencionais, substituíram-se por uma bateria com malha de fibra de vidro absorvente, também conhecidas pela sigla AGM (Absorber Glass-Matter). Esta tecnologia baseia-se em que o electrólito não está em estado líquido entre as placas internas da bateria, mas sim absorvido por uma malha de fibras microscópicas situadas entre as placas. Esta malha tem uma grande capacidade de absorção, de forma que pode absorver todo o electrólito da bateria sem chegar a saturar. Este tipo de tecnologia, juntamente com os acumuladores de gel são os representantes mais modernos e de maior rendimento do desenvolvimento de baterias.

Outras vantagens:

- Maior vida útil.
- Maior potência de arranque em frio.
- Menor efeito de autodescarga, quando uma bateria convencional se encontra a 50% da sua capacidade, nas mesmas condições uma bateria AGM encontra-se a 80%.
- Em caso de congelação não há expansão do electrólito que possa danificar a bateria.
- Menor resistência interna devido a uma reacção mais rápida entre electrólito e as placas.
- Alta resistência de funcionamento à descarga profunda.
- Alta resistência de funcionamento (maior robustez).
- Segurança contra oscilações e derrame mesmo que se quebre a carcaça.

- Em comparação com as baterias convencionais, produz uma muito baixa estratificação do ácido, que costuma reduzir a potência

- Não requer manutenção uma vez que a evaporação do electrólito é praticamente nula., ainda assim estas baterias dispõem de uma válvula de segurança para regular a pressão interna.

Apesar de todas estas vantagens, estas baterias apresentam também algum inconveniente: o seu rendimento vê-se afectado para temperaturas superiores a 55°C medidos no borne. Por esse motivo, a bateria localiza-se no vão do motor e está protegida por uma funda têxtil (diferente em função do país destino do veículo) e por umas protecções de plástico. Outro aspecto a ter em conta é que estas baterias estão seladas e não se podem abrir, uma vez que ao não ter electrólito líquido não é necessário encher para corrigir o nível.

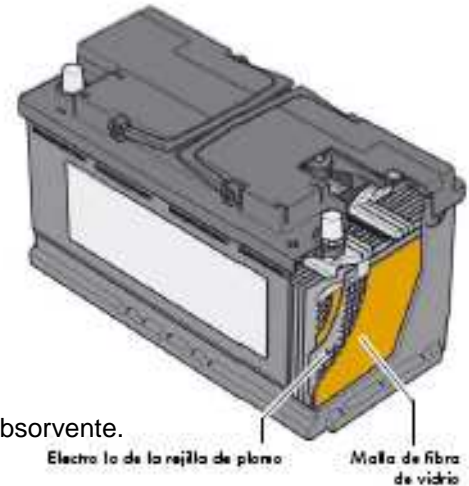


Figura 158 – Bateria com malha de fibra de vidro absorvente.

Fonte: Autodidáctico 430 da VW



Figura 159 – Bateria AGM e protecções. Fonte: Intranet de SEAT.

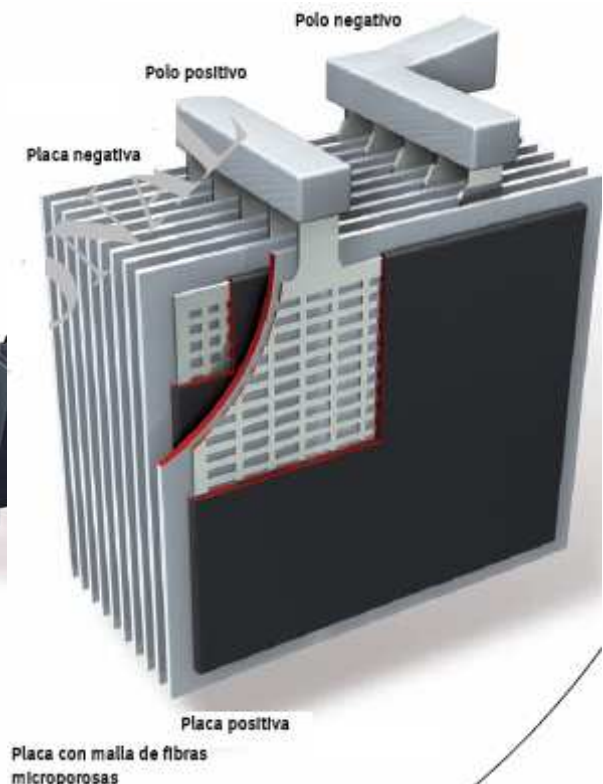


Figura 160 – Bateria AGM, estrutura interna. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didáctico nº129.

4.7.2 Alternador

Até agora, tanto o alternador, como o regulador de tensão iam unidos com as unidades de controlo do motor e a rede de bordo através de cabos próprios. Nos automóveis equipados com Start-Stop, a transmissão de informação realiza-se através dum Bus-LIN até ao interface de diagnose para o Bus de dados. Este põe a informação a disposição de outras unidades de controlo através do bus de dados CAN.

Assim, o alternador que equipa os veículos com Start-Stop e com recuperação energética apresenta as seguintes características: a carga máxima nominal é de 140 A, a tensão nominal é de 14 V.



Figura 161 – Alternador usado nos veículos Start-Stop. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº129.

4.7.3 Motor de Arranque

Devido ao maior esforço ao que está submetido o motor de arranque quando o sistema Start-Stop está activo, p. e. na circulação urbana, uma vez que está sujeito a maior número de ciclos de arranque durante a sua vida útil. Incrementou-se por isso, a resistência a ciclos de carga e reforçou-se a coroa dentada. Um ciclo significa uma activação do motor de arranque, independentemente de que o motor se ponha em funcionamento ou não. O motor de arranque dum veículo Start-Stop está reforçado para aguentar 5 vezes mais ciclos que um motor de arranque convencional. Ou seja, uma maior resistência aos ciclos de carga expressa que o motor de arranque pode usar-se com mais frequência. O desgaste reduz-se.

No entanto, em caso de avaria e necessidade de reparação deve-se ter em conta que apesar de ter a mesma estrutura dum motor de arranque convencional, os componentes devem ser os adequados. Por outro lado, em caso de substituição completa, este motor não pode ser substituído por um convencional, pois a vida útil do motor de arranque ver-se-ia afectada sensivelmente e também porque a carcaça da mudança apresenta algumas diferenças no alojamento do motor de arranque.



Figura 162 – Motor de arranque usado nos veículos Start-Stop. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.

4.7.4 Caixa Manual

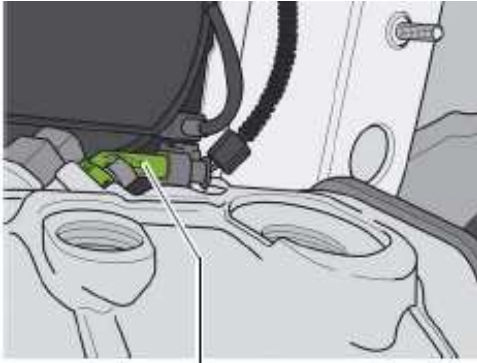


Figura 163 – Sensor de posição neutral da caixa de velocidades.

Fonte: Autodidático 430 da VW.

Para implementar o sistema Start-Stop foi preciso agregar-se um sensor à caixa de velocidades manual, como foi mencionado anteriormente, que permite detectar a posição neutral da alavanca das mudanças. Vai aparafusado pela parte de cima à carcaça da caixa de velocidades e detecta a posição do eixo selector sem estabelecer contacto físico.

4.7.5 Estabilizador de Tensão

O estabilizador de tensão é um transformador de corrente contínua em corrente contínua (DC/DC) e nos SEAT localiza-se detrás do porta-luvas do acompanhante. Já nos Volkswagen localiza-se no interior da cava da roda dianteira do lado esquerdo e tem uma potência de 180 W. A excitação eléctrica do estabilizador de tensão realiza-se mediante o bus LIN e através da rede eléctrica de Bordo.



Figura 164 – Localização do estabilizador de tensão no Seat Altea.

A missão desta unidade de controlo como o próprio nome diz "estabilizador de tensão", serve para estabilizar a tensão da rede do veículo de 12 V em determinadas situações, a cerca duns 12 V, p.e. ao funcionar no modo Start-Stop. Tem então o objectivo de que o usuário não se aperceba de nenhuma baixada de tensão durante o arranque do motor. Isto é necessário já que a elevada corrente do motor de arranque no modo Start-Stop pode produzir oscilações intensas da tensão noutros consumidores eléctricos do veículo. Sem o estabilizador de tensão podem originar-se reinicializações de outros dispositivos e registos na memória de avarias, p.e. "tensão de bordo, sinal demasiado baixa", nas unidades de controlo afectadas. Esta situação é evitada com a ajuda do estabilizador de tensão.

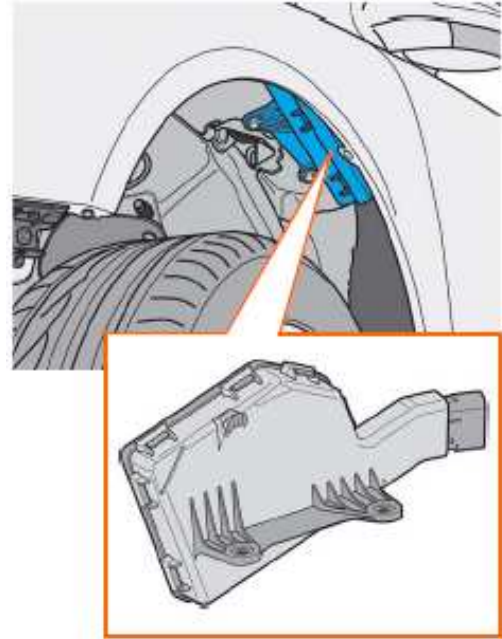


Figura 165 – Localização do estabilizador de Tensão no VW Golf. Fonte: Autodidático 430 da VW.

Se se avaria o estabilizador de tensão, outros dispositivos, tais como rádio, rádio/navegação, quadro de instrumentos ou telefone executam uma reinicialização se a sua própria alimentação de tensão resulta insuficiente ao ser accionado o motor de arranque. Se durante o modo Start-Stop se manifesta que os consumidores eléctricos mencionados executam uma reinicialização com cada arranque do motor, isto constitui um indício de que está avariado o estabilizador de tensão.

4.8 Sistema Conceptual das Indicações (Quadro de Instrumentos)

O quadro de instrumentos dum veículo com Start-Stop pode mostrar diferentes mensagens e avisos referentes ao sistema. Consoante o tipo de quadro de instrumentos, difere a representação visual do sistema Start-Stop com os seus avisos no ecrã.



Figura 166 – Quadro de instrumentos do SEAT Altea. Fonte: Intranet deSEAT.



A versão Lowline somente se visualiza o modo Start-Stop quando se produz uma paragem automática do motor. Na parte inferior do ecrã aparece mediante texto as indicações, por exemplo “START-STOP ACTIVO”. Na versão Highline visualiza-se o funcionamento do sistema Start-Stop por meio da letra “A” encerrada numa flecha semicircular na parte superior direita do ecrã. Além do mais, a versão Highline permite transmitir mensagens mais elaboradas com frases completas ao contrario da Lowline que emite palavras como “ARRANCAR”, “MANUAL”, “AVARIA”.



Figura 167–
Ecrã da versão
Lowline

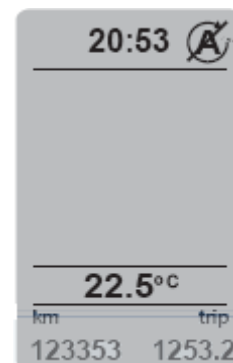
Figura 168 – Ecrã
da versão Highline

As análises do funcionamento do quadro de instrumentos no que respeita às mensagens do Start-Stop serão no quadro Highline.

4.8.1 Sistema Desactivado

O ícone do sistema desactivado pode aparecer em diferentes condições. Quando tal se dá pelo incumprimento de condições, o ícone indica que o sistema Start-Stop não pára o motor quando o veículo se imobilize.

Figura 169 – Quadro de instrumentos indicando sistema Start-Stop desactivado. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.



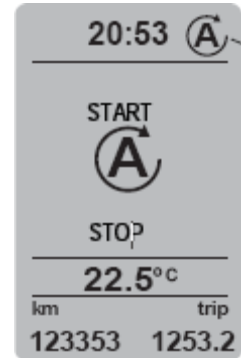
Este ícone só aparece no momento em que o veículo se imobiliza e não durante a sua circulação. De referir que se o sistema Start-Stop for desactivado através do pulsador não aparece o ícone de sistema desactivado no ecrã multifuncional e a indicação luminosa aparece a cor amarela em cima do pulsador do Start-Stop.

4.8.2 Tentativa de Activar o Sistema com o Veículo Parado.

Esta situação dá-se quando o sistema foi previamente desactivado mediante o pulsador da função Start-Stop e ao imobilizar o automóvel o condutor tenta activar o sistema através do pulsador. O motor continua em funcionamento e aparece o ícone de sistema desactivado até que se inicie a circulação. O sistema estará activo quando o veículo recorra a distância determinada e cumpra com todas as condições necessárias.

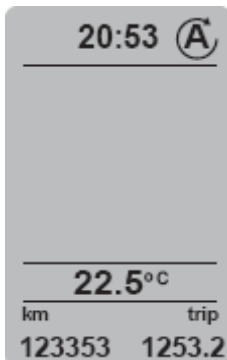
4.8.3 Motor Parado

Quando o sistema Start-Stop pára o motor aparece uma indicação no centro do ecrã multifuncional com a mensagem “Start Stop” e um ícone de sistema activo na parte superior direita. A indicação no centro do ecrã permanece activa durante aproximadamente 5 segundos.



4.8.4 Motor Parado (continuação)

Figura 170– Quadro de instrumentos indicando sistema Start-Stop activo. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.



O ícone de sistema activo aparece no ecrã até o arranque do motor. Este ícone não aparece durante a circulação do automóvel, no seu lugar aparece a indicação da mudança recomendada, se o motor cumpre com a normativa de antipoluição EURO V.

Figura 171 – Quadro de instrumentos indicando sistema Start-Stop activo, 5 segundos depois da paragem. Fonte: Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129.

4.8.5 Arranque do Motor

Com o motor parado pelo sistema Start-Stop, pode acontecer que se produza alguma circunstância que comprometa a segurança, o sistema não põe em funcionamento o motor indica a mensagem “Arrancar o motor manualmente”. Esta mensagem pode aparecer quando o cinto de segurança do condutor deixa de estar apertado, ao abrir a porta do condutor, ao colocar uma velocidade, ao abrir o capô.



4.8.6 Avaria do Sistema

Figura 172 – Quadro de instrumentos indicando para arrancar manualmente

As avarias referentes ao sistema Start-Stop podem ler-se na unidade de controlo do motor. No caso de se produzir alguma avaria, aparece no quadro de instrumentos a mensagem “Avaria sistema Start-Stop” e desactiva-se o sistema. Esta mensagem aparece em cada início da circulação estando o sistema Start-Stop avariado, depois de arrancar o motor e é substituído pelo aviso de arrancar manualmente.



Figura 173 – Quadro de instrumentos com as duas mensagens mostradas quando ocorre uma avaria no sistema.



FEUP



SEAT

Estudo e Análise do Sistema de Arranque e Paragem Automática do Motor no Automóvel.



5 Painéis de Controlo do Sistema Start-Stop

Nesta fase do projecto, uma vez analisado o sistema, feito todo o estudo teórico e entendidos todos os parâmetros de funcionamento do sistema Start-Stop procedeu-se à parte mais criativa e autónoma do trabalho. Esta consistiu pois, numa primeira etapa, na realização de um conjunto de ambientes de trabalho informáticos, painéis de controlo, baseados no programa Vector CANoe, onde se podia visualizar e controlar os principais sinais, valor dos parâmetros e condições necessárias para o correcto funcionamento do sistema Start-Stop. Este trabalho era de especial utilidade para os engenheiros do Centro Técnico da SEAT. Numa fase de implementação deste sistema e a poucos meses do arranque da fabricação era necessário afinar o sistema e testá-lo várias vezes para que o software fosse para a produção sem erros e completamente funcional. Ora estes painéis permitiam, de uma forma simples e rápida, visualmente detectar os principais parâmetros e condições do sistema Start-Stop, vendo os valores em tempo real e podendo assim identificar rapidamente o porquê do sistema não estar activo, por exemplo, e o motor não parar. Estes painéis tornam-se assim numa “janela” para o interior do sistema Start-Stop, para entender o que está acontecer e enviar de uma forma gráfica, simples e rápida a informação dos parâmetros a alguém que por exemplo não esteja familiarizado com o CAN-bus de dados.

Depois de adaptar vários SEAT Leon e Altea com aparelhos específicos e cabos de conexão do portátil ao sistema de transmissão de dados internos entre centralinas (CANbus), foi possível testar o funcionamento dos painéis e por sua vez as condições do Start-Stop.

5.1 Vector CANoe

O Vector CANoe é uma ferramenta de teste e desenvolvimento profissional para protocolos CAN, LIN, MOST, FlexRay, Ethernet, J1708, entre outros. Trata-se, assim, duma ferramenta versátil para o desenvolvimento, teste e análise de redes distribuídas de ECUs (centralinas). Apoia o utilizador durante todo o processo de desenvolvimento, desde o planeamento à posta em prática. As diversificadas funções e opções de configurações são usadas por designers de redes, engenheiros projectistas e engenheiros de testes nos OEMs (equipamento original dos fabricantes) e fornecedores.

5.1.1 Recursos e Vantagens

No início do processo de desenvolvimento, o CANoe é usado para criar modelos de simulações que emulam os comportamentos das ECUs. Durante o curso do desenvolvimento das centralinas estes modelos servem globalmente como um apoio para a análise, o teste e a

integração dos sistemas de bus e ECUs. Como resultado, é possível detectar e corrigir os problemas cedo. Através da sua arquitectura aberta, o CANoe é capaz de resolver problemas complexos e adaptar-se às especificações das aplicações especiais. Janelas de avaliação gráfica e textuais são fornecidas para avaliar os resultados. Podem ser criados painéis de controlo intuitivos para o acompanhamento e controlo de tarefas, por exemplo em ambiente de produção ou montagem. Para simples e automatizados testes e comunicações diagnósticas com a ECU, estão integrados no CANoe as opções “Test Feature Set” e “Diagnostic Feature Set”.

Na imagem seguinte, pode-se visualizar o interface do CANoe para o utilizador com alguns das principais janelas abertas: “Measurement Setup”, “Trace”, “Data”, “Write”, “Graphic”, “Bus Statics”, etc.

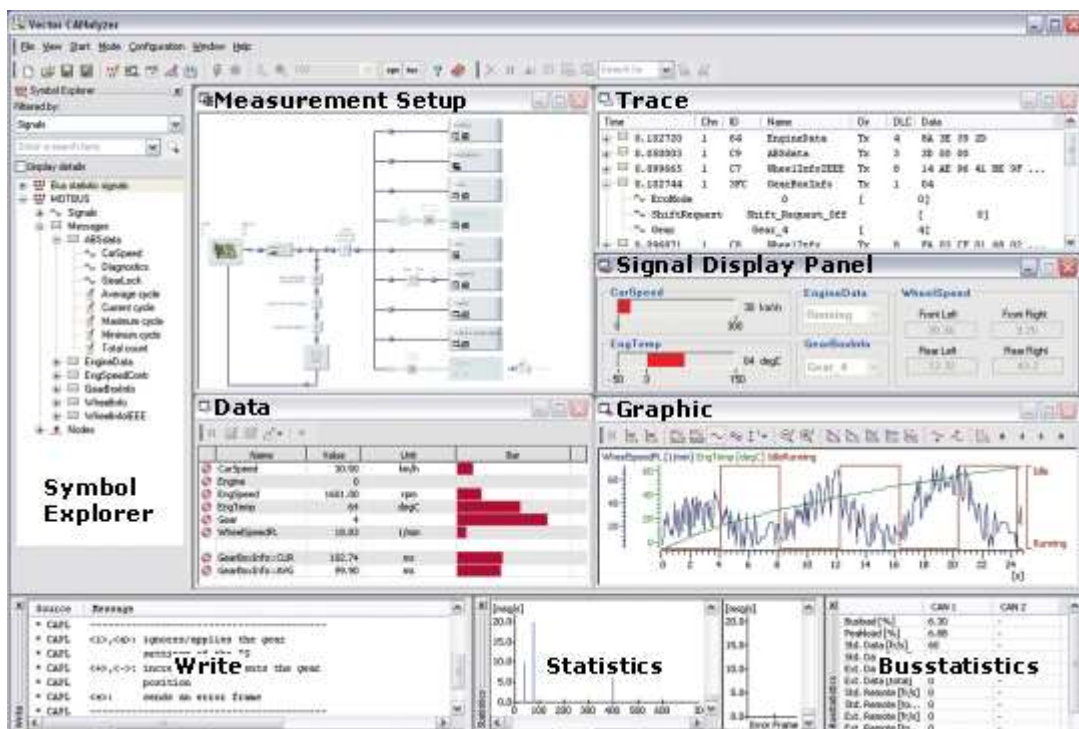


Figura 174 – Interface de utilizador do CANoe. Fonte: http://www.vector.com/vi_canoe_en.html.

5.2 Painel Simplificado

Este foi o primeiro painel realizado, é um painel com um aspecto gráfico simples, tal como foi pedido pelo engenheiro Thomas Kurz (chefe do departamento de electrónica motor). Tem como finalidade saber, as mensagens transmitidas por cada centralina: Motor, Climatronic, BCM, Bateria e Travões. As informações transmitidas pela centralina motor são: se o sistema Start-Stop está desactivado, se proíbe a paragem, se o sistema Start-Stop está 100% liberado, se falta alguma liberação ou se há um falho na centralina motor (designada vulgarmente MSG, do alemão MotorSteuerGerät). Nas outras quatro centralinas indica-se se a



paragem do motor é permitida, se a proibem, se indicam que um arranque é necessário, se existe uma falha no sistema Start-Stop ou se por outro lado existe uma falha em cada uma das centralinas. Tem ainda uma parte muito importante que permite controlar as condições necessárias ao correcto funcionamento do Start-Stop. Assim, cada uma das condições tem um semáforo que se põe verde quando os valores estão dentro dos parâmetros necessários para o sistema funcionar e vermelho quando não. Estas condições são: ponto morto, embraiagem pisada, temperatura do líquido refrigerante, cinto de segurança colocado, porta do condutor fechada, capô fechado, ângulo de rotação do volante, velocidade igual a zero, velocidade menor que 3 km/h, tensão da bateria, regime do motor por debaixo das 1200 rpm e temperatura exterior superior a 5°C. De referir que não se colocaram todas as condições mas sim as mais importantes, por uma questão de simplicidade e também porque existem algumas condições cuja informação se transmite pelo bus da dados CAN-Confort ou por CAN-LIN e com o material disponibilizado só era possível visualizar as que vão por CAN-Tracção. De referir ainda que este painel possuía ainda dois semáforos indicando se o sistema Start-Stop se encontrava na fase Stop (paragem do motor) ou na fase Start (rearranque do motor) através dum semáforo azul. Introduziu-se ainda uma caixa de texto onde de indica o estado do sistema de recuperação, indicando quando se acelera “Recomendación de REDUCCIÓN de corriente alternador” e quando se solta o acelerador ou trava “Recomendación de AUMENTO de corriente alternador”.

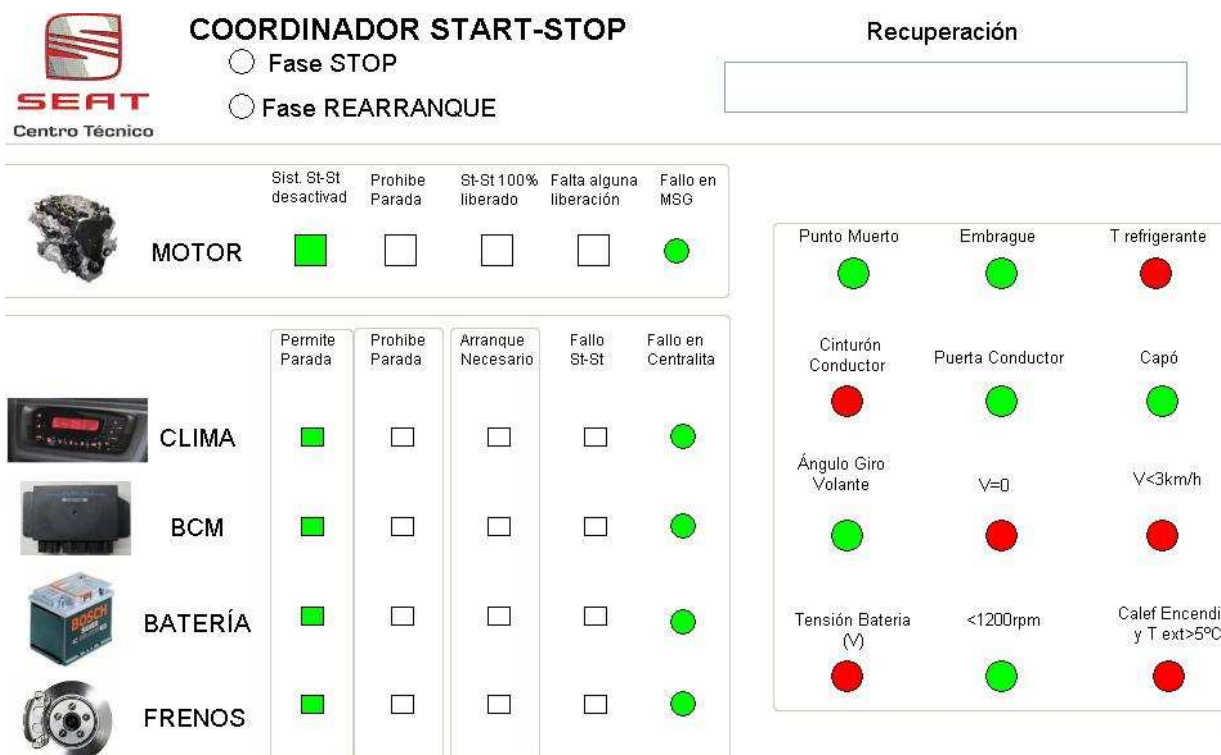


Figura 175 – Painel de controlo do sistema Start-Stop simplificado.



5.2.1 Realização do Painel Simplificado

Todos os painéis foram realizados com o programa CANoe, mais precisamente na opção “panel editor”. Vão-se adicionando frases, semáforos, caixas de texto, relógios, taquímetros, display digitais e analógicos, imagens, etc. Uma vez feito o arranjo gráfico é preciso fazer a programação, realizar a parte por detrás do painel gráfico que liga esse interface visual com o sistema de transmissão de dados entre centralinas, CAN-Bus. Para tal é necessário uma base de dados de CAN onde está a informação necessária para cada sinal que se adiciona no painel. Estes sinais estão organizados por parcelas consoante o tipo (as da caixa de velocidade agrupadas entre si, as dos travões idem, assim como as de motor, etc). Na base de dados estão informações necessárias tais como o nome, bits, conversão em código binário e os estados da centralina que transmite esse sinal que representam, condições de funcionamento. A base de dados utilizada foi a PQ 35 556, que é o CAN, mais actualizado para a plataforma PQ 35, Leon e Altea e que tem já os sinais intervenientes no sistema Start-Stop.

Botschaft: Motor 1 Sender: Motorsteuergerät
 Identifier: 280 H Übertragungsrate: 500 kBaud
 Länge: 8 Byte Wiederholrate: 10 msec (Otto), 20 msec (Diesel), zukünftig 10 msec (ab Simos PPD1, EDC17!)
 Empfänger: **dokumentiert in den projektabhängigen Excel-Signalmatrizen**

Signalname	Byte	Bit	Init	Wertebereich	Umrechnung	Bemerkungen
Leergasinformation	1	0	0		0 kein Leergas 1 Leergas	Fahrpedal-Leergasschalter, Leergasinfo aus Fahrpedalwert oder Leerlaufschalter bei Drosselklappe (wird zur Freigabe der MSR-Funktion im ABS verwendet)
Fahrpedalwert ungenau	1	1	0		0 Fahrpedal i.O 1 Ersatzwert	Ersatzwert aus Modellrechnung oder Fehlerwert in Byte 6, Leergas- oder Kickdown-Info können betroffen sein
Kickdownschalter	1	2	0		0 kein Kickdown 1 Kickdown	0 kann für nicht verbaut stehen, bei Doppelanalogpedalwertgeber ggfs. errechneter Wert
Kupplungsschalter	1	3	0		0 Schalter sagt ausgekuppelt 1 Schalter sagt eingekuppelt	nur Handschalter; aktiv, wenn Schalter verbaut; sonst konstant auf 0 gesetzt; Bit wird gesetzt, wenn Kupplungspedal nicht betätigt wird (Kupplungsschalter hoch), Triebstrang kann noch eingekuppelt sein
Time Out Bremsen	1	4	0		0 Empfang i.O 1 500 msec Time Out auf Bremsen Botschaft ist = 1 mal	

Figura 176 – CAN Matrix da Base de dados PQ 35 556. Fonte: PQ35_46_ACAN_Datenfestlegung_V5_2_6_F.doc (Documento interno do Centro Técnico da SEAT. Este é um pequeno excerto de alguns dos sinais que aparecem por exemplo na parcela Motor 1 com as suas várias indicações. Para o trabalho em causa a indicação mais importante era a dos estados p.e “0 pedal accionado, 1 pedal não accionado” etc. No entanto os bits eram fundamentais para a sua localização no meio de milhares de sinais uma vez que funcionavam como o seu Bilhete de Identidade.

Esta informação da base dados era importantíssima e era a matriz para poder entender os estados e informações que enviavam as centralinas. Era assim o fundamento para a programação dos painéis e assim poder ler o que circula no CAN.

Por exemplo: para a programação do semáforo da embraiagem seleccionamos o sinal M01_Kup_schalt que está na parcela de Motor 01 e se refere ao sensor da embraiagem como indica a figura 177.

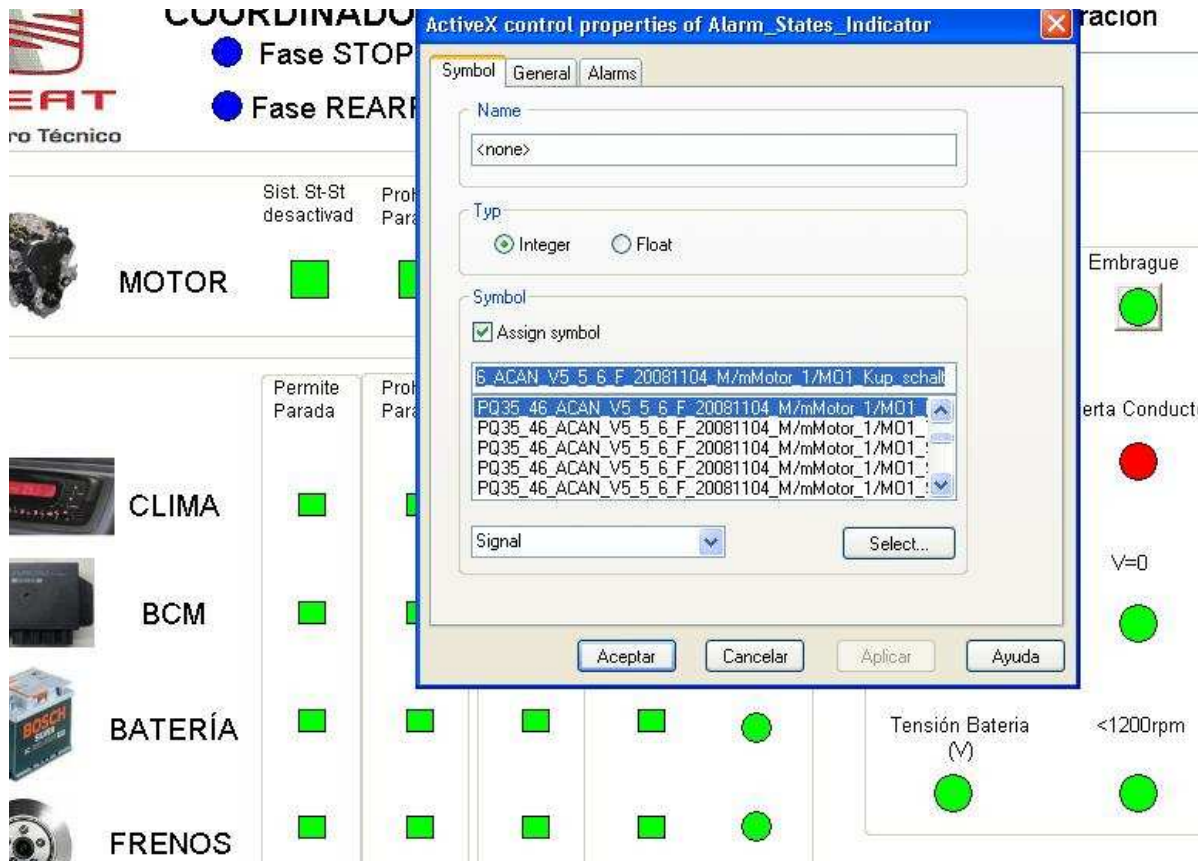


Figura 177 – Atribuição do sinal M01_Kup_schalt ao semáforo. Este sinal indica o estado do pedal de embraiagem.

Seguidamente escolhe-se as cores que vão utilizar os semáforos e programa-se os limites superiores e inferiores onde muda a cor em função dos estados que são indicados na base de dados: Para tal é preciso ir à base de dados e ver como indica a figura 178.

Kupplungsschalter	1	3	0	0 Schalter sagt ausgekuppelt
				1 Schalter sagt eingekuppelt

Figura 178 – Estados assumidos pela centralina que envia o sinal do pedal de embraiagem accionado ou não accionado. Neste caso é a centralina motor. Fonte: PQ35_46_ACAN_Datenfestlegung_V5_2_6_F.doc.

Neste caso 0 indica que o pedal de embraiagem está accionado e 1 que o pedal de embraiagem não está accionado, por isso na programação dos limites do semáforo colocou-se um intervalo entre -0,5 e 0,5 com um “upper limit exceeded” a vermelho e “lower limit exceeded” e “normal state” a verde. Assim é garantido que quando a embraiagem está pisada e o estado é 0 o semáforo está verde e quando não está pisado (estado 1) como está por cima de 0,5 o semáforo mostra-se vermelho.

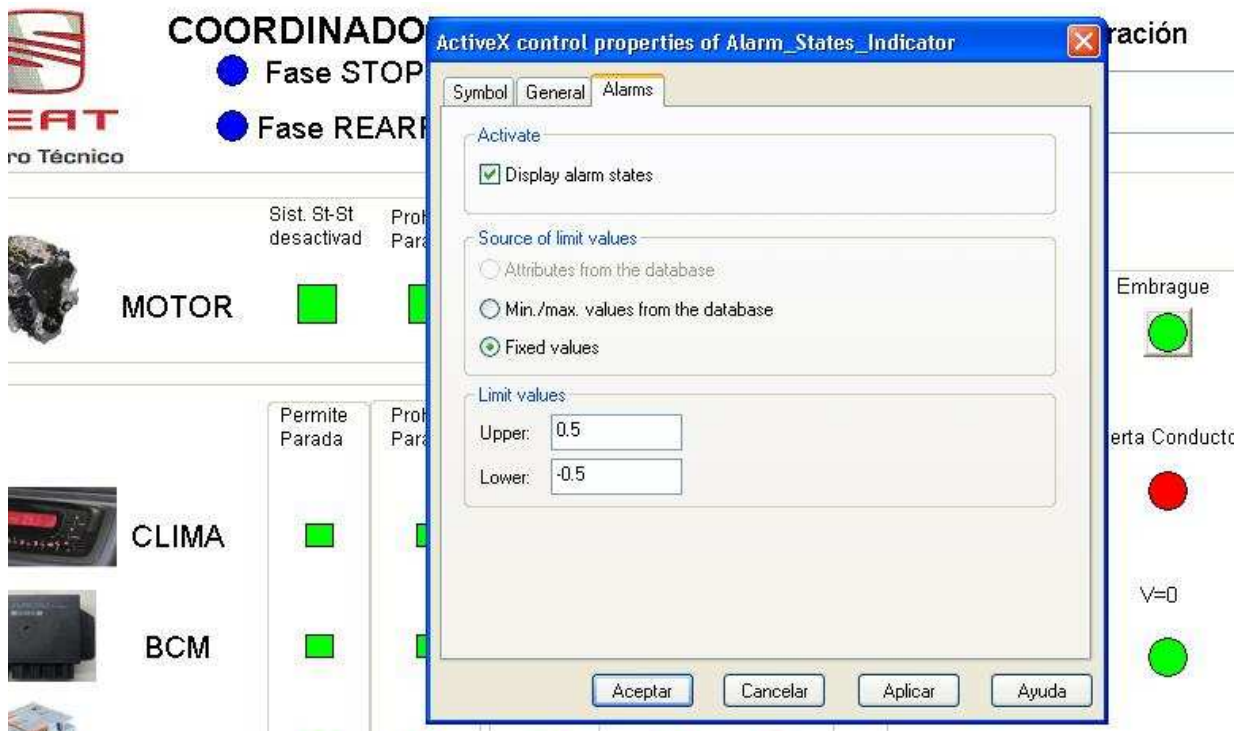


Figura 179 – Programação dos limites superiores e inferiores do semáforo do sinal do pedal da embraiagem.

Fez-se assim, analogamente para os diferentes sinais, sempre buscando o nome técnico em alemão na base de dados, indo à CAN matrix para ver os estados e atribuir deste modo os limites e as cores. No entanto há informações no painel que não são de programação directa e é preciso criar uma variável interna com programação em CAPL, linguagem muito parecida a C++. Exemplos disso são os semáforos de fase Stop e fase Rearranque. Não existe um sinal na base de dados CAN para tal e então foi necessário criar essa variável interna. Como indica a figura 180, associa-se ao semáforo essa variável interna e faz-se em CAPL a programação desse mesmo semáforo.



```

switch (this.M10_MotorStopp)
{
    case(0) :
        putValue(SS_MOTOR_Fase_Stop, 0);
        break;

    case(1) :
        putValue(SS_MOTOR_Fase_Stop, 3);
        break;

    default :
        putValue(SS_MOTOR_Estado_Text1, "ERROR CAPL");
        break;
}

switch (this.M10_Wiederstart)
{
    case(0) :
        putValue(SS_MOTOR_Fase_Rearranque, 0);
        break;

    case(1) :
        putValue(SS_MOTOR_Fase_Rearranque, 3);
        break;

    default :
        putValue(SS_MOTOR_Estado_Text1, "ERROR CAPL");
        break;
}

```

Figura 180 – Programação em CAPL dos semáforos da Fase de Paragem do motor e de Arranque do motor.

Para este caso fez-se também a atribuição dos valores limite superior e inferior, sendo 2 e 1 respectivamente. O semáforo encontra-se desactivado por debaixo do limite 1 pois para o estado 0 não está activo. De igual forma para a caixa de texto do estado da recuperação também se fez programação em CAPL como indica a figura 181:

```

switch (this.M10_Freigabe_Reku)
{
    case(0) :
        putValue(RR_Recuperacion_Text1, "DESACTIVADO");
        break;

    case(1) :
        putValue(RR_Recuperacion_Text1, "MSG -> Recomendación de AUMENTO de corriente alternador");
        break;

    case(2) :
        putValue(RR_Recuperacion_Text1, "MSG -> Recomendación de REDUCCIÓN de corriente alternador");
        break;

    case(3) :
        putValue(RR_Recuperacion_Text1, "ACTIVO (en espera)");
        break;

    default :
        putValue(RR_Recuperacion_Text1, "----");
        break;
}

```

Figura 181 – Programação em CAPL da caixa de texto com a informação referente à recuperação.

5.3 Segundo Painel, com Organizações por Centralinas

Este segundo painel de controlo é muito parecido ao anterior, no entanto os sinais das condições do Start-Stop estão agrupados pelas respectivas centralinas que os transmitem. Existe também um semáforo do bit de falha de cada uma das centralinas, pondo-se em vermelho quando a centralina está avariada.

5.3.1 Realização do Painel

A programação deste semáforo fez-se directamente a partir dos estados do sinal de avaria das centralinas. Exemplo avaria da centralina do climatronic.

Escolhe-se o sinal de falho da centralina do clima, neste caso o sinal “EK1_KD_Fehler”.

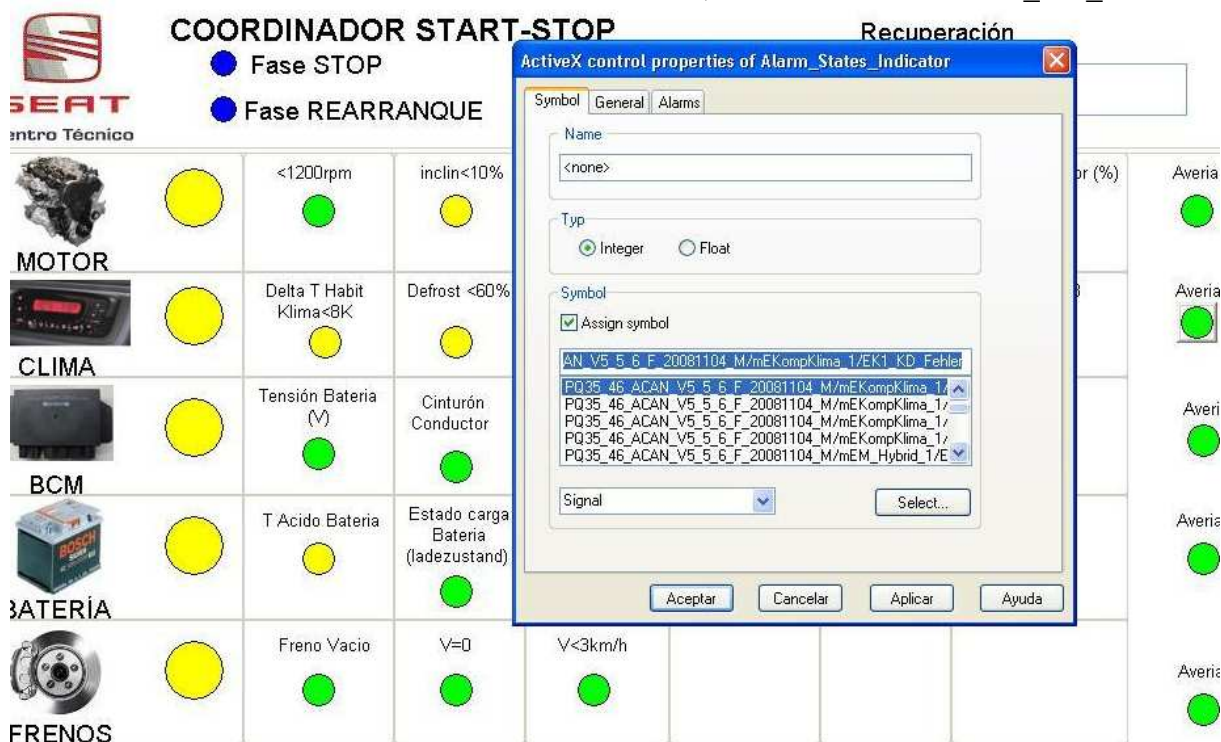


Figura 182 – Atribuição do sinal EK1_KD_Fehler ao semáforo de avaria da centralina do Climatronic.

Depois de ver na CAN matrix que para o estado 1 está avariada, põe-se semáforo vermelho entre 1,0 e 1,5.

Aplicou-se um semáforo que fica verde quando a centralina permite o Start-Stop, estes semáforos tiveram de ser feitos por programação em CAPL uma vez que a funcionalidade do Start-Stop tem vários estados: 0 pode parar, 1 proibido parar o motor, 2 Start necessário, 3 erro de centralina. Com a seguinte programação do painel impôs-se assim que o semáforo estaria verde para estados menor que 1, amarelo entre 1 e 2 e se supera 2 vermelho pois corresponde ao 3 (erro de centralina)

```
switch (this.GK2_K1_StSt_Info)
{
    case(0) :

        putValue(SS_Info_Klima_SEMAFORO, 0);
        putValue(SS_Info_Klima_Text1, "O.K.");
        break;

    case(1) :

        putValue(SS_Info_Klima_SEMAFORO, 1);
        //putValue(SS_Info_Klima_Text1, "STOP Proibido");
        snprintf(buffer2,elcount(buffer), "OKKKK");
        putValue(SS_Info_Klima_Text1, buffer2);
        break;

    case(2) :

        putValue(SS_Info_Klima_SEMAFORO, 1);
        putValue(SS_Info_Klima_Text1, "START Necesario");
        break;

    case(3) :

        putValue(SS_Info_Klima_SEMAFORO, 3);
        putValue(SS_Info_Klima_Text1, "ERROR Centralita");
        break;

    default :

        putValue(SS_Info_Klima_Text1, "ERROR CAPL");
        break;
}

if (this.GK2_K1_StSt_Info == 1 || this.GK2_K1_StSt_Info == 2)
{
    snprintf(buffer,elcount(buffer), "AC Pulsado = %i ** TªExterior = ");
    putValue (SS_Info_Klima_Text2, buffer);
}

else
{
```

Figura 183 – Exemplo da programação em CAPL do semáforo da centralina do Climatronic, fez-se analogamente para todas as centralinas.

5.4 Terceiro Painel, Organizado por Momentos do Sistema Start-Stop

Fez-se ainda um outro painel, mais completo e com um aspecto gráfico mais amigável organizado por momentos da condução para compreender o funcionamento do Start-Stop:

Estão assim indicados os semáforos das respectivas condições de paragem do motor, depois as condições de arranque do motor, solicitude de intervenção - arranque do motor e por fim as condições de interrupção. Adicionaram-se ainda as condições do Start-Stop poder estar activo, temporalmente desactivado e Start-Stop desactivado. A figura seguinte representa a versão diesel:



Figura 184 – Terceiro painel de controlo organizado pelos momentos do Start-Stop. Versão diesel.

Na versão a gasolina a única diferença é que não existe condição da regeneração do DPF.

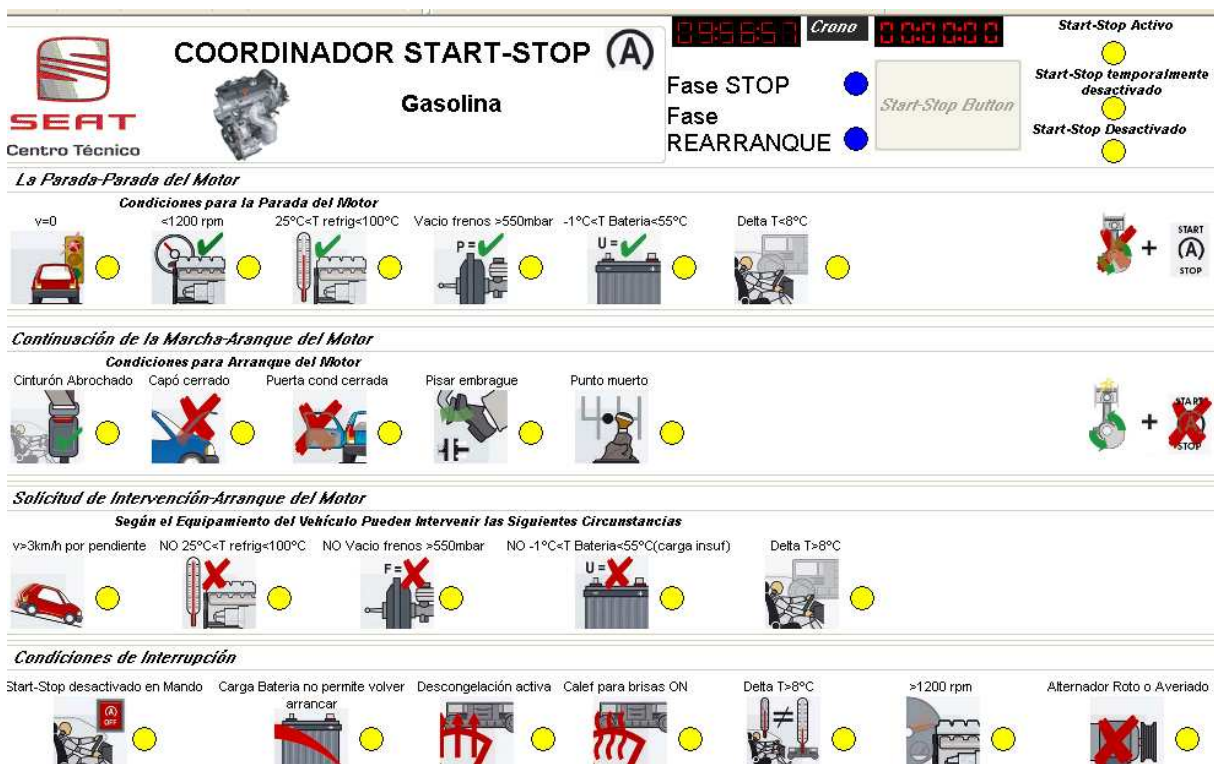


Figura 185 – Terceiro painel de controlo organizado pelos momentos do Start-Stop. Versão gasolina.

5.5 Quarto Painel de Controlo, Completo

Por último, os painéis mais completos. Estes não foram desenvolvidos com a finalidade de ser úteis ao pessoal do Centro Técnico mas sim com uma perspectiva pessoal, exclusivamente para o trabalho do meu projecto final de curso. Assim, fizeram-se, uma vez mais, uma versão diesel e outra gasolina (sendo a única diferença o conta-rotações e a condição do DPF. Esta versão de painel, para além dos semáforos já existentes nos anteriores painéis, tem possibilidade; e aí é que está a grande diferença em relação aos outros painéis; de através de taquímetros de ponteiros e displays digitais, ter uma percepção de como as condições vão alterando no tempo. É assim finalmente, também possível quantificar os valores das condições ou sinais e ver se estamos perto ou longe dos limites de funcionalidade. Painel diesel:

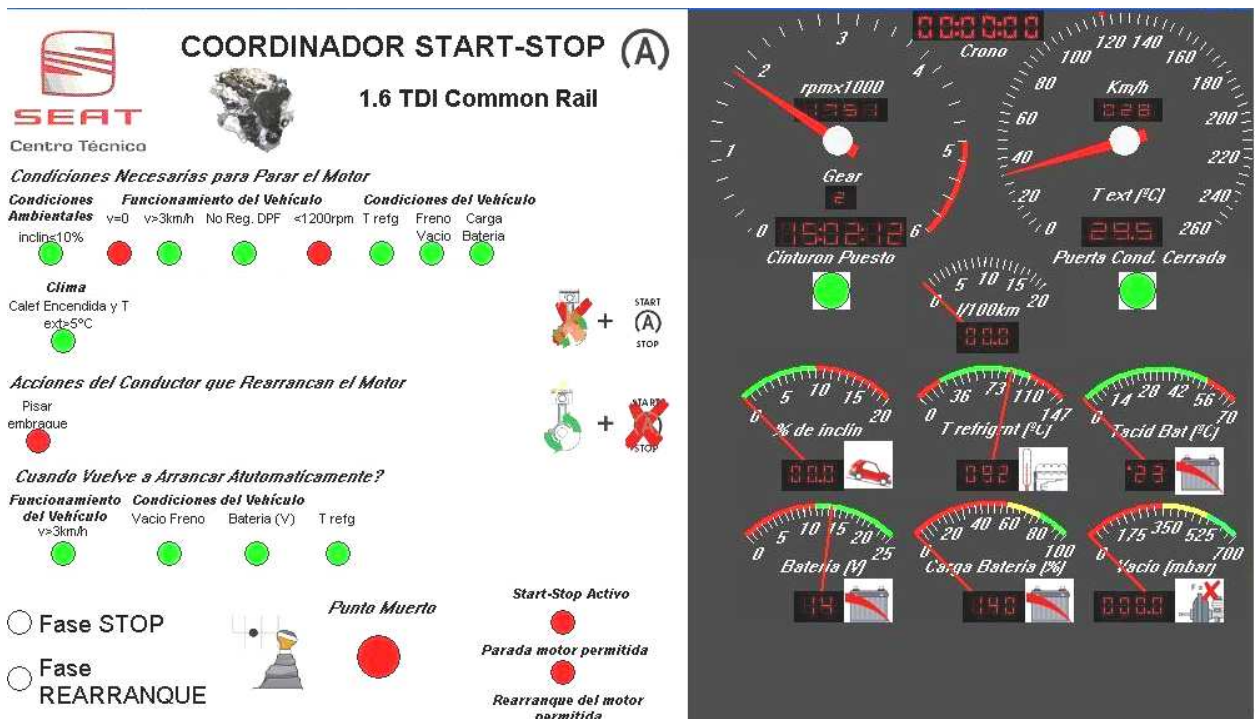


Figura 186 – Quarto painel de controlo. Versão diesel.

Nesta imagem, retirada a partir duma das capturas executadas no teste de emissões e consumos em Barcelona, é possível ver como o painel mostra as condições do automóvel e do condutor naquele preciso momento. Portanto o painel encontrava-se ligado ao CAN-Bus e em pleno funcionamento. De referir que embora alguns taquímetros não estejam a marcar valores como o da carga da bateria por exemplo, ou o do vazio no sistema dos travões, assim como a percentagem da carga da bateria, estes têm atribuídas os devidos sinais e a sua programação está feita. Tal deve-se ao facto de apenas ter tido acesso, pelo material que me disponibilizaram, ao CAN Tracção, daí não poder visualizar o que circula em CAN Confort ou CAN LIN. O caso do vazio do sistema dos travões é diferente uma vez que o único sinal



existente, assume 0 e 1 numa fronteira dum valor específico portanto impossível de quantificar num taquímetro, mas sim num semáforo.

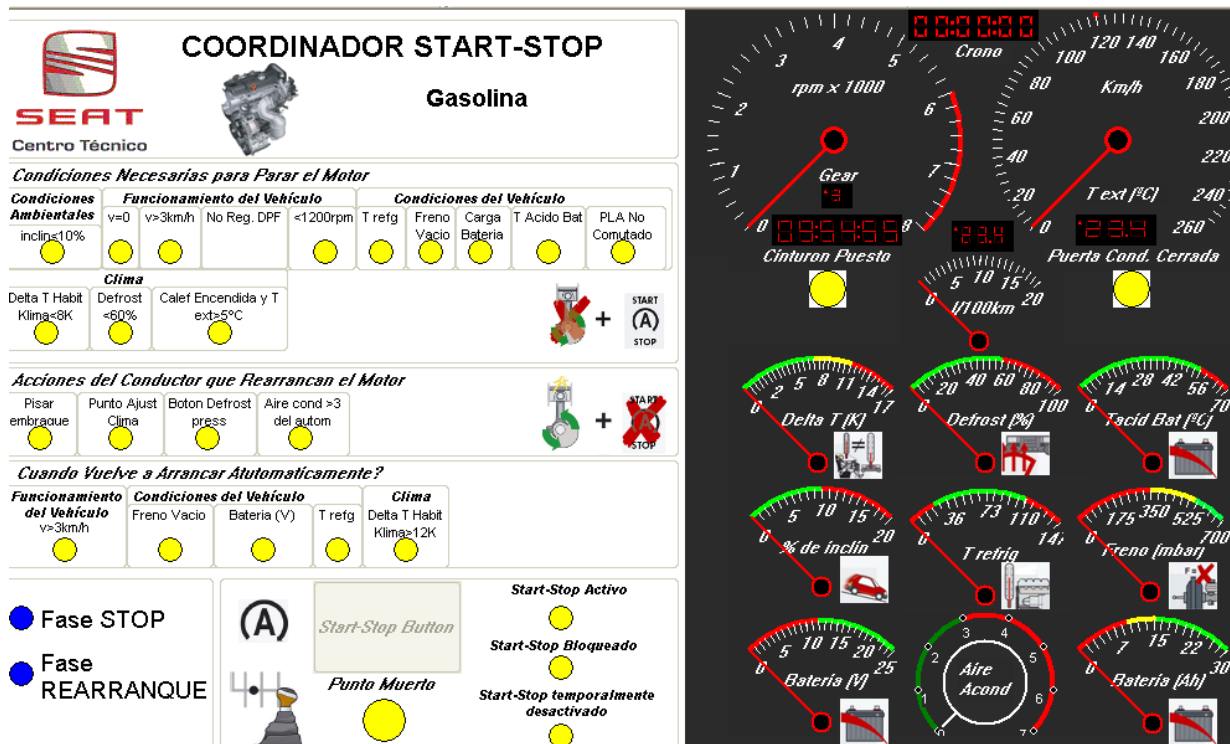


Figura 187 – Quarto painel de controlo. Versão gasolina.

Este painel é uma versão mais antiga, com mais condições e sinais, que acabaram por ser abandonados à medida que os painéis foram sendo testados nos automóveis e por impossibilidade de lê-los através dos meios existentes. Nesta imagem o painel está em modo offline, não está ligado ao CAN-Bus.

5.5.1 Realização do Painel

A principal novidade na execução destes painéis em relação aos anteriores é a utilização e a programação dos taquímetros e dos displays digitais. Alguns podiam-se programar directamente a partir do sinal da base de dados como por exemplo o velocímetro, outros precisavam duma variável de entorno e programação no CAPL como vemos nas figuras seguintes:

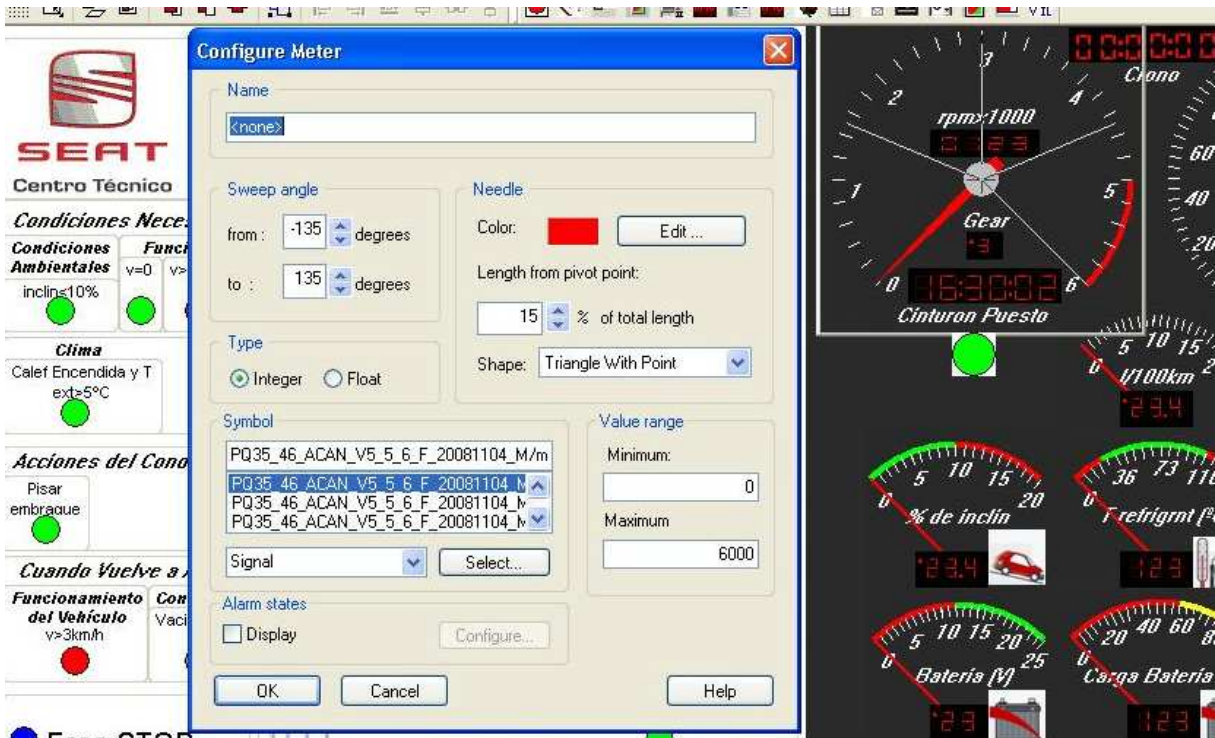


Figura 188 – Programação do conta rotações, tanto da parte gráfica, como da atribuição do sinal de rpm a partir da base de dados.

Na figura seguinte indica-se a programação levada a cabo em CAPL para, a partir dum sinal duma aceleração longitudinal (m/s²) conseguir chegar a uma % de declive duma inclinação, a partir da trigonometria e da aceleração da gravidade $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

```

35_4 on message mBremse_8
35_4 {
35_4 float valor1;
35_4 putvalue(iInclinacion, (sin(($mBremse_8::BR8_Laengsbesch1)/9.8)/cos(($mBremse_8::BR8_Laengsbesch1)/9.8)))
35_4 //multiplicar por 100%
35_4 valor1 = getvalue (iInclinacion);
35_4 }

```

Figura 189 – Programação da inclinação

Mostra-se agora a programação em CAPL para conseguir detectar a passagem pela posição de ponto morto.

```

PQ35_4 on message mGetriebe_2
PQ35_4 {
PQ35_4 //float valor4;
PQ35_4 if (this.GE2_Variante == 0)
PQ35_4 {
PQ35_4 putvalue(iPunto_MuertoENV,1);
PQ35_4 //valor4=getvalue(iPunto_MuertoENV);
PQ35_4 }
PQ35_4 else
PQ35_4 {
PQ35_4 putvalue(iPunto_MuertoENV,0);
PQ35_4 //valor4=getvalue(iPunto_MuertoENV);
PQ35_4 }
}

```

De referir que esta programação foi a única maneira de conseguir detectar o ponto morto, pela posição da alavanca da caixa. Deste modo ao mudar de velocidade aparece momentaneamente o valor 0 pelo meio no display digital para a velocidade

Figura 190 – Programação do ponto morto.

engrenada e a luz de ponto morto acende por fracções de segundo. No entanto, perfeitamente coerente, rápido e perfeitamente funcional para o controlo do Start-Stop.

Seguidamente mostra-se a programação em CAPL para o consumo. Este vinha expresso por um sinal da base de dados em microlitros, assim, tendo em conta o número de cilindros, injeções, rotações por minuto da cambota em relação ao movimento dos pistões, reduções e cortes de unidades, foi possível chegar a uma mais familiar unidade de L/100 km. Através do ciclo if/else salvaguardou-se a divergência de estar parado ou em movimento.

```
4 on message mMotor_5
4 {
4 //float valor2;
4 if (fVelocidad_Ruedas>0)
4 {
4 putvalue(iConsumo, ($mMotor_5::MO5_Verbrauch)*((4*iRPM_3)/2)*0.000001/60*(1/(fVelocidad_Ruedas))*(1/100));
4 //valor2 = getvalue (iConsumo);
4 }
4 else
4 {
4 putvalue(iConsumo, 22);
4 }
4 }
4 }
```

Figura 191 – Programação do consumo.

Por último mostra-se a programação do semáforo do Start-Stop activo a partir da atribuição do sinal “M10_Status_StSt”

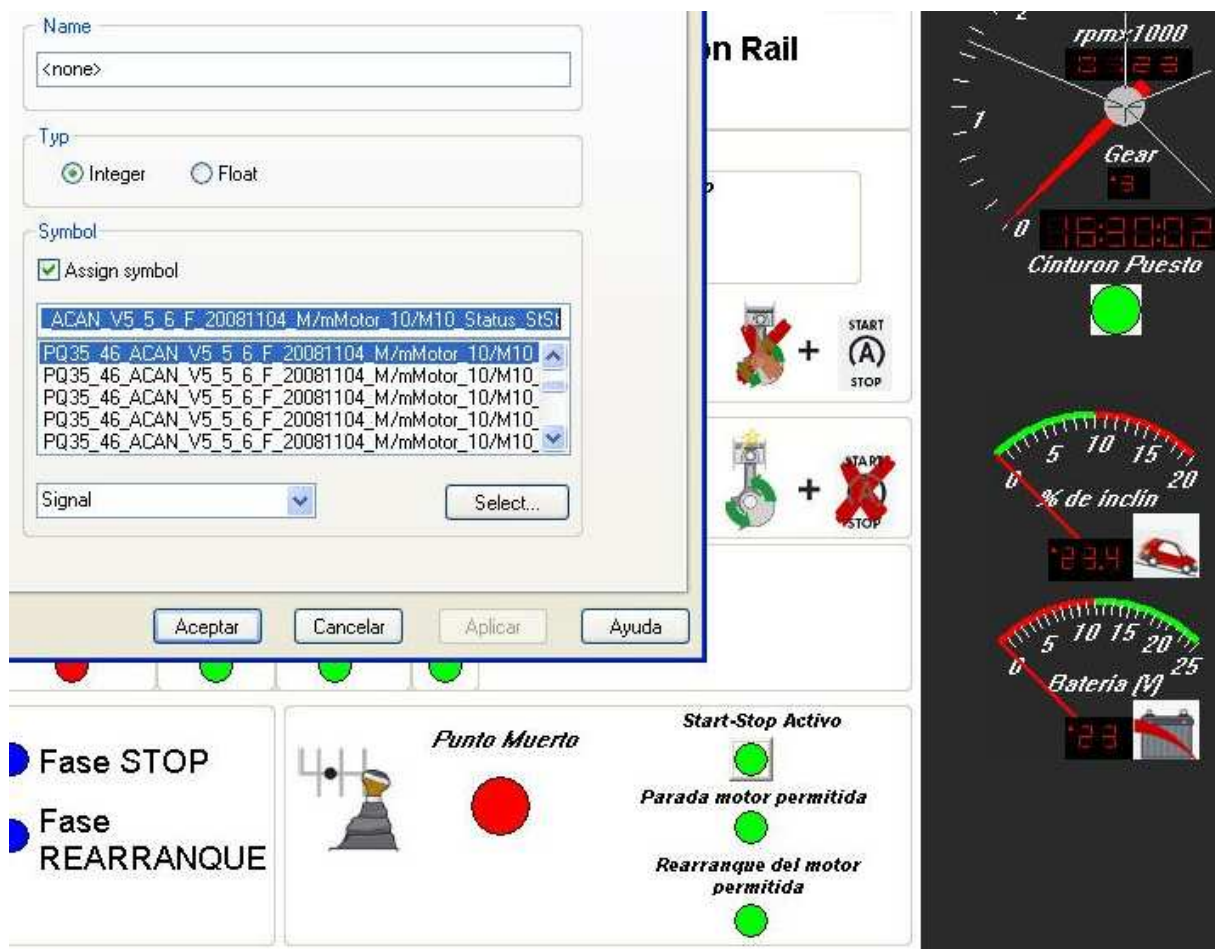


Figura 192 – Programação do semáforo de Start-Stop activo.



FEUP



SEAT

6 Estudo Prático: Realização de Testes de Consumo e Emissões

Nesta última etapa do projecto, foram testados os consumos de combustível e as emissões de CO₂. Primeiramente num circuito urbano e depois no banco de emissões do laboratório de contaminação do Centro Técnico da SEAT. Os ensaios em cidade foram realizados principalmente para este projecto final, no entanto podem ser úteis à empresa pois podem vir a servir para projectos futuros. Quanto aos ensaios no banco de emissões, foram feitos com a finalidade de chegar ao valores finais de homologação do automóvel por parte da empresa. Aproveitando o momento em que se está a implementar e a afinar o sistema Start-Stop antes da produção em série, realizaram-se ensaios de contaminação no banco que serviram de dados para a realização deste projecto final.

Com estes testes em cidade e no banco, pretendia-se assim, testar praticamente o funcionamento do sistema Start-Stop, sentir quão maneável e cómodo é para o utilizador. Pretendeu-se também e sobretudo, verificar as reduções de consumo e emissões do sistema Start-Stop, poder quantificar a poupança de combustível e a redução contaminante, atribuir números fundamentados por ensaios o mais rigorosos possíveis a essas reduções. Em geral, justificar todo o investimento apostado pelos construtores automóveis neste sistema e entender as vantagens que o Start-Stop proporciona.

6.1 Automóveis Ensaiaados

Para a realização destas actividades experimentais utilizou-se um SEAT Altea 1.6 L TDI Common Rail 77 kW (105 cv) equipado com sistema Start-Stop e para estudo de concorrência um BMW 118d 105 kW (143 cv) também com sistema Start-Stop.



Figura 193 – SEAT Altea utilizado nas provas.



Figura 194 – BMW 118d ensaiado experimentalmente.

6.2 Ensaios de Condução em Cidade

Os ensaios realizados em cidade, foram feitos na cidade de Barcelona. Saiu-se do Centro Técnico de Martorell, já com a instalação dos aparelhos e cabos de conexão entre computador portátil e CANbus. Ao mesmo tempo que se conduzia pela cidade, por intermédio dos painéis realizados podia-se controlar e analisar as condições em tempo real e registando os valores. Fizeram-se 28,2 km em auto-estrada até a entrada na cidade (início da Avenida Diagonal), aí percorreu-se um circuito de 16,4 km dentro da cidade e voltou-se ao Centro Técnico percorrendo uma vez mais sensivelmente 28,2 km em auto-estrada.

A figura seguinte mostra o percurso realizado em cidade:



Figura 195 – Percurso realizado em cidade.

De referir que, idealmente tinha-se pensado realizar os testes, saindo com as duas viaturas, o SEAT Altea e o BMW 118d ao mesmo tempo, um à frente do outro para garantir condições de condução idênticas, condições de tráfego iguais e com iguais velocidades e paragens. No entanto, por motivos de burocracia e indisponibilidade de pessoal, tal não foi possível de realizar. Teve-se assim, de sair com os automóveis em dias diferentes, realizando 4 ensaios separados, Altea com Start-Stop activo, Altea com Start-Stop desactivado, BMW com Start-Stop activo e BMW com Start-Stop desactivado. Isso sim, fazendo exactamente o mesmo percurso, com a mesma velocidade (quando o trânsito o permitia) e sensivelmente na mesma altura do dia, sempre e quando a disponibilidade dos colegas que me acompanhavam o permitia.



6.3 Resultados Obtidos e sua Discussão

6.3.1 SEAT Altea com Sistema Start-Stop Activo

O primeiro ensaio a ser realizado foi o do SEAT Altea com o sistema Start-Stop activo. Na tabela 14 apresentam-se os dados da condução realizada, com km totais, média de consumo de combustível e hora.

Tabela 14 – Dados da condução do SEAT Altea com Start-Stop (parte 1).

km totais	km viagem	Média consumo L/100km	Hora	Comentários
1733	0	Reset	11:30	
1743	10	6,6	11:38	
1753	20	6,4	11:46	
1761,2	28,2	6,2	11:58	Entrada na Avenida Diagonal
1763	30	6,2	11:59	
1765	32	6,4	12:02	
1766	33	6,5	12:06	Entra Start-Stop em funcionamento. Ar off
1767	34	6,7	12:18	
1768	35	6,7	12:25	
1771	38	6,8	12:38	Trânsito muito lento/muitas paragens
1772	39	6,8	12:41	
1773	40	6,9	12:46	
1774	41	6,9	12:49	
1775	42	7,0	12:51	
1777,6	44,6	6,9	12:53	Saída da Avenida Diagonal
1793	60	6,5	13:07	
1805,8	72,8	6,6	13:18	

Tabela 15 – Dados da condução do SEAT Altea com Start-Stop activo (parte 2).

km totais	km viagem	Intervalos medições (h:mins)	Tempo Viagem (h:mins)
1733	0	0	0
1743	10	0:08	0:08
1753	20	0:08	0:16
1761,2	28,2	0:12	0:28
1763	30	0:01	0:29
1765	32	0:03	0:32
1766	33	0:04	0:36
1767	34	0:12	0:48
1768	35	0:07	0:55
1771	38	0:13	1:08
1772	39	0:03	1:11
1773	40	0:05	1:16
1774	41	0:03	1:19
1775	42	0:02	1:21
1777,6	44,6	0:02	1:23
1793	60	0:14	1:37
1805,8	72,8	0:11	1:48



Apresentam-se agora umas estatísticas da condução efectuada:

Tabela 16 – Estatísticas da condução do Altea com Start-Stop activo.

tempo em cidade:	55	mins
km em cidade:	16,4	km
Velocidade média em cidade:	17,9	km/h
Velocidade média antes da cidade:	60,4	km/h
Velocidade média depois de cidade:	67,7	km/h
Velocidade média total:	40,4	km/h

Tabela 17 – Consumos médios em cidade por tramo, do Altea com Start-Stop activo.

km28,2-km30	6,2
km30-km32	9,4
km32-km33	9,7
km33-km34	13,3
km34-km35	6,7
km35-km38	8,0
km38-km39	6,8
km39-km40	10,8
km40-km41	6,9
km41-km42	11,1
km42-km44,6	5,3
Consumo médio em cidade total:	8,1

De referir que em cada um dos 4 ensaios realizados, ao entrar na zona de circuito urbano, fez-se a reinicialização do consumo médio de combustível no quadro de instrumentos para que desta forma os primeiros km de percurso urbano não se vissem afectados pelo baixo consumo no tramo de auto-estrada.

Para conseguir obter o valor médio por cada tramo percorrido foi preciso fazer alguns cálculos. Vejamos o exemplo do tramo km 30 ao km 32:

No km 30, o consumo médio era de 6,2 L/100 km e no km 32 era de 6,4 L/100 km.

Consumo médio de combustível nesse tramo é dado pela seguinte expressão:

$$(6,4 - (6,2 * (30/32))) / (1 - (30/32)) = 9,4 \text{ L/100 km}$$

Fez-se assim de forma análoga para todos os tramos com o auxílio duma folha de Excel. O consumo médio em cidade total fez-se de igual forma que para cada um dos tramos, utilizando o intervalo com início na entrada da cidade e fim na saída da cidade. Entenda-se que aqui não se podia fazer a média das médias de cada tramo porque as distâncias dos tramos não eram sempre iguais, sendo o contributo de cada um dos tramos diferente para a média final.

Da análise dos resultados de consumo médio por tramo verifica-se que foi entre o km 33 e o km 34 que se registou o maior consumo com 13,3 L/100 km de média. Este valor atingiu-



se na Avenida diagonal, numa zona de grande quantidade de semáforos e muito trânsito, por tanto com muitas paragens e arranques.

A partir dos dados obtidos nestas duas últimas tabelas pôde-se calcular o volume total de combustível consumido na totalidade dos 16,4 km do circuito urbano:

$$(16,4 \text{ km} * 8,1 \text{ L}) / 100\text{km} = 1,329 \text{ L de gasóleo.}$$

Tabela 18 – Combustível consumido pelo Altea Start-Stop nos 16,5km do percurso urbano.

consumo total circuito urbano	
1,329	L

Registaram-se todas as paragens que o veículo efectuou, bem como os seus tempos:

Tabela 19 – Paragens efectuadas pelo Altea com Start-Stop no percurso urbano

paragens:	1	Start-Stop	16	31	31	40
tempo (s)	2	não	17	49	32	29
	3	Funcional	18	54	33	24
	4	43	19	38	34	46
	5	23	20	41	35	52
	6	44	21	21	36	7
	7	35	22	37	37	30
	8	45	23	30	38	41
	9	26	24	16	39	36
	10	23	25	20	40	28
	11	49	26	49	41	21
	12	40	27	33	42	11
	13	37	28	29	43	45
	14	21	29	61	44	42
	15	29	30	39		

Como se indica, na tabela durante as 3 primeiras paragens o Start-Stop não funcionou pois o ar condicionado estava ligado. Neste automóvel de provas específico o Start-Stop não permitia qualquer uso do ar condicionado (por erro) e também não tinha a recuperação funcional. Uma vez desligado completamente o climatronic, o sistema Start-Stop passou a funcionar activamente.

Foram realizadas 44 paragens neste percurso e o tempo total em que o veículo e o motor esteve parado (Start-Stop activo) foi de 1415 segundos, ou seja, 23 minutos e 25 segundos.

Tabela 20 – Número de paragens e tempo com motor apagado no Altea com Start-Stop activo

número paragens:	44
tempo total das paragens (Start-Stop funcionando):	1415 segundos
	23mins 35s carro parado e motor apagado

Isto significa que em 55 mins de tempo em cidade, o automóvel passou mais de 23 minutos e meio parado ou seja 43% do tempo. Num veículo sem Start-Stop estaria inutilmente a emitir gases de escape e a gastar combustível quase metade do tempo em cidade



Seguidamente apresentam-se os resultados obtidos no que se refere a emissões em cada um dos tramos:

Tabela 21 – Emissões médias em cidade por tramo, do Altea com Start-Stop activo.

Emissões médias em cidade (tramos):	gCO ₂ /km
km28,2-km30	164,3
km30-km32	249,1
km32-km33	257,0
km33-km34	352,5
km34-km35	177,6
km35-km38	211,1
km38-km39	180,2
km39-km40	286,2
km40-km41	182,9
km41-km42	294,2
km42-km44,6	140,0
Emissões médias em cidade total	214,7

Sabendo que: Gasóleo: A combustão de 1L produz 2,65 kg de CO₂

Gasolina: A combustão de 1L produz 2,37 kg de CO₂

Estes resultados de emissões foram obtidos por conversão directa da tabela de consumo de combustível por cada tramo. Utilizou-se para tal a conversão simplificada:

$$L/100 \text{ km} * 26,5 = \text{g/km CO}_2$$

Tabela 22 – Emissões totais em cidade do Altea com Start-Stop activo.

Emissões totais em circuito urbano:	3521,85 gCO ₂
-------------------------------------	--------------------------

Tendo em conta portanto que 1L de gasóleo quando consumido emite 2,65 kg de CO₂, como neste ensaio foram gastos 1,329 L de combustível, então pôde-se determinar assim as emissões totais de CO₂ no circuito urbano. Foi também possível confirmar a partir das médias de emissões em cidade e dos km nela percorridos:

$$16,4 \text{ km} * 214,7 \text{ g CO}_2/\text{km} = 3521 \text{ g CO}_2.$$

Verificou-se assim, que na totalidade dos 16,4 km do circuito urbano, o automóvel emitiu mais de 3 kg e meio de Dióxido de Carbono para a atmosfera.

6.3.2 SEAT Altea com Sistema Start-Stop Desactivado

O segundo ensaio foi realizado no dia seguinte, também da parte da manhã, mas cerca de 2 horas mais cedo por motivos de agenda do colega acompanhante. Isto acabou por influenciar ligeiramente o tempo e consumo do veículo uma vez que a essa hora havia mais trânsito na entrada da cidade. Como se verifica da análise das duas tabelas, nesta segunda prova chega-se à entrada da cidade depois de 34 minutos enquanto que no primeiro se demora 28 minutos em chegar. Naturalmente o consumo de combustível foi influenciado pelas paragens efectuadas e as mudanças de velocidade provocadas pela fila de trânsito para entrar na cidade, situando-se nos 6,6 L/100 km enquanto que no ensaio do dia anterior se tinha chegado com 6,2 L/100 km. No entanto como se pretende estudar o sistema Start-Stop e este actua fundamentalmente dentro da cidade, esta ligeira diferença inicial não era importante. Além disso, como se nota posteriormente, as condições de trânsito dentro da cidade mudaram significativamente com respeito ao ensaio anterior, realizando-se o circuito em menos tempo e com menos paragens.

Este sim é um factor determinante no estudo do Start-Stop. Logo, o que inicialmente parecia um ensaio que iria beneficiar a poupança de combustível e emissões devido ao Start-Stop acabou por dentro da cidade inverter-se pois o ensaio sem Start-Stop acabou-se por fazer mais rápido e com menos paragens o tramo urbano. Embora a diferença não seja grande como veremos a seguir, esta penaliza ligeiramente a avaliação do sistema Start-Stop. Na tabela 23 apresentam-se os dados da condução realizada, com km totais, média de consumo de combustível e hora.



Figura 196 – Fotografia do quadro de instrumentos do Altea ensaiado depois da prova sem Start-Stop.

Tabela 23 – Dados da condução do SEAT Altea com Start-Stop desactivado (parte 1).

km totais	km viagem	Média consumo L/100km	Hora	Comentários
1807	0	Reset	9:16	
1817	10	6,5	9:32	
1827	20	6,5	9:36	
1835,2	28,2	6,6	9:50	Entrada na Avenida Diagonal
1837	30	6,6	9:52	
1839	32	6,7	10:05	
1840	33	6,8	10:11	
1841	34	6,8	10:16	
1842	35	6,9	10:18	
1845	38	6,9	10:20	
1846	39	7,0	10:27	
1847	40	7,1	10:29	
1848	41	7,2	10:33	
1849	42	7,3	10:36	
1851,6	44,6	7,3	10:39	Saída de Avenida Diagonal
1867	60	7,1	10:51	
1879,8	72,8	7,1	11:02	



Tabela 24 – Dados da condução do SEAT Altea com Start-Stop desactivado (parte 2).

km totais	km viagem	Intervalos medições (h:mins)	Tempo Viagem (h: mins)
1807	0	0	0:00
1817	10	0:16	0:16
1827	20	0:04	0:20
1835,2	28,2	0:14	0:34
1837	30	0:02	0:36
1839	32	0:13	0:49
1840	33	0:06	0:55
1841	34	0:05	1:00
1842	35	0:02	1:02
1845	38	0:02	1:04
1846	39	0:07	1:11
1847	40	0:02	1:13
1848	41	0:04	1:17
1849	42	0:03	1:20
1851,6	44,6	0:03	1:23
1867	60	0:12	1:35
1879,8	72,8	0:11	1:46

Apresentam-se agora umas estatísticas da condução efectuada:

Tabela 25 – Estatísticas da condução do Altea sem Start-Stop activo.

Tempo em cidade:	49	mins
km em cidade:	16,4	km
velocidade média cidade:	20,1	km/h
veloc med antes cid:	43,8	km/h
veloc med depois cid:	77,3	km/h
velocidad média total	41,9	km/h

Podemos verificar da análise das tabelas 16 e 25, referentes às estatísticas de condução que embora tenha demorado mais tempo a chegar à cidade com uma velocidade média no tramo de auto-estrada substancialmente mais baixa 43,8 km/h para 60,4 km/h, tal inverteu-se dentro da cidade apresentando uma velocidade média de 20,1 km/h enquanto que anteriormente fora de 17,9 km/h. Verifica-se porém, que esta diferença não é muito elevada, o que torna assim o teste mais fiável. A volta também se fez mais rápido, no entanto a média final de velocidades acabou por ser bastante parecida: 41,9 km/h e 40,4 km/h.



Tabela 26 – Consumos médios em cidade por tramo, do Altea com Start-Stop desactivo.

Consumos médios em cidade (tramos):	L/100km
km28,2-km30	6,6
km30-km32	8,2
km32-km33	10,0
km33-km34	6,8
km34-km35	10,3
km35-km38	6,9
km38-km39	10,8
km39-km40	11,0
km40-km41	11,2
km41-km42	11,4
km42-km44,6	7,3
Consumo médio cidade total:	8,5

Da análise dos resultados de consumo médio por tramo verificou-se que foi entre o km 41 e o km 42 que se registou o maior consumo de combustível com 11,4 L/100 km de média. Este valor atingiu-se, à semelhança do ensaio com Start-Stop, na Avenida diagonal, já na volta numa zona de grande quantidade de semáforos e muito trânsito, portanto com muitas paragens e arranques.

Calculou-se assim, a partir dos dados obtidos, o volume total de combustível consumido nos 16,4 km de tramo urbano efectuados:

$$(16,4 \text{ km} * 8,5 \text{ L}) / 100 \text{ km} = 1,395 \text{ L de gasóleo}$$

Tabela 27 – Combustível consumido pelo Altea sem Start-Stop nos 16,4 km do percurso urbano.

Consumo total circuito urbano
1,395 L

A tabela seguinte mostra todas as paragens e seus respectivos tempos que o Altea com o sistema Start-Stop desactivado efectuou:

Tabela 28 – Paragens efectuadas pelo Altea sem Start-Stop activo no percurso urbano.

paragens:	1	28	14	9	27	40
tempo (s)	2	33	15	3	28	38
	3	13	16	18	29	8
	4	36	17	45	30	38
	5	44	18	37	31	34
	6	31	19	39	32	21
	7	51	20	55	33	8
	8	23	21	17	34	27
	9	43	22	20	35	44
	10	36	23	59	36	42
	11	15	24	41	37	24
	12	29	25	36	38	30
	13	39	26	19		



Como indica a tabela, foram efectuadas 38 paragens no percurso urbano, 6 menos que no ensaio com Start-Stop, devido a umas ligeiras melhores condições de fluidez de trânsito neste segundo ensaio. Foram realizadas portanto 38 paragens neste percurso e somaram um tempo total de 1173 segundos, ou seja 19 minutos e 33 segundos em que o veículo esteve parado e o motor esteve a trabalhar ao ralenti (Start-Stop desactivado).

Tabela 29 – Número de paragens e tempo com motor ao ralenti no Altea com Start-Stop desactivado

número paragens:	38	
tempo total das paragens (Start-Stop desconectado):	1173 segundos	carro parado e motor ao ralenti
	19mins 33s	

Em comparação com o anterior ensaio, Altea com Start-Stop activo, neste o automóvel esteve quase 4 minutos e 2 segundos menos tempo parado no trânsito urbano de Barcelona.

Isto significa que em 49 minutos de tempo em percurso em cidade, o automóvel passou mais de 19 minutos e meio parado e a emitir CO₂, ou seja 38,8% do tempo total.

Seguidamente apresentam-se os resultados obtidos no que se refere a emissões em cada um dos tramos, utilizando uma vez mais, e de forma análoga ao ensaio anterior a conversão directa entre CO₂ emitido e consumo de gasóleo:

Gasóleo: A combustão de 1L produz 2,65 kg de CO₂

Ou a simplificada: L/100 km * 26,5 = g/km CO₂

Tabela 30 – Emissões médias em cidade por tramo, do Altea sem Start-Stop activo.

Emissões médias em cidade (tramos):	gCO ₂ /km
km28,2-km30	174,9
km30-km32	217,3
km32-km33	265,0
km33-km34	180,2
km34-km35	273,0
km35-km38	182,9
km38-km39	286,2
km39-km40	291,5
km40-km41	296,8
km41-km42	302,1
km42-km44,6	193,5
Emissões medias em cidade total	225,3



Tabela 31 – Emissões totais em cidade do Altea sem Start-Stop activo.

Emissões totais em circuito urbano: 3695,69 gCO₂

Sabendo que 1L de gasóleo consumido emite 2650g de CO₂, então nos 1,395L consumidos foram emitidos 3,696 kg de CO₂. Tal valor foi confirmado multiplicando a média de emissões (223,3 g CO₂/ km) pelos km totais (16,4 km).

6.3.3 Comparação Seat Altea com Sistema Start-Stop Activo e Desactivado

Tendo em conta que com o sistema Start-Stop activo o Altea gastou uma média de 8,1 litros de gasóleo por cada 100 km para percorrer o circuito urbano e sem o sistema 8,5 litros, verifica-se que diminui a média 0,4 L/100 km e em percentagem consumiu 4,7% menos.

$$\text{Poupança de combustível em percentagem} = 100 - (8,1 \cdot 100 / 8,5) = 4,7\%$$

Verificou-se também que o Altea com o sistema Start-Stop activo consumiu, para realizar o mesmo circuito urbano, menos 0,066 L de gasóleo (1,395 L – 1,329 L).

Se considerarmos agora que, em condições normais o Seat Altea consome ao ralenti, cerca de 0,5 L/h de gasóleo e que no ensaio com Start-Stop esteve o motor parado durante 23 minutos e 35 segundos, então:

$$1415 \text{ segundos} / 3600 \text{ segundos (1 hora)} * 0,5 \text{ Litros} = 0,1965 \text{ Litros}$$

Tabela 32 – Poupanças de Combustível do Altea Start-Stop.

Poupança de combustível pelo Start-Stop em Urbano:	0,4	L/100km
Poupança de combustível em percentagem	4,7	%
Poupança de combustível neste circuito urbano	0,066	L
Combustível poupado (teoricamente) no total de tempo em que o carro esteve parado (considerando ralenti 0,5L/h)	0,1965	L

Considerando que o automóvel no tempo em que o motor está parado não consome gasóleo e que estando portanto parado durante 23 minutos e meio nesse tempo pouparia o equivalente ao consumido ao ralenti que seria quase 0,2 L. No entanto se se calcular o



combustível poupado pelo sistema Start-Stop pela diferença de consumos que apontaram os dois ensaios (com e sem Start-Stop) a poupança dá 0,066 L. Por outro lado se calcularmos pelo tempo que o motor está parado e considerando o gasto ao ralenti como o poupado, verificamos que o valor economizado é bastante diferente: 0,1965 L. Tal diferença era de esperar, obviamente e explica-se, primeiro pela diferença de trânsito e condução com e sem Start-Stop a qual já chegamos à conclusão que penalizou a eficiência do sistema, pelo que deveria então dar uma poupança ligeiramente maior que os tais 0,066 L. Em segundo lugar e também muito importante é o facto de ser necessário consumir combustível também por parte do motor de arranque para voltar a arrancar o automóvel. Deste modo, o Start-Stop não poupa perfeitamente o tempo que está parado, uma vez que tem que consumir um combustível adicional ainda considerável para voltar a arrancar o motor. De ter em conta que para ajudar a tudo isto no ensaio com Start-Stop verificaram-se 6 paragens mais que no ensaio sem, o que incrementa a diferença verificada. Em terceiro lugar, este automóvel de provas utilizado tinha o sistema de recuperação não funcional, o que torna o alternador menos eficiente tornando-o assim ainda mais responsável por esta diferença.

No que se refere às comparações de emissões entre o Altea Start-Stop e sem Start-Stop chegou-se aos seguintes resultados:

$0,5 \text{ L de diferença de média de consumo ao fim do circuito urbano} * 26,5 = 10,6 \text{ g CO}_2/\text{km}$ de redução de emissões. Portanto aos 100 km seriam uma redução de 1060g.

$10,6 \text{ g CO}_2/\text{km} * 16,4 \text{ km percorridos no tramo urbano} = 173,84 \text{ g CO}_2$, valor este que era também confirmado pela diferenças entre as emissões totais anteriormente calculadas: $3695,69 \text{ g CO}_2 - 3521,85 \text{ g CO}_2 = 173,84 \text{ g CO}_2$.

Tabela 33 – Redução das emissões pelo sistema Start-Stop.

Redução nas emissões do ST-ST em condução urbana :	10,6	gCO ₂ /km
Poupança de emissões no circuito urbano:	173,84	gCO ₂
Emissões poupadas (teoricamente) no tempo total em que o carro esteve parado (considerando ralenti 1325 g CO ₂ /h)	520,80	gCO ₂

Da mesma forma que se fez para o consumo de combustível também para as emissões se analisa a diferença entre Altea com Start-Stop e Altea sem Start-Stop, pelo resultado final dos dois ensaios e pelo tempo em que o automóvel esteve com o motor parado e poupando as emissões do ralenti. Assim, considerando o ralenti do Altea 0,5 L/h em média: $0,5 * 2650 = 1325 \text{ g CO}_2/\text{h}$. Numa hora ao ralenti emite 1,325 kg de CO₂. Como o Altea com Start-Stop activo esteve parado 23 minutos e 35 segundos: $1325 \text{ g CO}_2/\text{h} * 1415 \text{ segundos} (23\text{mins } 35\text{s}) / 3600 \text{ segundos} (1 \text{ hora}) = 520,80 \text{ g CO}_2$



Verifica-se, tal como se verificou também com o consumo, que as reduções de emissões calculadas pelo tempo que o carro esteve ao ralenti (520,80 g CO₂) são mais elevadas que as que realmente se constatarem ao fim dos dois ensaios (173,84 g CO₂).

A explicação é a mesma, as diferenças de tráfico e condução, o consumo adicional do alternador para voltar a arrancar o motor, a recuperação não estar a funcionar e tornar assim o alternador não tão eficiente e o facto do ralenti não ser sempre 0,5 L/100 km constante.

6.3.4 Benchmarking, Análise da Concorrência. BMW 118d

Depois de feitos e analisados os ensaios com o Seat Altea para chegar a conclusões à cerca do seu sistema Start-Stop, fez-se também um estudo de concorrência para entender ainda melhor o seu desempenho e a qualidade deste sistema. Assim foi possível comparar e analisar as vantagens do Start-Stop em relação ao mesmo veículo mas também relativamente à concorrência.

O automóvel com Start-Stop escolhido de entre os disponíveis no Centro Técnico para análise de concorrência foi o BMW 118d uma vez que era o que melhor se adequava ao segmento da plataforma PQ35 (Altea e Leon).

Figura 197 – BMW 118d, utilizado nas provas, vista frontal.



Figura 198 – BMW 118d utilizado nas provas. Vista posterior.





Segundo o departamento de “Análisis de Competencia” seguem-se as características técnicas do automóvel utilizado:

Tabela 34 – Preço base / Preço da unidade provada. Fonte: departamento de “Análisis de Competencia”.

Preço base / Preço da unidade provada	24900 / 32394 €
---------------------------------------	-----------------

Tabela 35 – Prestações e consumos homologados. Fonte: departamento de “Análisis de Competencia”.

Velocidade Máxima (km/h)	210
Aceleração 0-100 km/h (s)	8,9
Aceleração 0-1000m (s)	29,8
Recuperação 80-120 km/h em 4ª (s)	7,6
Consumo Urbano (L/100 km)	5,4
Consumo Extraurbano (L/100 km)	4
Consumo Médio (L/100km)	4,5
Emissões de CO2 (g/km)	119

Tabela 36 – Transmissão. Fonte: departamento de “Análisis de Competencia”.

Tracção	Posterior
Caixa de Velocidades	Manual, 6 velocidades
Desenvolvimentos (km/h a 1000 rpm)	1ª 9,2
	2ª 17,6
	3ª 26,8
	4ª 37
	5ª 47,5
	6ª 57,4

Tabela 37 – Especificações do Motor. Fonte: departamento de “Análisis de Competencia”.

Combustível	Gasóleo
Potência Máxima CV - kW/rpm	143 - 105/4000
Binário Máximo Nm/rpm	300/1750-2500
Posição	Dianteiro Longitudinal
Número de Cilindros	4 em linha
Material do Bloco/Culassa	Alumínio/Alumínio
Diâmetro x Curso	84 x 90
Cilindrada (cm3)	1995
Relação de Compressão	16
Distribuição	4 válvulas por cilindro. Duas árvores de cam na cabeça
Alimentação	Injecção directa (conducta comum). Turbo-compressor de geometria variável. Intercooler.

Tabela 38 – Chassi. Fonte: departamento de “Análisis de Competencia”.

Suspensão Dianteira	Independente. Tipo McPherson. Resorte helicoidal. Barra estabilizadora				
Suspensão Traseira	Independente. Paralelograma deformável. Resorte helicoidal. Barra estabilizadora.				
Travões Dianteiros (Diâmetro em mm)	Disco ventilado (292 mm)				
Travões Traseiros (Diâmetro em mm)	Disco (300 mm)				
Tipo de Direcção	de cremelheira				
Voluntas ao Volante entre topos	3				
Pneus	225/40 ZR 18 à frente e 245/35 ZR 18 atrás				

Tabela 39 – Dimensões, peso, capacidade. Fonte: departamento de “Análisis de Competencia”.

Tipo de Carroçaria		Turismo	
Número de Portas		3	
Comprimento/Largura/Altura (mm)		4239/1748/1421	
Coefficiente Cx		0,3	
Peso (kg)		1385	
Capacidade do Depósito de Combustível (L)		53	
Número de Lugares		Cinco	

6.3.4.1 BMW 118d com Sistema Start-Stop Activo

Apresentam-se seguidamente os dados da condução realizada:

km totais	km viagem	Média consumo L/100km	Hora	Comentários
11847	0	Reset	10:17	
11857	10	5,9	10:24	
11867	20	5,1	10:29	
11875,2	28,2	4,7	10:37	Entrada Diagonal
11877	30	4,8	10:39	
11879	32	4,8	10:43	
11880	33	4,9	10:47	
11881	34	4,9	10:55	
11882	35	5,0	11:01	
11885	38	5,2	11:10	
11886	39	5,3	11:14	
11887	40	5,3	11:18	
11888	41	5,4	11:20	
11889	42	5,5	11:26	
11891,6	44,6	5,6	11:28	Saída Diagonal
11907	60	5,4	11:45	
11919,8	72,8	5,6	11:48	



Figura 199 – Fotografia do quadro de instrumentos do BMW 118d ensaiado, depois da prova com Start-Stop.

Tabela 40 – Dados da condução do BMW 118d com Start-Stop activado (parte 1).



Tabela 41 – Dados da condução do BMW 118d com Start-Stop activado (parte 2).

km totais	km viagem	intervalos medições (h:mins)	tempo viagem (h:mins)
11847	0	0	0
11857	10	0:07	0:07
11867	20	0:05	0:12
11875,2	28,2	0:08	0:20
11877	30	0:02	0:22
11879	32	0:04	0:26
11880	33	0:04	0:30
11881	34	0:08	0:38
11882	35	0:06	0:44
11885	38	0:09	0:53
11886	39	0:04	0:57
11887	40	0:04	1:01
11888	41	0:02	1:03
11889	42	0:06	1:09
11891,6	44,6	0:02	1:11
11907	60	0:17	1:28
11919,8	72,8	0:03	1:31

Apresentam-se agora umas estatísticas da condução efectuada:

Tabela 42 – Estatísticas da condução do BMW 118d com Start-Stop activo.

tempo em cidade:	51	mins
km em cidade:	16,4	km
velocidade média cidade	19,2	km/h
velocidade média antes cidade	84	km/h
velocidade média depois cidade	93	km/h
velocidade média total	50,1	km/h

Tabela 43 – Consumos médios em cidade por tramo, do BMW 118d com Start-Stop activo.

Consumos médios em cidade:	L/100km
km28,2-km30	6,4
km30-km32	4,8
km32-km33	8,1
km33-km34	4,9
km34-km35	8,4
km35-km38	7,5
km38-km39	9,1
km39-km40	5,3
km40-km41	9,4
km41-km42	9,6
km42-km44,6	7,2
Consumo médio cidade total:	7,1



Da análise desta tabela verifica-se que o BMW 118d consumiu mais gasóleo no tramo compreendido entre o km 41 e o km42, uma vez mais na zona de grande concentração de semáforos da Avenida Diagonal. Verificou-se que o 118d consumiu menos 1L de média em cidade que o SEAT Altea (8,1 L/100 km). Para tal diferença contribui o facto do ensaio do BMW 118d com Start-Stop ser mais favorável a nível de condições de circulação em cidade, com média de velocidades mais elevada e menos paragens efectuadas (menos 12 paragens).

Calculou-se assim, a partir dos dados obtidos, o volume total de combustível consumido nos 16,4 km de tramo urbano efectuados:

$$(16,4 \text{ km} * 7,1 \text{ L}) / 100\text{Km} = 1,172 \text{ L de gasóleo}$$

Tabela 44 – Estatísticas da condução do BMW 118d com Start-Stop activo.

consumo total circuito urbano	1,172 L
-------------------------------	---------

Na tabela seguinte mostram-se todas as paragens e os seus respectivos tempos que o BMW 118d com o sistema Start-Stop activado efectuou:

Tabela 45 – Paragens efectuadas pelo BMW 118d com Start-Stop no percurso urbano

paragens:	1	42	13	38	25	31
tempo (s)	2	38	14	26	26	21
	3	21	15	15	27	40
	4	41	16	19	28	44
	5	54	17	33	29	24
	6	47	18	24	30	8
	7	51	19	41	31	4
	8	21	20	31	32	29
	9	32	21	56		
	10	44	22	13		
	11	17	23	46		
	12	29	24	48		

Foram realizadas 32 paragens neste percurso e o tempo total em que o veículo e o motor estiveram parados (Start-Stop activo) foi de 1028 segundos, ou seja, 17 minutos e 8 segundos.

Tabela 46 – Número de paragens e tempo com motor parado no BMW 118d com Start-Stop activo.

número paragens:	32
tempo total das paragens (Start-Stop funcionando):	1028 segundos 17mins 8 s carro parado e motor apagado



Verifica-se, em relação ao ensaio do SEAT Altea com Start-Stop activo que o BMW 118d neste ensaio esteve quase 5 minutos e meio menos tempo parado.

Isto significa que em 51 minutos de tempo em percorrido em cidade, o automóvel passou mais de 17 minutos e meio parado e com o motor apagado, ou seja 33,5,% do tempo total.

Seguidamente apresentam-se os resultados obtidos no que se refere a emissões em cada um dos tramos, utilizando uma vez mais, e de forma análoga aos ensaios anteriores, a conversão directa entre CO₂ emitido e consumo de gasóleo:

Gasóleo: A combustão de 1L produz 2,65 kg de CO₂

Ou a simplificada: L/100 km * 26,5 = g/km CO₂

Tabela 47 – Emissões médias em cidade por tramo, do BMW 118d com Start-Stop activo.

Emissões médias em cidade (tramos):	gCO ₂ /km
km28,2-km30	168,7
km30-km32	127,2
km32-km33	214,7
km33-km34	129,9
km34-km35	222,6
km35-km38	199,6
km38-km39	241,2
km39-km40	140,5
km40-km41	249,1
km41-km42	254,4
km42-km44,6	191,2
Emissões médias em cidade total	189,4

Verificou-se neste ensaio do BMW 118d uma emissão de CO₂ menor em 25,3 g de CO₂ por km em relação ao SEAT Altea com Start-Stop.

Tabela 48 – Emissões totais em cidade do BMW 118d com Start-Stop activo.

Emissões totais em circuito urbano:	3106,33 gCO ₂
-------------------------------------	--------------------------

Constata-se que o neste ensaio o 118 d emitiu mais de 3 kg de CO₂ para a atmosfera, no entanto menos 415,52 g que o Altea com Start-Stop.

6.3.4.2 BMW 118d com Sistema Start-Stop Desactivado

O último ensaio foi realizado com o sistema Start-Stop do BMW 118d desactivado. Na tabela seguinte apresentam-se os dados da condução efectuada:

Tabela 49 – Dados da condução do BMW 118d com Start-Stop desactivado (parte 1).

km totais	km viagem	Média consumo L/100km	Hora	Comentários
11993	0	Reset	9:04	
12003	10	5,9	9:12	
12013	20	5	9:18	
12021,2	28,2	4,9	9:30	Entrada Diagonal
12023	30	4,9	9:32	
12025	32	5	9:37	
12026	33	5,1	9:42	
12027	34	5,2	9:46	
12028	35	5,3	9:50	
12031	38	5,4	9:58	
12032	39	5,5	10:03	
12033	40	5,6	10:07	
12034	41	5,7	10:10	
12035	42	5,8	10:14	
12037	44,6	5,9	10:18	Saída Diagonal
12056	60	5,7	10:31	
12067	72,8	5,9	10:38	



Figura 200 – Fotografia do quadro de instrumentos do BMW 118d ensaiado, depois da prova com Start-Stop desactivado.

Tabela 50 – Dados da condução do BMW 118d com Start-Stop desactivado (parte 2).

km totais	km viagem	intervalos medições (h:mins)	tempo viagem (h:mins)
11993	0	0	0
12003	10	0:08	0:08
12013	20	0:06	0:14
12021,2	28,2	0:12	0:26
12023	30	0:02	0:28
12025	32	0:05	0:33
12026	33	0:05	0:38
12027	34	0:04	0:42
12028	35	0:04	0:46
12031	38	0:08	0:54
12032	39	0:05	0:59
12033	40	0:04	1:03
12034	41	0:03	1:06
12035	42	0:04	1:10
12037	44,6	0:04	1:14
12056	60	0:13	1:27
12067	72,8	0:07	1:34



À semelhança dos ensaios anteriores, efectuou-se uma estatística da condução efectuada:

Tabela 51 – Estatísticas da condução do BMW 118d sem Start-Stop activo.

tempo em cidade:	48	mins
km em cidade:	16,4	km
velocidade média cidade	20	km/h
velocidade média antes cidade	64,6	km/h
velocidade média depois cidade	90	km/h
velocidade média total	44,7	km/h

Este foi o ensaio mais rápido em cidade (média de 20 km/h) e logicamente com menos tempo passado dentro desta.

Tabela 52 – Consumos médios em cidade por tramo, do BMW 118d com Start-Stop desactivado.

Consumos médios em cidade:		L/100km
	km28,2-km30	5,7
	km30-km32	6,5
	km32-km33	8,3
	km33-km34	8,5
	km34-km35	8,7
	km35-km38	6,6
	km38-km39	9,3
	km39-km40	9,5
	km40-km41	9,7
	km41-km42	9,9
	km42-km44,6	7,8
Consumo médio cidade total:		7,7

Verifica-se, a partir da tabela que à semelhança do anterior ensaio (com Start-Stop activo) também no tramo entre o km 41 e 42 o consumo de combustível foi mais elevado (9,9 L/100 km). Obteve-se um consumo médio final de 7,7 L/100 km, 0,6 L por cada 100 km mais que com Start-Stop activo, no entanto 0,8 L menos que o ensaio do Altea sem Start-Stop e ainda mais económico 0,4 L que o ensaio do Altea com Start-Stop activo.

No final da prova realizada o BMW 118d consumiu: 1,270 L, 0,098 L mais que no ensaio com Start-Stop e 0,125 L menos que no equivalente ensaio do Altea com Start-Stop desactivado.



Este resultado é importante para compreender a eficiência dos dois sistemas Start-Stop. O BMW 118d para além de consumir menos nos dois ensaios registou uma maior redução no gasto de combustível pela utilização do Start-Stop. No BMW registamos uma redução de 0,6 L por cada 100 km de média e no SEAT Altea de 0,4 L/100 km.

Registou-se assim uma redução de 7,7% no consumo de combustível no ensaio do BMW 118d com Start-Stop activo em relação ao ensaio com este sistema desactivado. Este valor dá-nos também uma importante referência quanto à eficiência dos dois sistemas Start-Stop. Comparando com o Altea, o BMW sai a ganhar uma vez mais, já que a poupança no gasto de combustível no ensaio com Start-Stop activo no Altea foi de 4,7%.

Tabela 53 – Poupanças de Combustível do Start-Stop do BMW118d.

Consumo total circuito urbano	1,270	L
Diferença do combustível gasto entre Start-Stop activo e desactivado no trajecto urbano	0,098	L
Poupança de combustível com ST-ST em urbano	0,6	L/100 km
Poupança de combustível em percentagem:	7,7	%

Na tabela 54 estão registados as paragens e os tempos por cada paragem:

Tabela 54 – Paragens efectuadas pelo BMW com Start-Stop desactivado no percurso urbano.

paragens:	1	35	13	24	25	33
tempo (s)	2	32	14	48	26	18
	3	15	15	13	27	43
	4	30	16	13	28	39
	5	42	17	9	29	3
	6	28	18	38	30	45
	7	62	19	39	31	9
	8	27	20	66	32	23
	9	39	21	13	33	45
	10	37	22	8	34	21
	11	5	23	51	35	48
	12	4	24	48	36	42

É importante referir aqui, que devido ao facto de neste ensaio se realizarem 36 paragens 4 mais que no ensaio com Start-Stop activo, este sistema viu-se assim beneficiado na comparação das duas provas. Por outro lado, convém ter em conta que a eficiência do sistema Start-Stop do Altea também sai prejudicado pela comparação directa dos seus dois ensaios uma vez que no seu ensaio com Start-Stop activo realizaram-se mais paragens que no ensaio com este sistema desactivado.



Tabela 55 – Número de paragens e tempo com motor ao ralenti no BMW 118d com Start-Stop desactivado.

número paragens:	36	
tempo total das paragens (Start-Stop desactivado):	1095 segundos	
	18mins 15 s	carro parado e motor ao ralenti

Em comparação com o anterior ensaio, com Start-Stop activo, neste o BMW só esteve parado 1 minuto e 7 segundos mais, o que torna assim a análise do sistema Start-Stop mais fiável que a do SEAT Altea que teve uma diferença de mais de 4 minutos entre os dois ensaios. Por outro lado convém entender que as prestações analisadas nos ensaios do SEAT Altea saem prejudicados em relação ao BMW pois nos seus ensaios realizaram-se mais paragens, com velocidades médias mais baixas, e tempos em cidade mais longos.

Verificou-se assim também, que dos 48 minutos em cidade passou mais de 18 minutos parado, o que significa cerca de 38% do tempo parado e com o motor ao ralenti. Uma vez mais na comparação com o ensaio com Start-Stop activo (33,5%) o sistema da BMW sai beneficiado e também se compararmos com os do Altea. Neste, o ensaio com Start-Stop esteve 43% do tempo parado e no ensaio sem Start-Stop 38,8%, o que prejudicou a sua avaliação.

Apresenta-se agora os resultados obtidos das emissões em cada um dos tramos:

Tabela 56 – Emissões médias em cidade por tramo, do BMW 118d com Start-Stop desactivado.

Emissões médias em cidade (tramos):	gCO ₂ /km
km28,2-km30	150,6
km30-km32	172,3
km32-km33	220,0
km33-km34	225,3
km34-km35	230,6
km35-km38	174,0
km38-km39	246,5
km39-km40	251,8
km40-km41	257,1
km41-km42	262,4
km42-km44,6	205,5
Emissões médias em cidade total	205,2

Da análise destes resultados obtidos, constata-se que o BMW emitiu em média mais de 20 g de CO₂ menos por cada km que o Altea com o Start-Stop desactivado (225,3 g CO₂/km). O 118d emitiu mesmo menos com o Start-Stop desactivado que o Altea com este sistema activo (214,7 g CO₂/km).



O BMW 118d neste ensaio emitiu 3,365 kg de CO₂ para a atmosfera, menos 330 g que o equivalente ensaio do SEAT Altea. Emitiu também, menos 156 g que o ensaio do Altea com Start-Stop activo (3521,85 g CO₂).

Quanto às comparações com o ensaio do BMW 118d com Start-Stop:

Verificou-se aqui que nos dois ensaios do BMW houve uma maior redução do ensaio de Start-Stop activo em relação ao ensaio de Start-Stop desactivado, registando-se uma redução de 15,8 g CO₂/km para 10,6 g CO₂/km do SEAT.

Tabela 57 – Poupança de emissões pelo Start-Stop do BMW118d.

Emissões totais em circuito urbano:	3365,35	gCO ₂
Redução nas emissões pelo ST-ST em urbano :	15,8	gCO ₂ /km
Poupança de emissões totais no circuito urbano:	259,02	gCO ₂

Aqui, constatou-se também uma maior diferença logicamente, entre as emissões emitidas entre os dois ensaios do BMW que nos dois do SEAT. Assim, o sistema Start-Stop do BMW pouparia um total de 259 g de CO₂ enquanto que o do SEAT pouparia cerca de 174 g.

Tal como se fez para os ensaios do Altea, também para estes do BMW 118d se fez uma comparação entre a diferença de consumos e emissões que se obtinham no final dos ensaios e tendo em conta o tempo que o carro esteve ao ralenti. Assim, enquanto que pelos ensaios dá uma diferença de consumo de 0,098 L no total do trajecto urbano, se considerarmos o ralenti 0,5 L/h e que esteve parado no ensaio com Start-Stop 17 minutos e 8 segundos, a poupança teórica seria 0,1428 L. Verifica-se, à semelhança do SEAT Altea, uma diferença significativa, o que se justifica também pelo facto de ser necessário um consumo de combustível adicional devido ao motor de arranque ter de voltar a arrancar o automóvel. Esta diferença, confirma, por isso, que uma condução com o sistema Start-Stop não poupa perfeitamente o tempo em que o motor está parado. No entanto importa referir que essa diferença 0,1428L para 0,098 L é muito menor que a diferença verificada pelo SEAT, 0,1965 L para 0,066 L. Tal explica-se pelo facto do BMW ter o sistema de recuperação na travagem e retenção completamente funcional, coisa que não se verificava no SEAT e este sistema ajuda a poupar um combustível considerável. Por outro lado e para ajudar a esta diferença, os ensaios do SEAT tiveram mais paragens, mais arranques e um maior tempo com o veículo imobilizado no ensaio do Start-Stop que no outro.

Tabela 58 – Emissões poupadas (teoricamente) no tempo total que o BMW esteve parado.

Emissões poupadas (teoricamente) no tempo total que o carro esteve parado (considerando ralenti 1325 g CO ₂ /h)	378,36	gCO ₂
--	--------	------------------



Tal como se verificou para o consumo de gasóleo, traduzindo os números para g CO₂/h verifica-se também uma diferença entre o que pouparia teoricamente pelo tempo que esteve ao ralenti e o que realmente poupou pela comparação dos dois ensaios. A explicação é a mesma que se deu no caso da diferença de consumo de combustível e também no caso do BMW se verificou uma menor diferença de emissões 378, 36 g CO₂ para 259, que no SEAT Altea 520 g CO₂ para 174.






Da análise dos resultados obtidos e comparando os ensaios do BMW 118d e do SEAT Altea pode-se verificar que o BMW para além de consumir menos combustível e emitir consequentemente menos dióxido de carbono, constatou também uma maior redução de consumo e de emissões pelo uso do seu sistema Start-Stop que o SEAT Altea.

6.3.4.3 Estudo do Impacto Económico do Uso do Sistema Start-Stop

Pretende-se agora fazer uma comparação entre os dois sistemas Start-Stop a nível das despesas e das economizações monetárias que estes proporcionam tomando em conta os resultados obtidos nos ensaios realizados.

Na tabela 59 começamos por estabelecer o preço do gasóleo em Portugal e em Espanha para a partir daí estabelecer as poupanças que representa o sistema Start-Stop num e noutro país.

Tabela 59 – Preços do Gasóleo A em Portugal e em Espanha.

preços do Gasóleo A nos 3 principais fornecedores, em Portugal no dia 07/07/2009			
	1,059		
	1,055	Portanto considera-se como preço médio em Portugal a média dos 3	1,056 € 
	1,055		
preço médio do Gasóleo A em Espanha			0,95 € 

Tomando como ponto de partida estes valores, com os preços dos combustíveis em Espanha seriam necessários 1,26 € para realizar o circuito urbano com o SEAT Altea com Start-Stop activo, 1,32 € para efectua-lo com o Start-Stop desactivado, 1,11 € no caso do BMW 118d com Start-Stop e 1,21 € com este desactivado.

Por outro lado, utilizando os preços dos combustíveis em Portugal, para realizar este trajecto urbano de 16,4 km, o ensaio do SEAT Altea com Start-Stop gastaria 1,40 €, com Start-Stop desactivado 1,47 €, com o BMW 118d com Start-Stop 1,24 € e 1,34 € sem Start-Stop.





















Com preços em Espanha		
Em cada percurso urbano feito (16,4 km) gastar-se-ia:		
		1,26 €
		1,32 €
		1,11 €
		1,21 €

Tabela 60 – Gastos (em Euros) para realizar o circuito urbano dos diferentes ensaios. Preços em Espanha.

Tabela 61 – Gastos (em Euros) para realizar o circuito urbano dos diferentes ensaios. Preços em Portugal.

Com preços em Portugal		
Em cada percurso urbano feito (16,4km) gastar-se-ia:		
		1,40 €
		1,47 €
		1,23 €
		1,34 €

Assim, pode-se constatar que o Start-Stop da SEAT em Espanha poupa 0,06 € e em Portugal 0,07 € neste circuito. Já o Start-Stop da BMW pouparia 0,010 € em Espanha e 11 cêntimos em Portugal.



No entanto, embora seja em circuitos urbanos onde realmente o sistema Start-Stop funciona e se revele uma mais valia para economizar combustível, reduzir emissões e gastar assim menos dinheiro em combustível, nestas pequenas distâncias de pouco mais de 16 km não se tem uma boa percepção de quanto nos ajuda a poupar o sistema Start-Stop. É portanto mais pertinente estudar a economização do sistema Start-Stop a longo prazo.

Considere-se, por exemplo, que um automóvel tem um ciclo de vida de 200 mil km e que os consumos combinados do ciclo MVEG são os seguintes:

Tabela 62 – Consumos combinados do Altea e BMW com e sem Start-Stop segundo dados oficiais.

		4,81 L/100km	Fonte: Laboratório de emissões do Centro Técnico da SEAT
		4,93 L/100km	Fonte: Laboratório de emissões do Centro Técnico da SEAT
		4,50 L/100km	Fonte: www.bmw.es e relatório de estudos de concorrência da SEAT
		4,64 L/100km	* Fonte: www.bmw.es (modelo 2007 sem ST-ST) cálculo a partir das 123gCO2/km

A partir destes dados de consumos e do preço do combustível é possível calcular quanto gastaria cada versão e quanto pouparia o sistema Start-Stop.

Tabela 63 – Gastos (em L e €) de cada versão do Altea para realizar 200 mil km e poupanças do Start-Stop.

Seriam gastos em gasóleo, considerando estas médias de consumos e sem considerar oscilações do preço do gasóleo:						
		$200000\text{km} \times 4,93\text{L}/100\text{km} =$	9860	L gasóleo num ciclo de vida de 200mil km	10415,45 €	
					9367,00 €	
		$200000\text{km} \times 4,5\text{L}/100\text{km} =$	9620	L gasóleo num ciclo de vida de 200mil km	10161,93 €	
					9139,00 €	
O sistema Start-Stop consegue poupar com respeito ao mesmo modelo sem este sistema:						
			240	L gasóleo num ciclo de vida de 200mil km	253,52 €	
					228,00 €	













Constata-se assim, que num ciclo de vida de 200 mil km o SEAT Altea sem Start-Stop gastaria 9.860 L de gasóleo gastando 10.415 € (considerando o preço do gasóleo actualmente em Portugal e sem considerar oscilações do preço). Em Espanha esse gasto ver-se-ia reduzido em mais de 1000 €.

A versão com Start-Stop acabaria por poupar em média cerca de 240 litros de gasóleo ao fim de 200 mil km e significaria um poupança de 253 € em Portugal e 228 € em Espanha.

Analisemos agora a concorrência, com o gastos calculados para o BMW 118d:

Tabela 64 – Gastos (em L e €) de cada versão do BMW para realizar 200 mil km e poupanças do Start-Stop.

Seriam gastos em gasóleo, considerando estas médias de consumos e sem considerar oscilações do preço do gasóleo:						
		200000km*5,4L/100km=	9280	L gasóleo num ciclo de vida de 200mil km	9802,77 €	
					8816,00 €	
		200000km*4,5L/100km=	9000	L gasóleo num ciclo de vida de 200mil km	9507,00 €	
					8550,00 €	
		O sistema Start-Stop consegue poupar com respeito ao mesmo modelo sem este sistema:				
			280	L gasóleo num ciclo de vida de 200mil km	295,77 €	
					266,00 €	

Analisando a tabela verifica-se que num ciclo de 200 mil km o BMW 118d gastaria 9.280 litros de gasóleo sem Start-Stop e 9000 litros com a intervenção deste. Pouparia em média 280 L o que se traduz em Portugal em quase 300 € menos e 266 € em Espanha.

Pode-se concluir dos cálculos efectuados e da análise destas tabelas que o sistema Start-Stop da BMW deverá ser mais eficiente, o que se traduz numa maior economização. Num ano que o automóvel faça 20 mil km, no caso do BMW o Start-Stop poderia ser responsável pela economização de cerca de 30 € (com os preços actuais dos combustíveis em Portugal) enquanto que o SEAT pouparia pouco mais de 25 €.

Seguidamente, em jeito de resumo apresentam-se os gráficos da análise dos resultados obtidos para uma mais rápida e visual compreensão.

6.3.4.4 Gráficos da Análise dos Resultados Obtidos

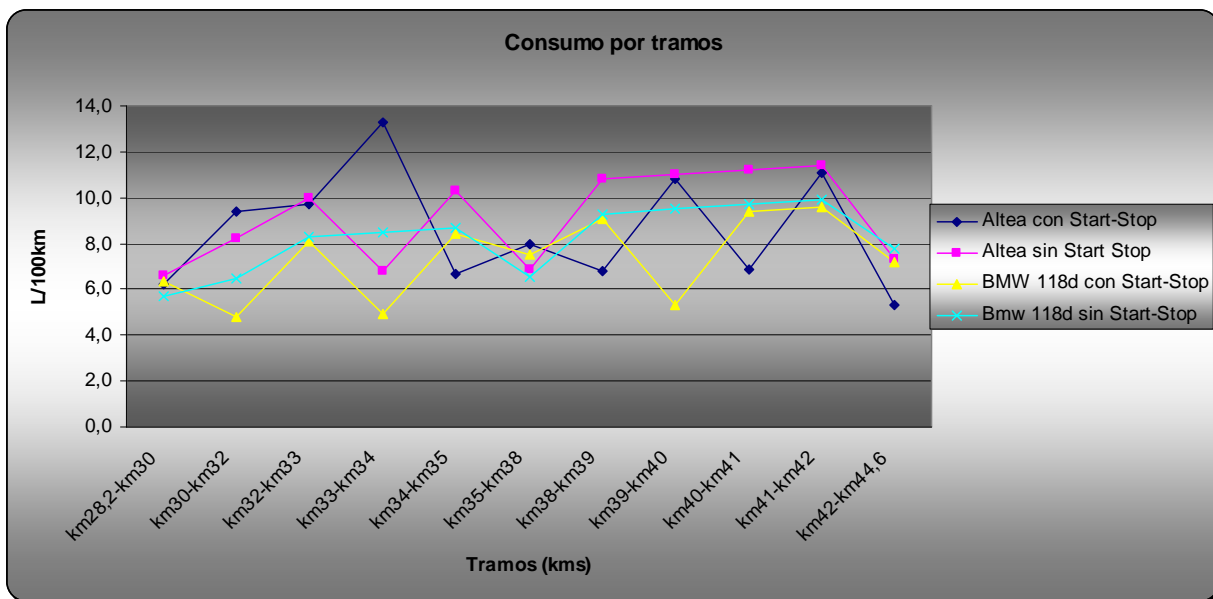


Figura 201 – Gráfico do consumo por tramos.

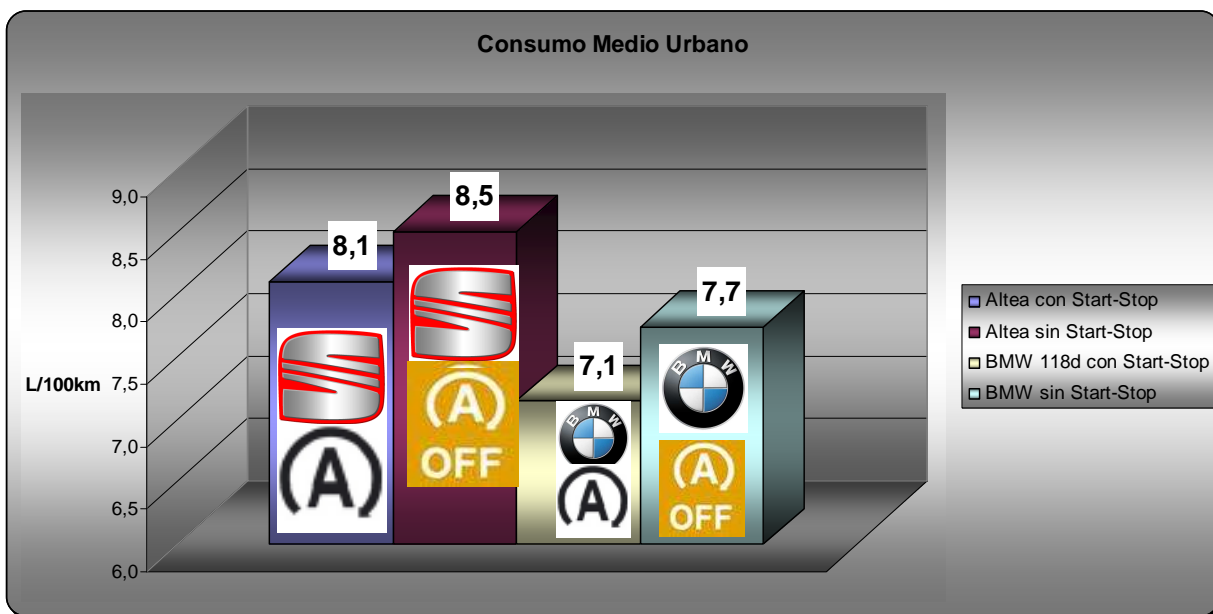


Figura 202 – Gráfico dos consumos médios urbanos.

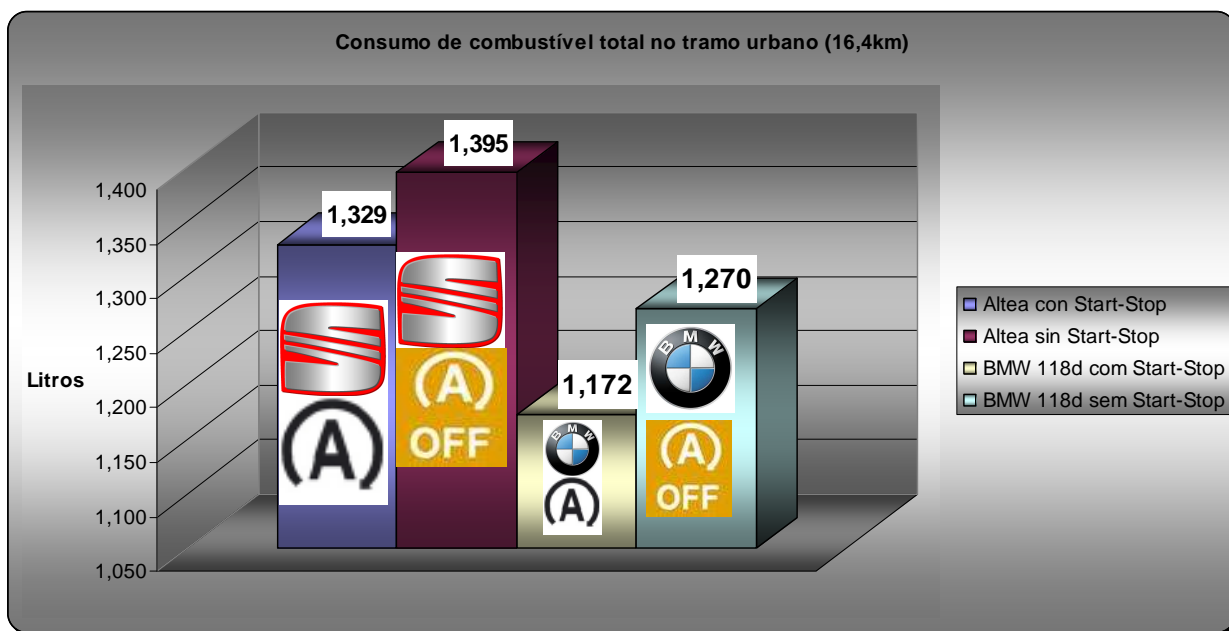


Figura 203 – Gráfico do consumo de combustível total no tramo urbano (16,4 km).

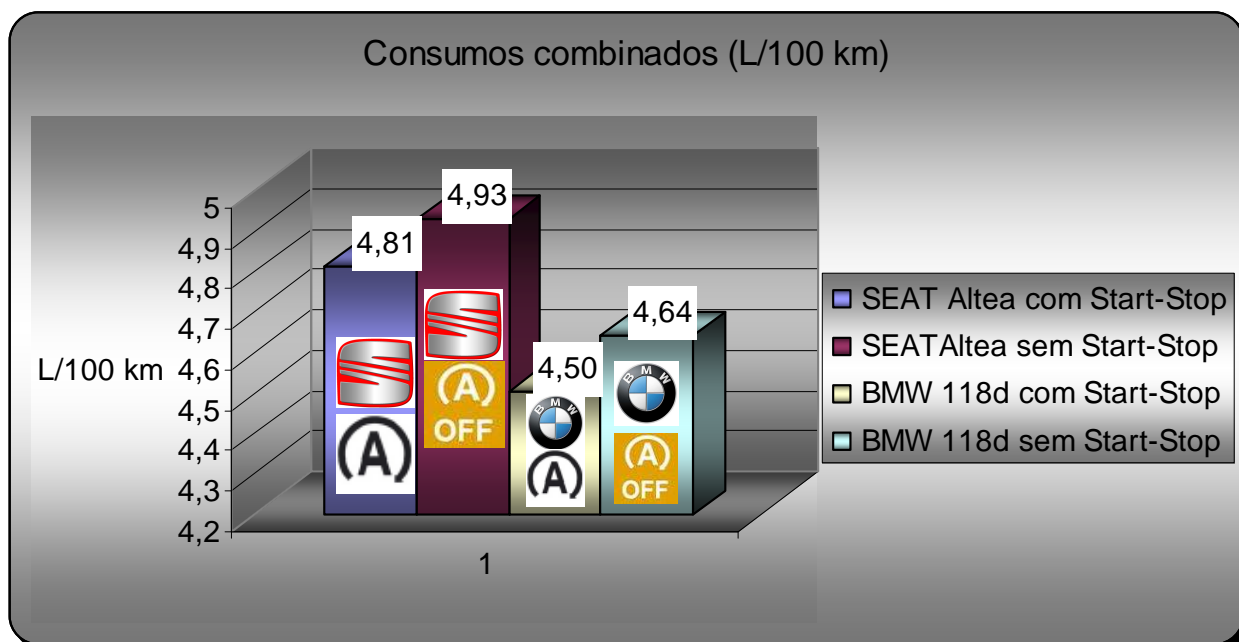
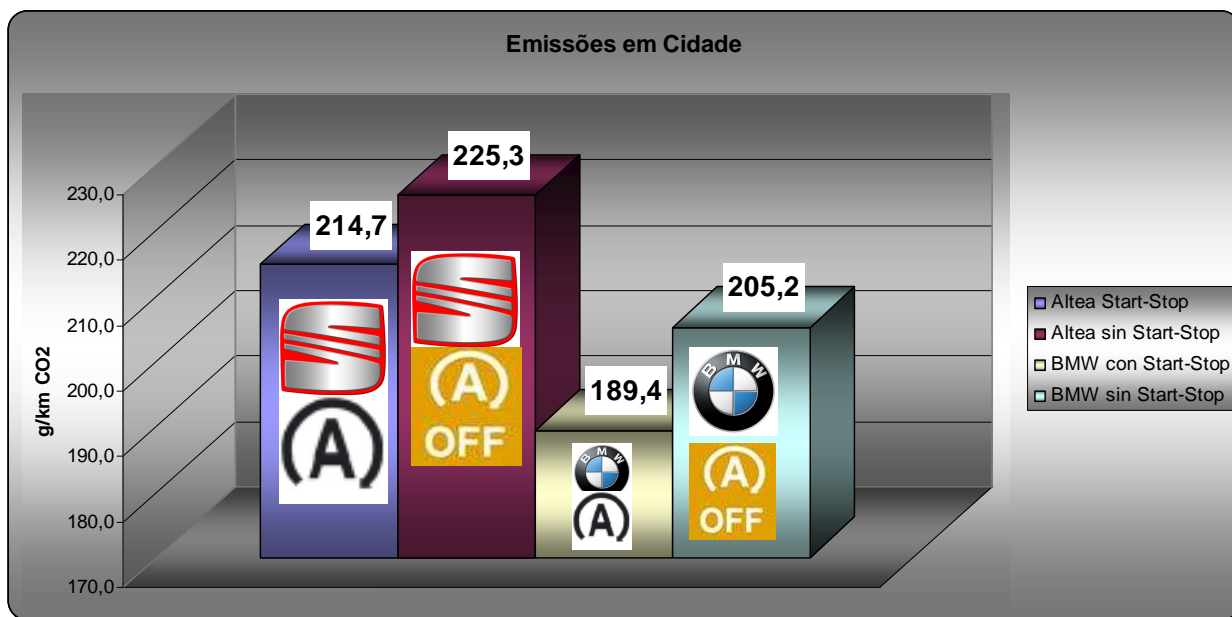
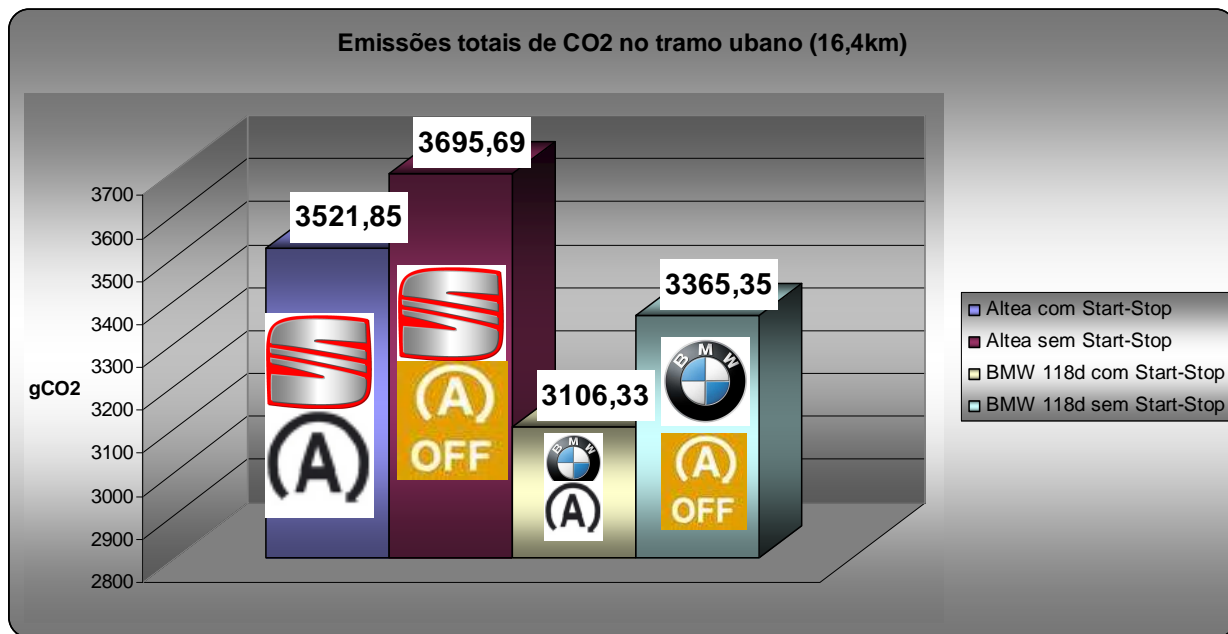


Figura 204 – Gráfico dos consumos combinados oficiais.

Verifica-se, que em média, o Start-Stop da SEAT poupa 0,12 L/100 km, reduz o consumo combinado 2,5%. O BMW 0,14 L/100 km, o que representa uma redução de 3,1%.

Figura 205 – Gráfico das emissões em cidade (g CO₂/km).Figura 206 – Gráfico das emissões totais de CO₂ em cidade.

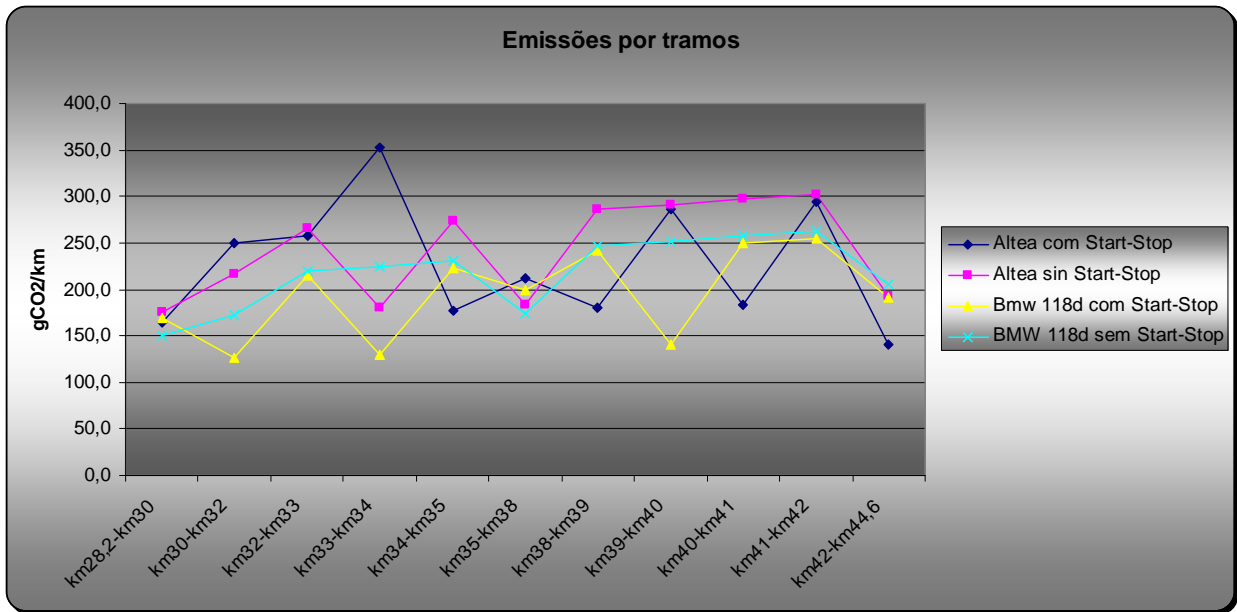


Figura 207 – Gráfico das emissões por tramos.

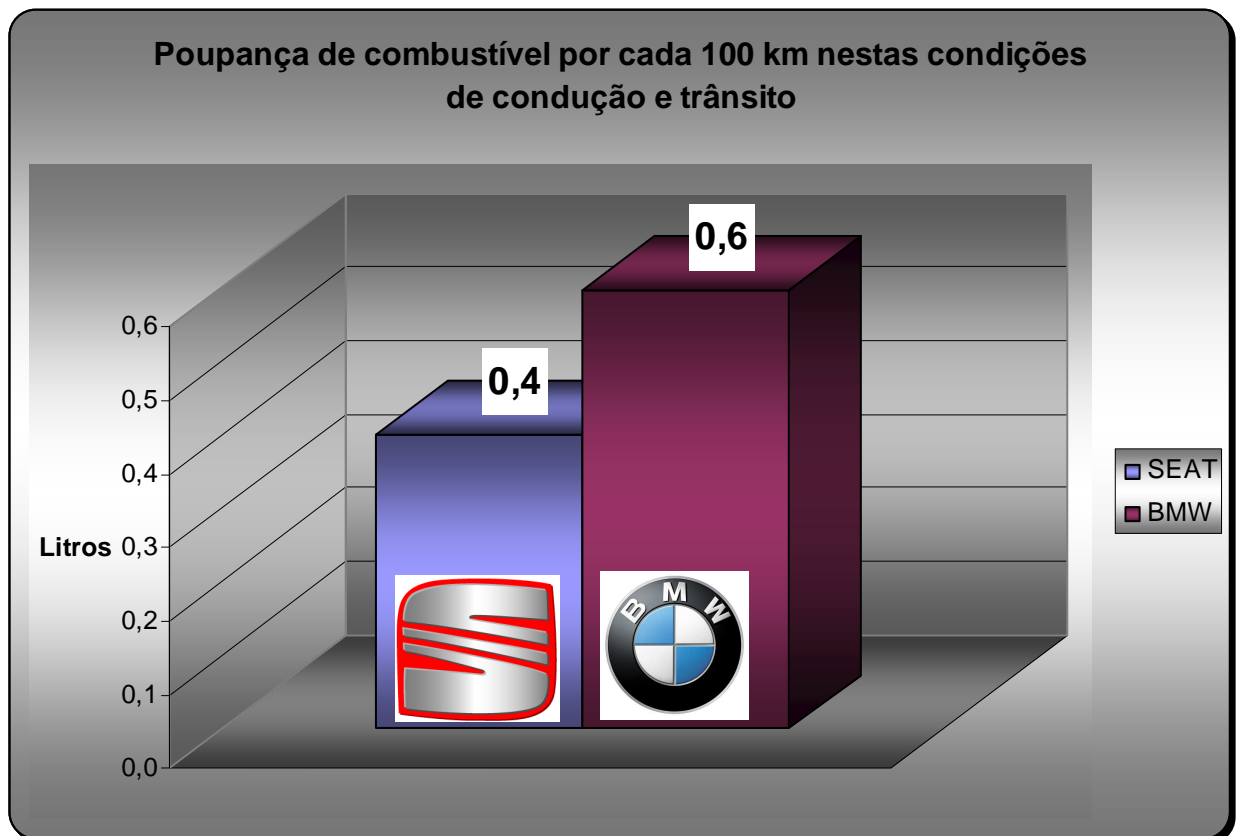


Figura 208 – Gráfico da poupança de combustível por cada 100 km efectuados nas condições dos ensaios.

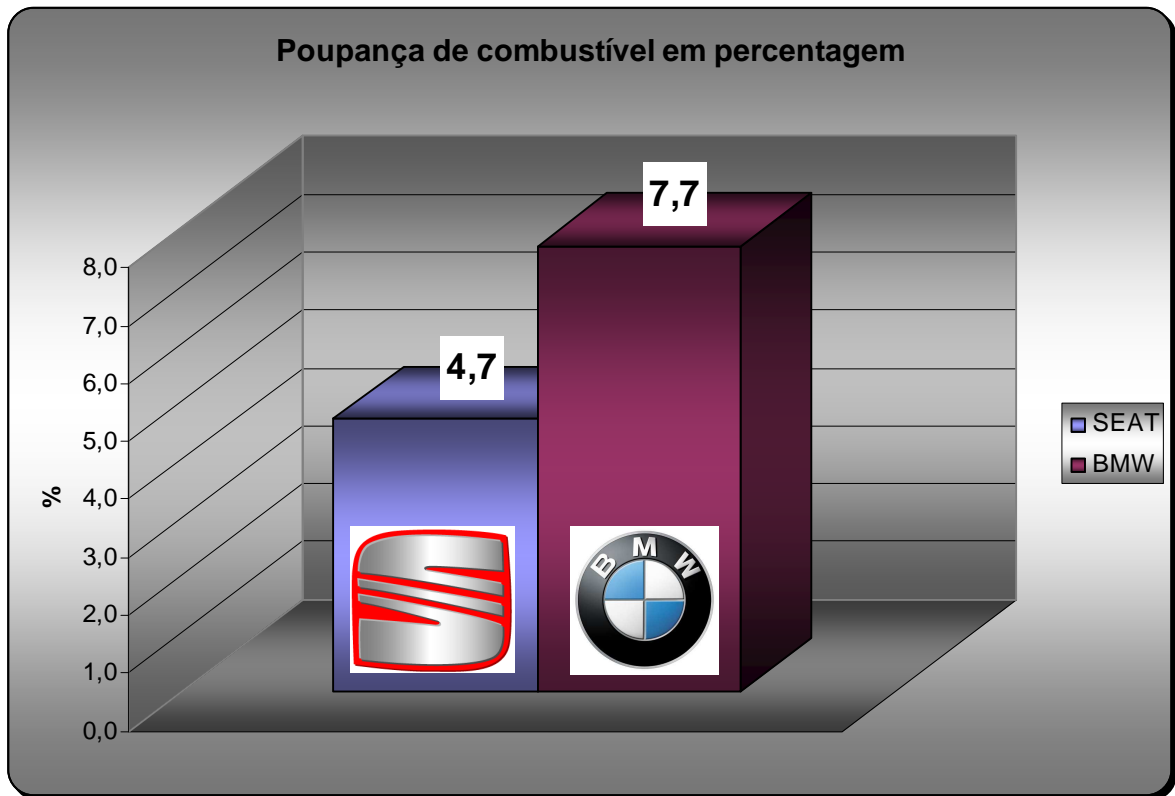


Figura 209 – Gráfico da poupança de combustível em percentagem na condução urbana.

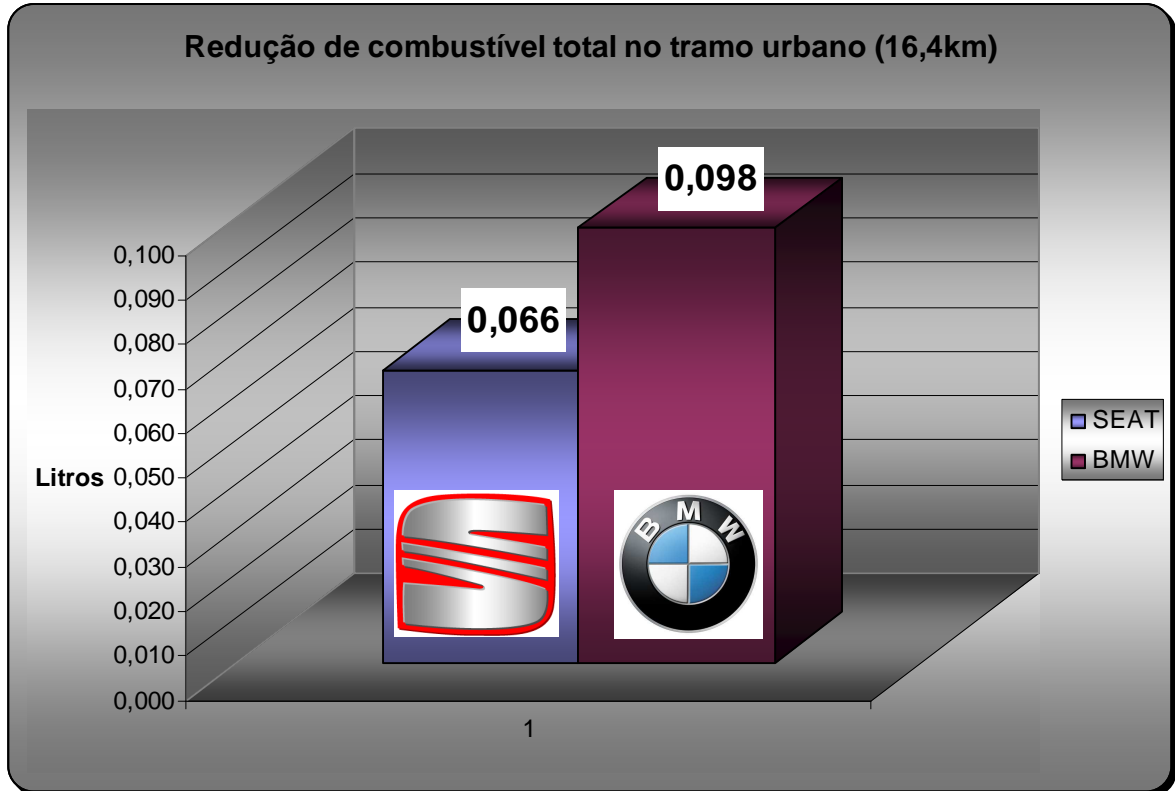


Figura 210 – Gráfico da redução de combustível total no tramo urbano.

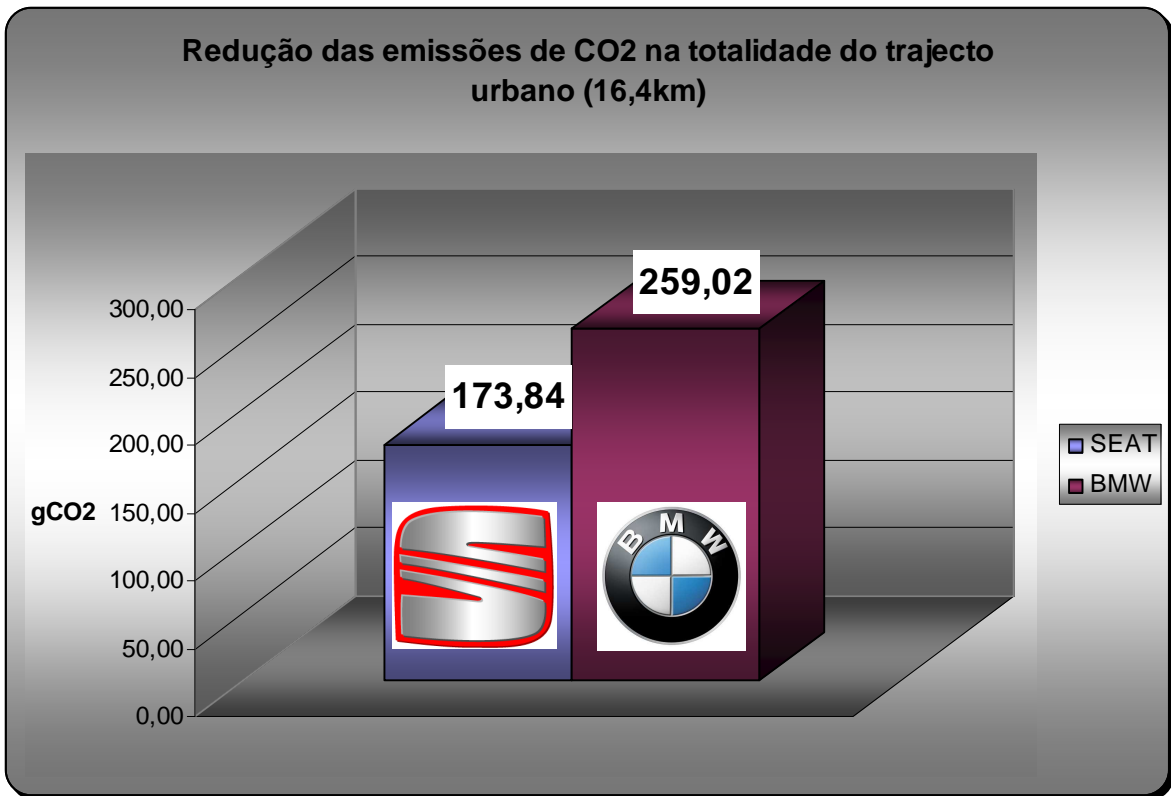


Figura 211 – Gráfico da redução das emissões totais no tramo urbano.

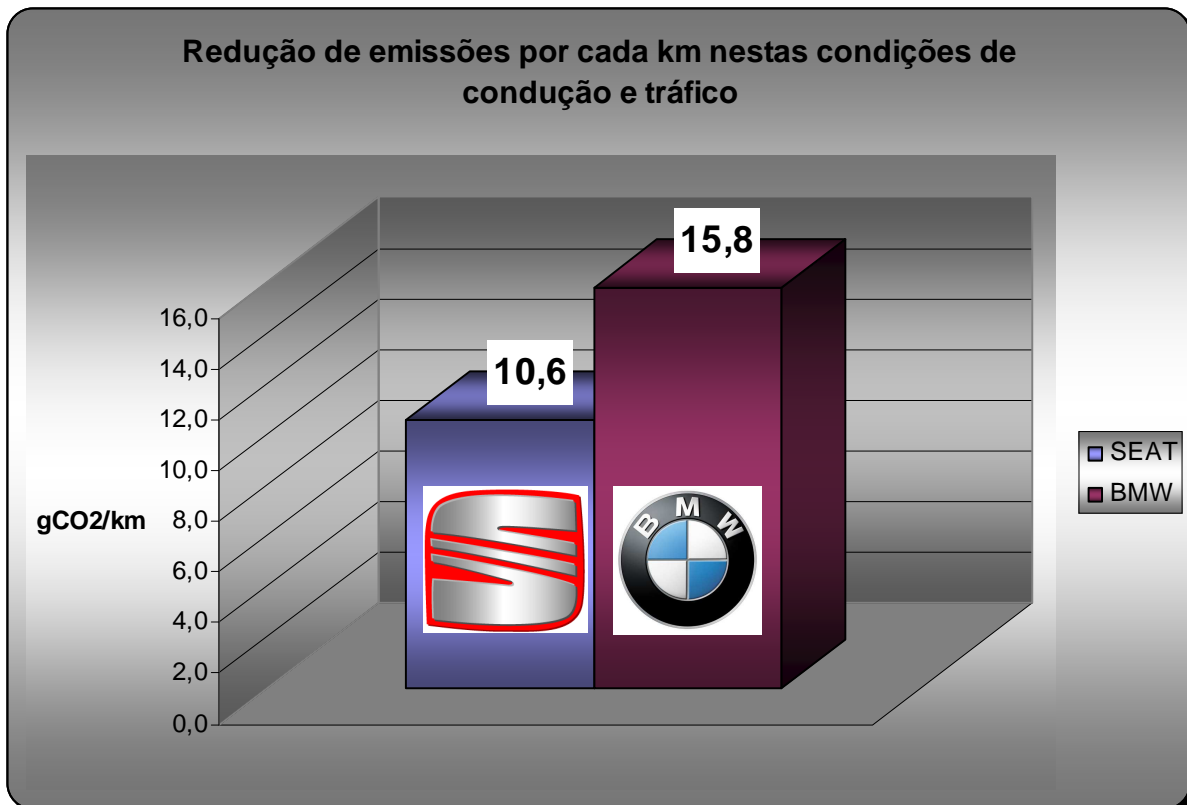


Figura 212 – Gráfico da redução das emissões por cada km nas condições dos ensaios.

Comparações económicas, despesas em combustível:



Figura 213 – Gráfico da despesa gasta em combustível para realizar o circuito urbano (preços gasóleo em Espanha).

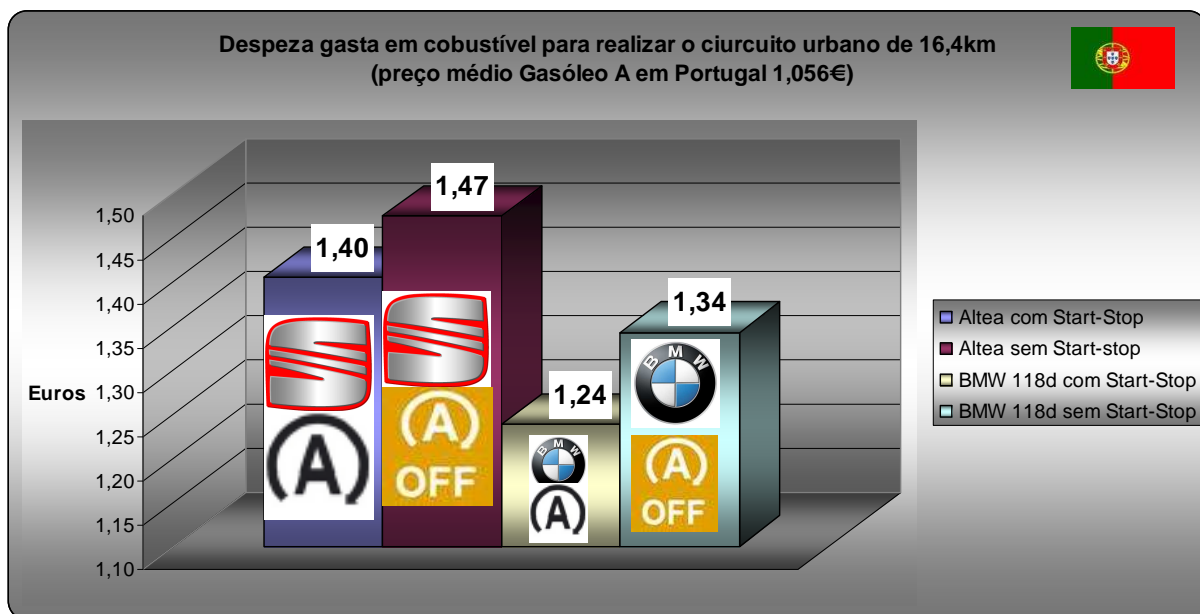


Figura 214 – Gráfico da despesa gasta em combustível para realizar o circuito urbano (preços gasóleo em Portugal)

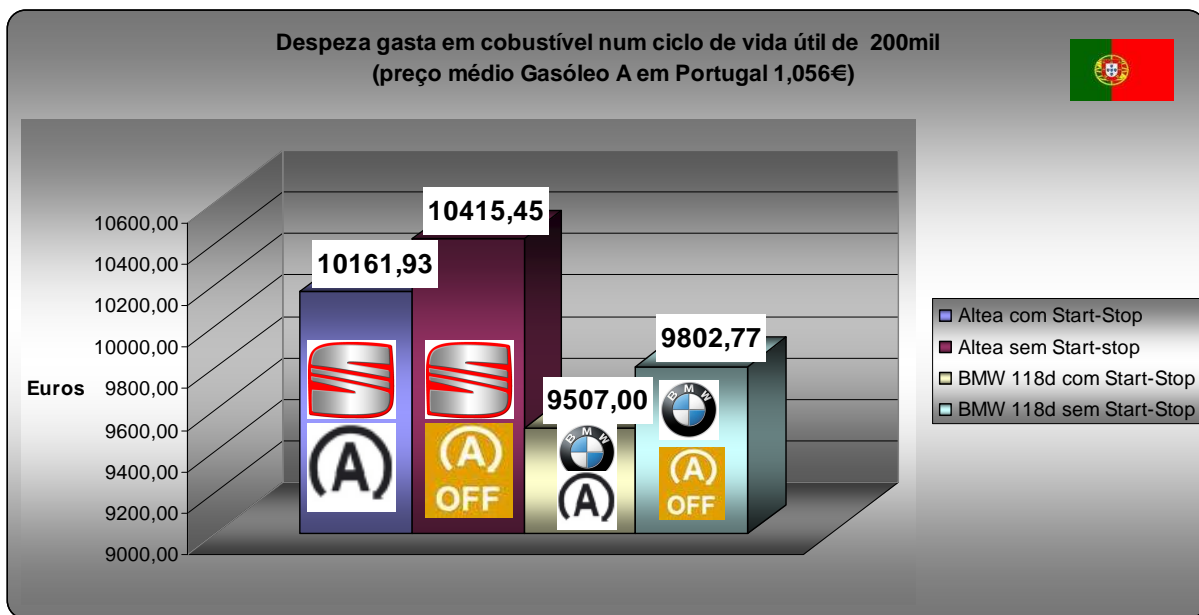


Figura 215 – Gráfico da despesa gasta em combustível num ciclo de vida útil de 200 mil km (preços gasóleo em Portugal).

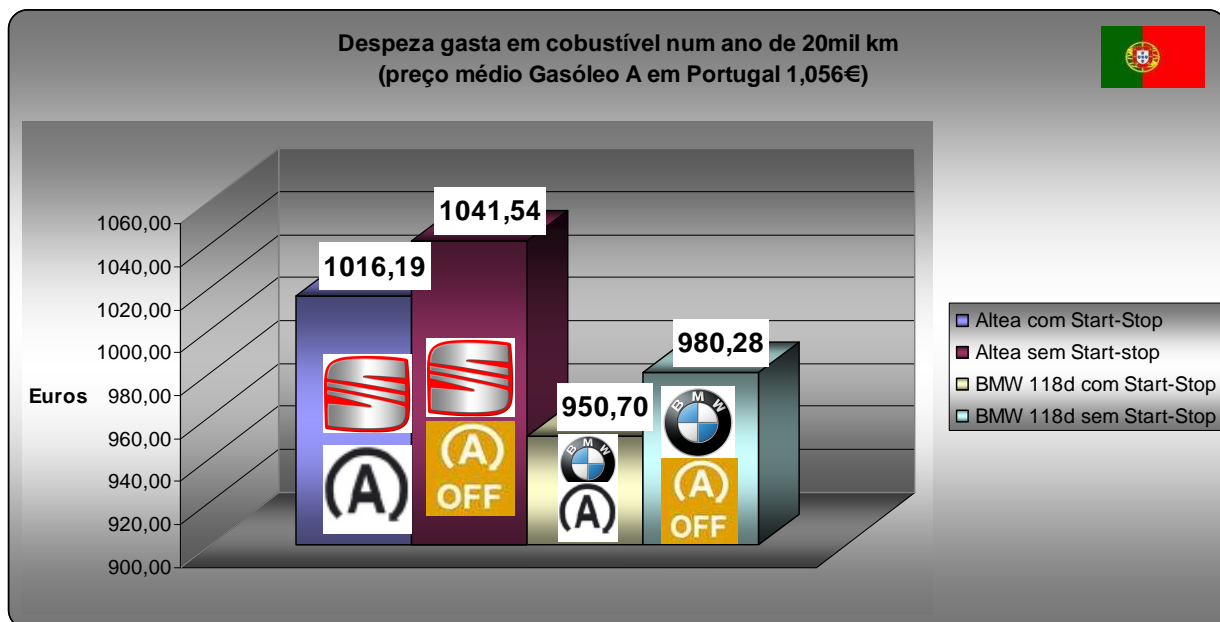


Figura 216 – Gráfico da despesa gasta em combustível num ciclo de vida útil de 20 mil km (preços gasóleo em Portugal).

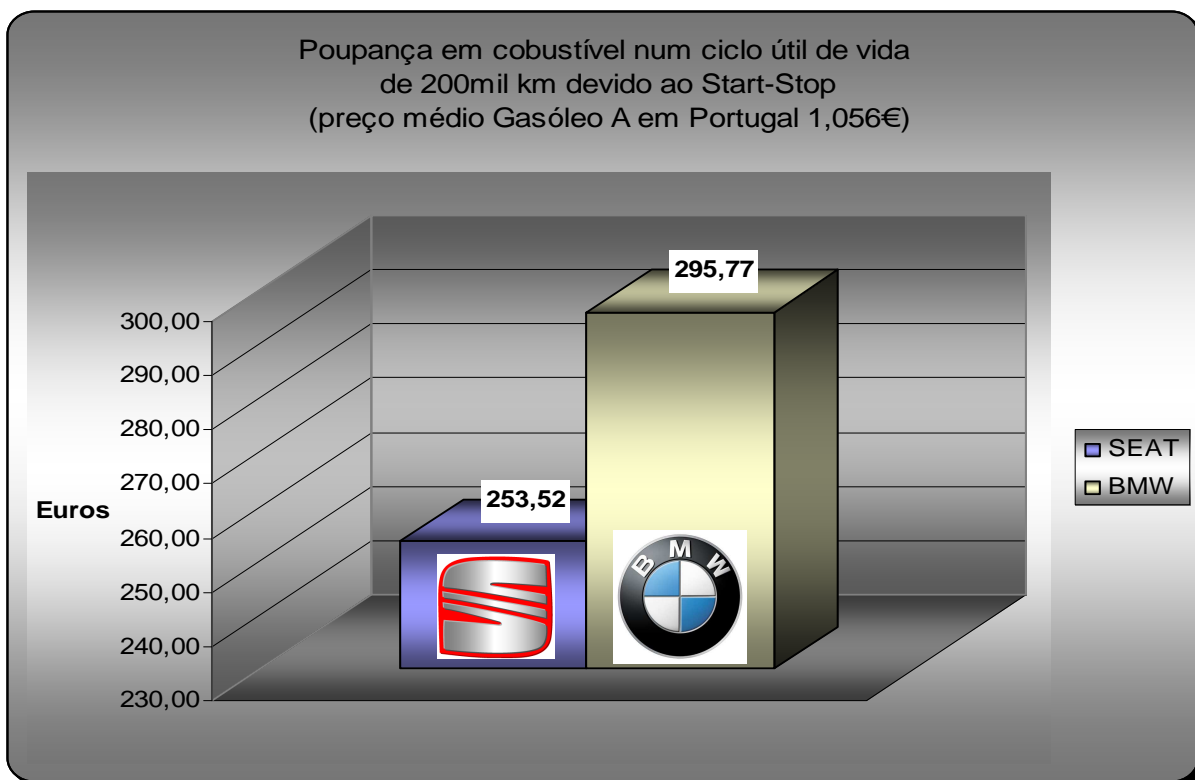


Figura 217 – Gráfico da poupança em combustível num ciclo de vida útil de 200 mil km (preços gasóleo em Portugal).

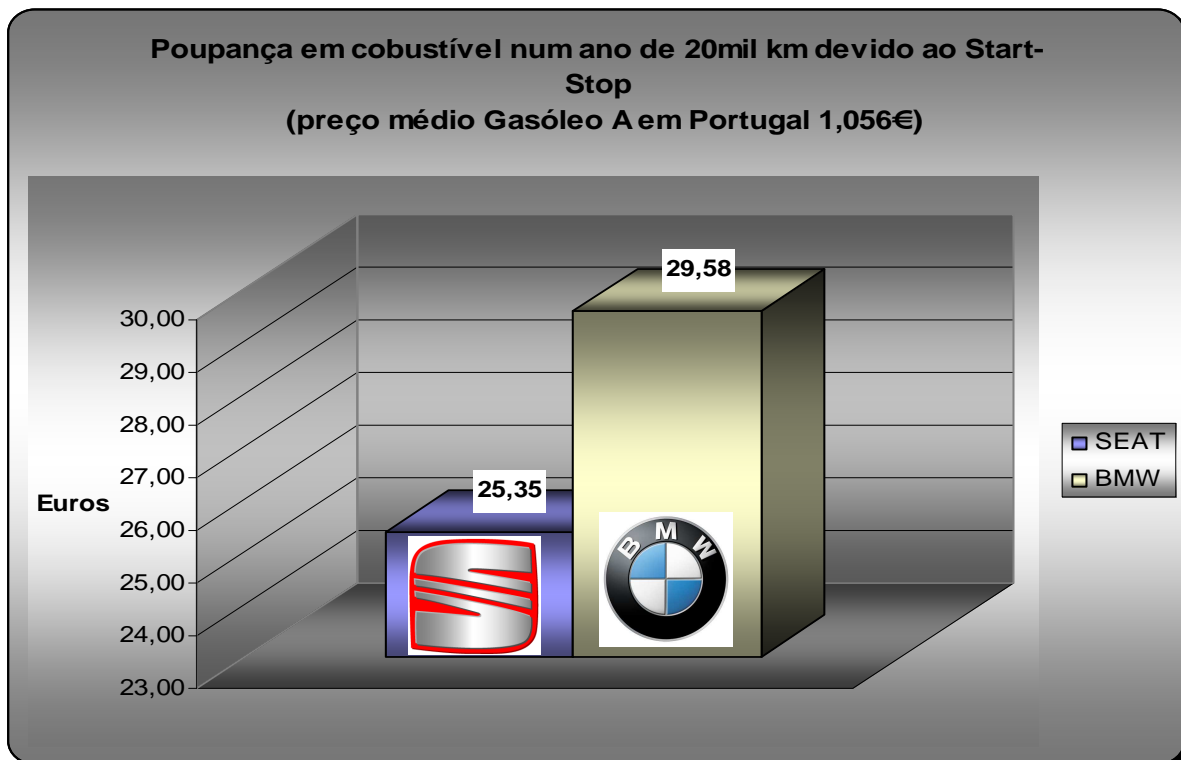


Figura 218 – Gráfico da poupança em combustível num ciclo de vida útil de 20 mil km (preços gasóleo em Portugal).



7 Ensaios de Consumo e Emissões do Altea com e sem Start-Stop no Laboratório de Emissões

7.1 Ensaio do Altea sem Start-Stop

Depois da realização dos 4 ensaios práticos com o SEAT Altea e o BMW 118d pelas ruas de Barcelona, procedeu-se ainda a uma prova de emissões e consumos, segundo o ciclo Euro 5, por parte do Altea no banco de contaminação do Centro Técnico da SEAT. Este ensaio decorreu na série de ensaios que se realiza de maneira a chegar aos valores finais de homologação. De notar que os valores indicados seguidamente, são os valores a que se chegou até ao momento no processo de homologação e afinação do modelo de maneira que aquando da sua produção em série se tenha chegado ao nível pretendido.

Assim, no dia 17 de Julho, no banco de rolos simulou-se a partir dum Altea XL SE 352, um Altea 359, utilizando para tal a sua inércia característica 1590 kg, o seu peso e os seus coeficientes de aerodinâmica e resistência ao rolamento.


Laboratorio de Emisiones		Informe de Resultados			
Fecha Ensayo 15-Jul-2009		Cálculo para Euro5 (Diesel B0)			
Hora Ensayo 14:57					
EA 51182 SE35x Implantado					
Ensayo Tipo EURO3		Opciones: Bolsas, Modal Diluido, Particulas			
Ensayo número 200907150204		Venturi: 6 m3/min			
Celda número 2		Driving Errors 0 s			
Modelo Vehiculo SE352ALTEA XL		Peticionario 09_166_Mario L		Tipo Comb. DIESR_E2005_20060705	
Num. Bastidor 5PZAR000161		Operador TERRERO		Dens.Comb.kg/l 0.836	
Id.CT/Matricula 1824002		Modelo Simulado SE359_1_2_PA		Aceite Motor SAE 0W30	
Tipo Motor 1.6 TDI CR 077 CAYC EU5		Inercia 1590 kg		Aceite Cambio SAE75EPM	
Tipo Cambio MQ5_F		F0: 123 V0: 144		EPROM 5283	
Pres. Neumát 205/55R16 3bar		F1: 0.37 V1: -0.15		Tipo Cat. SERIE	
Temp. Inicial 24.0		F2: 0.0339 V2: 0.0044		Vehic/Cata(km) 4000	
Normativa EU5				Final Test(km) 3441	
Comentarios				Valor MFA 6.9/5.6	

Figura 219 – Parte 1 do relatório de resultados do ensaio de emissões no banco de rolos. Sem St-St.

Como se vê na figura 219, entre muitas outras informações, os coeficientes F são o coeficientes característicos do modelo Altea 359 que se falou e que permite traçar a curva de resistência para que os rolos possam simular as condições de condução deste modelo. Na imagem seguinte vê-se como são registadas todas as condições do ensaio:

Condiciones de Ensayo	Fase 1	Fase 2
Pres. Atm [kPa]	100.1	100.1
Temperatura [°C]	21.6	23.1
Humedad rel. [%]	55.9	51.8
Humedad Abs. [g/kg]	9.027	9.202
Factor corr. NOx	0.9475	0.9527
Vmix 0 °C [m3]	72.812	37.370
Factor Dilución	26.42	12.29
Distancia [km]	3.974	6.871
DGM Vol 0 °C [lit]	406.3	206.5
Temp. Max. Túnel [°C]	32.5	32.9
Integrador [litC3]	0.375	0.109

Firma Operador

Figura 220 – Parte 2 do relatório de resultados do ensaio de emissões no banco de rolos. Sem St-St.



O resultado final de emissões do Altea sem Start-Stop foi:

Resultado de Emisiones

	THC	CO	NOx	THC+NOx	PARTIC	CO2 [g/km]
Fase 1 [mg/km]	115	597	211	326	1	163.0 g/km
Fase 2 [mg/km]	14	5	102	116	0	111.2 g/km
Total [mg/km]	51	222	142	193	0	130.2 g/km

Figura 221 – Parte 3 do relatório de resultados do ensaio de emissões no banco de rolos. Sem St-St,

O Seat Altea sem Start-Stop emite oficialmente 130,2 g de CO₂ por km. Convém salientar porém que na Fase 1 (ciclo de condução urbana) deu umas emissões de CO₂ de 163 g/km, uma diferença considerável em relação ao dado no ensaio prático, com umas emissões médias do Altea sem Start-Stop de 225,3 g/km.

Na última parte do relatório é dado o resultado dos consumos:

Consumos	l/100km	lit
Urbano	6.20	0.246
Extraurbano	4.20	0.288
Total	4.93	0.535

Observaciones Post Test : Sin star/stop

Figura 222 – Parte 4 do relatório de resultados do ensaio de emissões no banco de rolos. Sem St-St.

Constata-se assim, que o consumo combinado é de 4,93 L/100 km e o extra-urbano, importante para a comparação com o ensaio prático foi de 6,20 L/100 km enquanto a prova urbana em Barcelona deu 8,5 L/100 km.

7.2 Ensaio do Altea com Start-Stop

Analisando agora o ensaio realizado ao Altea com o Start-Stop activo. Este foi realizado no dia 9 de Julho sensivelmente à mesma hora. É importante que os ensaios numa mesma viatura se realizem em dias diferente à mesma hora, primeiro, para garantir que não se faz o segundo ensaio com o motor já quente, o que inviabiliza completamente o ensaio uma vez que é no início, quando o motor está frio, que se registam as maiores emissões, e segundo, à mesma hora para garantir normalmente as mesmas condições ambiente, temperatura, humidade, etc.


Laboratorio de Emisiones		Informe de Resultados		 Centro Técnico	
Fecha Ensayo 09-Jul-2009					
Hora Ensayo 14:46					
EA 51182	SE35x Implantado	Cálculos para Euro5 (Diesel B0)			
Ensayo Tipo EURO3		Opciones:	Bolsas, Modal Diluido, Particulas		
Ensayo número 200907090204		Venturi:	6 m3/min		
Celda número 2		Driving Errors	0 s		
Modelo Vehiculo SE352 ALTEA XL	Peticionario 09_166_Mario L	Tipo Comb.	DIESR_E2005_20060705		
Num. Bastidor 5PZAR000161	Operador TERRERO	Dens.Comb.kg/l	0.836		
Id.CT/Matricula 1824002	Modelo Simulado SE359_1_2_PA	Aceite Motor	SAE 0W30		
Tipo Motor 1.6 TDI CR 077 CAYC EU5	Inercia 1590 kg	Aceite Cambio	SAE75EPM		
Tipo Cambio MQ5_F	F0: 123	EPROM	5283		
Pres. Neumát 205/55R16 3bar	F1: 0.37	V0: 144	Tipo Cat. SERIE		
Temp. Inicial 25.0	F2: 0.0339	V1: -0.15	Vehic/Cata(km) 4000		
Normativa EU4	V2: 0.0044		Final Test(km) 3416		
Comentarios			Valor MFA 6.4/5.3		

Figura 223 – Parte 1 do relatório de resultados do ensaio de emissões no banco de rolos. Com St-St.



Condiciones de Ensayo	Fase 1	Fase 2	Firma Operador
Pres. Atm [kPa]	100.3	100.3	
Temperatura [°C]	22.0	24.2	
Humedad rel. [%]	62.6	57.9	
Humedad Abs. [g/kg]	10.392	10.945	
Factor corr. NOx	0.9896	1.0078	
Vmix 0 °C [m3]	72.802	37.264	
Factor Dilución	28.57	12.09	
Distancia [km]	3.909	6.853	
DGM Vol 0 °C [lit]	410.9	208.3	
Temp. Max. Túnel [°C]	28.8	30.9	
Integrador (litC3)	0.347	0.122	

Figura 224 – Parte 2 do relatório de resultados do ensaio de emissões no banco de rolos. Com St-St.

Se se reparar minuciosamente, chega-se à conclusão que as condições do ensaio são muito parecidas com as do ensaio sem Start-Stop de maneira aos ensaios serem o mais rigorosos possível. O resultado final deste ensaio, como se constata do excerto do relatório do laboratório de emissões foi no total de 127, 2 g/km, menos 3 g/km que o ensaio sem Start Stop.

Resultado de Emisiones	THC	CO	NOx	THC+NOx	PARTIC	CO2 [g/km]
Fase 1 [mg/km]	98	477	213	310	0	151.9 g/km
Fase 2 [mg/km]	17	1	103	120	0	113.1 g/km
Total [mg/km]	46	174	143	189	0	127.2 g/km

Figura 225 – Parte 3 do relatório de resultados do ensaio de emissões no banco de rolos. Com St-St.

Importa uma vez mais comparar estes resultados com o obtidos praticamente, no ensaio por Barcelona, onde em cidade se emitiram em média 214,7 g/km, enquanto no ensaio de laboratório acusou 151,9 g/km. No entanto, neste tipo de ensaios há uma diferença de 11,1 g/km em circuito urbano entre Start-Stop e Start-Stop desactivado e no ensaio prático essa diferença deu muito parecido 10,6 g/km. De referir ainda, que este ensaio de laboratório é um dos muitos ensaios levados a cabo pelo departamento de emissões no caminho para a homologação de emissões finais e que ainda está bastante longe destes resultados. Pretende-se para este modelo, depois de todas as melhorias e afinações, estabelecer as suas emissões de CO₂ oficialmente em 118 g/km, equivalente em consumo de combustível a 4,5 L/100km. Um caminho ainda longo a percorrer.

Quanto aos consumos de combustível:

Consumos	l/100km	lit
Urbano	5.77	0.226
Extraurbano	4.27	0.292
Total	4.81	0.518

Figura 226 – Parte 4 do relatório de resultados do ensaio de emissões no banco de rolos. Com St-St.

O consumo final combinado deu 4,81 L/100 km e o urbano 5,77 L/100 km, respectivamente menos 0,12 L/100 km e 0,43 L/100 km que o ensaio de laboratório sem Start-Stop. Também aqui os ensaios práticos efectuados na cidade deram resultados bastante parecidos com uma diferença do ensaio com e sem Start-Stop de 0,40 L/100 km.



FEUP



SEAT

Estudo e Análise do Sistema de Arranque e Paragem Automática do Motor no Automóvel.



8 Conclusões e Perspectivas de Trabalhos Futuros

Após interpretação e análise dos resultados obtidos nas diversas provas e ensaios efectuados conjuntamente com a análise da revisão bibliográfica pode-se chegar às seguintes conclusões:

- Pôde-se pôr em funcionamento os painéis em automóveis de testes do Centro Técnico nomeadamente SEAT Altea e SEAT Leon.
- Testaram-se diversas condições do sistema Start-Stop. Visualização de uma forma gráfica e rápida das condições que estavam a ser cumpridas ou não, quais os valores dos sinais em tempo real, entender quando e porquê o sistema deixa de funcionar.
- Os painéis realizados foram de grande utilidade para o trabalho dos engenheiros do centro técnico implicados neste sistema Start-Stop. Era assim possível identificar causas de não funcionamento do sistema de uma forma prática.
- Com os ensaios práticos realizados em cidade, foi possível testar a eficiência do sistema Start-Stop e traduzir em números a economia de combustível e emissões contaminantes, bem como comparar com a concorrência.
- O sistema Start-Stop do SEAT Altea baixou o seu consumo combinado 0,12 L/100 km o que representa uma redução de 2,5% (4,93 para 4,81 L/100km)
- O BMW 118d baixa 0,14 L/100 km, reduz o consumo médio combinado 3,1% (4,64 para 4,50 L/100 km).
- Conseguiu-se uma redução dos consumos em cidade na ordem dos 4,7% no SEAT Altea (8,5 para 8,1 L/100km) e de 7,7% no BMW 118d (7,7 para 7,1 L/100 km).
- O SEAT Altea conseguiu reduzir, segundo os ensaios efectuados em cidade, as emissões de CO₂ em mais de 10 g/km.
- No BMW 118d essa redução foi mais significativa, superior aos 15 g/km.
- No ensaio em laboratório do Altea há uma diferença de 11,1 g/km em circuito urbano entre Start-Stop e Start-Stop desactivado e no ensaio prático essa diferença deu muito parecida 10,6 g/km.
- Em laboratório a redução de consumo devido ao Start-Stop deu 0,43 L/100 km. Também aqui os ensaios práticos efectuados na cidade deram resultados bastante parecidos com uma diferença do ensaio com e sem Start-Stop de 0,40 L/100 km.
- Da análise de Benchmarking efectuada, embora ambos os sistemas se revelarem finos, precisos, práticos e de manejo amigável para o condutor, o BMW revelou-se superior ao SEAT Altea. Nos aspectos relacionados com os seus sistemas Start-Stop e economia, consumindo e emitindo sempre menos que o Altea. Portanto Start-Stop da BMW mais eficiente.
- Os resultados obtidos pelo SEAT Altea, no ensaio em cidade, saíram ligeiramente prejudicados em relação aos do BMW 118d devido ao facto do sistema de travagem e retenção regenerativa não estar a funcionar.



- Outro factor é o facto das condições de condução no caso do Altea terem sido ligeiramente mais adversas, portanto somando tudo, a diferença de performances entre os dois automóveis poderia ser ligeiramente mais pequena.
- A condução com Start-Stop não poupa completamente o tempo em que o carro está parado uma vez que o motor de arranque precisa de consumir combustível adicional para voltar a arrancar o motor. Tal foi confirmado pelo estudo ao ralenti.
- Com uma economização de menos de 30 € por cada 20 mil km, ou 300€ num ciclo de vida de 200 mil km este sistema acaba por economizar mais pelo fiscal, pagando menos de ISV devido às menores emissões que propriamente pelo combustível que poupa. Abaixo das 120 g CO₂/km paga-se 48€ e acima 98€.
- Apesar de todas as vantagens inerentes ao sistema Start-Stop, este possui alguns inconvenientes uma vez que acaba por encarecer ligeiramente o automóvel com a adaptação de vários componentes, a menos que este encarecimento adicional do automóvel não se repercuta no preço final ao cliente, como faz a BMW.
- O inconveniente ainda da maior solicitação destes componentes com muito maior número de para-arrancas, o que pode reduzir o seu ciclo de vida e pode levar a uma substituição das peças mais frequente.
- Por outro lado, de referir que à parte de provavelmente estas peças precisarem de uma substituição mais frequente, o seu custo unitário será também mais elevado, sendo portanto necessário equacionar se o que se poupa em combustível não se acabará por gastar em peças mais caras.
- Por último, a utilização deste sistema pode ainda trazer inconvenientes a nível da utilização de condutores que não se adaptem a este sistema e o acharem um estorvo à condução e desconcertante.
- Na minha opinião pessoal, uma alteração que faria a este sistema Start-Stop, seria evitar que parasse o motor em rigorosamente todas as imobilizações do automóvel.
- Segundo calculos efectuados só a partir de 2,25 segundos é que parar o motor começa a ser rentável. Penso por isso, que se houvesse um tempo mínimo para parar o motor, depois do veículo estar imobilizado, 3 ou 4 segundos por exemplo, estaríamos não só a evitar pequenas paragens em que arrancar o motor novamente gasta mais combustível, como a poupar o material, diminuindo significativamente o número de vezes que é solicitado e aumentando assim a seu ciclo de vida.
- Propria como futuros trabalhos: uma análise de emissões e consumos do SEAT Altea Start-Stop, como a que foi feita praticamente, mas com o sistema de recuperação de energia a funcionar.
- Fazer esses mesmo ensaios quando este modelo entre em produção, já com o sistema Start-Stop completamente afinado e adaptado para poder tirar valores homologados e finais. Fazer o mesmo estudo de Benchmarking com o BMW 118d para ver se a diferença de performances do Start-Stop, consumos e emissões se reduziu significativamente ou até o superou.



- Um estudo de amortização do sistema Start-Stop do SEAT Altea. Tal não foi possível pois até ao final deste trabalho não foi possível saber dados sobre o preço de comercialização do Altea Start-Stop. O estudo económico feito poderia ser complementado pelo traçado dum gráfico onde se determinasse ao fim de quantos km o sistema Start-Stop estaria finalmente amortizado.
- De uma forma geral, o sistema Start-Stop revela-se, como uma inteligente e eficaz forma de poupar combustível e emissões, uma vez que um motor parado consome logicamente menos que um motor a baixa rotação.
- É um sistema vanguardista e que num futuro próximo integrará praticamente todos os automóveis de turismo, diesel ou gasolina, desportivos ou familiares. É um sistema que se está a estender entre os diferentes construtores de automóveis e acabará por se tornar algo banal e integrado de série como se tornou o cinto de segurança ou o airbag.



FEUP



SEAT

Estudo e Análise do Sistema de Arranque e Paragem Automática do Motor no Automóvel.



9 Referências e Bibliografia

- Martins, Jorge (2006). Motores de Combustão Interna, 2ª edição. Publindústria.
- Paz, Manuel Arias (2006). Manual de Automoviles, 56ª edición. Dossat CIE de Inversiones Editoriales
- Bernard Challen, Rodica Baranescu (2003). Diesel Engine Reference Book, second edition. Elsevier.
- Moreira, Sérgio (2008). Influência do Biodiesel nas Emissões Poluentes de um Motor Turbo Diesel, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Pimenta, Daniel (2008). Estudo da Influência do Biodiesel no Funcionamento de um Motor Diesel, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Ramos, Diogo (2009). Influência do Biodiesel na Injecção dum Motor Diesel, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Esteves, Luiz (2008). Redução de custos em sacos airbag condutor: Estudo de novos conceitos de sacos, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Manual de la Técnica del Automóvil BOSCH (4ª edición 2005)
- Pérez, José Manuel Alonso (2004). Técnicas del automóvil. Equipo eléctrico. 10ª edición. Editorial Thomson Paraninfo.
- SEAT Leon 2.0 FSI 2.0 TDI (2005) nº 178. Manual de Taller o Manual de Reparación, Aneto Ediciones S.A.
- Incalculável, Soluções de Energia Renovável.
- U.S.Department of Energy – *Energy Efficiency and Renewable Energy, 2006* – third edition.
- (BP 2004) *BP Statistical Review of World Energy June 2004*.
- (AIE 2004) Agência Internacional da Energia. *World Energy Outlook 2004*
- Department for International Development. *Energy for the Poor: Underpinning the Millennium Development Goals*.
- United Nations Development Programme. *World Energy Assessment*.
- Convenção Marco das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas. *Protocolo de Quioto da Convenção Marco das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas*.
- World Energy Council. *Energy for tomorrow's world – acting now!*
- (AIE 2008) International Energy Agency – Key word Energy Statistics- 2008
- (UNDP 2004) United Nations Development Programme. *World Energy Assessment. Overview. 2004 Update*.



FEUP



SEAT

(UNSD 2004) United Nations Statistics Department. Word Energy Assessment. Overview. 2004 Update.

(ONU 2000) UN Department of Economic and Social Affairs Population Division. *World Population Prospects: The 2000 Revision Population Database*.

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. *Climate Change 2001: Synthesis Report*

Programa Autodidático número 230 de Volkswagen, Emisiones de gases de escape de vehículos

Programa Autodidático número 231 de Volkswagen, Euro On-Board Diagnosis (EOBD)

Programa Autodidático número 218 de Volkswagen, El Lupo 3 L

Programa Autodidático número 426 de Volkswagen, Nuevos sistemas de CAN-Bus – LIN, MOST, Bluetooth™

Programa Autodidático número 55 de Volkswagen, Stop-Start-Automatik

Programa Autodidático número 204 de Volkswagen, Aluminiumkarosserie Audi A8 (teil 1)

Programa Autodidático número 423 de Volkswagen, Passat 2009

Programa Autodidático número 430 de Volkswagen, Golf 2009

Programa Autodidático número 269 de Volkswagen, Intercambio de datos en el CAN-Bus de datos II

Programa Autodidático número 192 de Volkswagen, El Passat '97 - La técnica

Programa Autodidático número 330 de Volkswagen, Sistema de filtración de partículas diésel con aditivo

Recuperación Energética. Cuaderno didático nº 129

<http://www.seat.es>

(Intranet de SEAT) online.seat.es/finanzas/InformeAnual/2008/, consultado em 26/06/2009

<http://museoseat.com>, consultado em 07/05/2009

<http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2004/weo2004.pdf> consultado em 13/04/2009

<http://www.bp.com>, consultado em 14/04/2009

<http://www.dfid.gov.uk/pubs/files/energyforthe poor.pdf>, consultado em 14/04/2009

<http://www.undp.org/seed/eap/activities/wea/drafts-frame.html>, consultado em 14/04/2009

<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>, consultado em 15/04/2009



- <http://unstats.un.org/unsd/databases.Htm>, consultado em 15/04/2009
- <http://esa.un.org/unpp/>, consultado em 15/04/2009
- <http://www.worldenergy.org/>, consultado em 15/04/2009
- http://www.undp.org/energy/docs/WEAOU_full.pdf, consultado em 16/04/2009
- <http://www.worldenergy.org/ > publications > online publications>, consultado em 16/04/2009
- <http://www.ipcc.ch/pub/reports.htm> , consultado em 16/04/2009
- <http://europa.eu/scadplus/leg/pt/lvb/l28186.htm>, consultado em 06/5/2009
- <http://www.forocoches.com/foro/showthread.php?t=335191>, consultado em 20/05/2009
- <http://www.citroen.es/CWE/es-ES/AboutCitroen/TECHNOLOGIES/ENVIRONMENT/STOPANDSTART/STOPANDSTART.htm>, consultado em 28/03/2009
- http://rb-kwin.bosch.com/es/es/automotivetechnology/overview/newsspecial/startstopp_startermotor/index.html, consultado em 28/03/2009
- <http://rb-kwin.bosch.com/es/es/powerconsumptionemissions/gasolinesystems/startstopfunction/startstopssystem.html>, consultado em 28/03/2009
- <http://www.jaccars.com/modules/news/article.php?storyid=99>, consultado em 28/03/2009
- http://img.ihned.cz/attachment.php/990/18646990/wnA5WxCuf8IGa79pMU2vDP1HqmlVFyT6/2.verze_-_na_v_b_r.jpg, consultado em 29/03/2009
- http://www.cochenet.com/sabelotodo/articulos/bmw_auto_start_stop/bmw_auto_start_stop.htm, consultado em 30/03/2009
- <http://www.epa.gov/OMS/models/analysis/biodsl/p02001.pdf>, consultado em 07/05/2009
- <http://www.ipv.pt/millenium/Millenium29/21.pdf>, consultado em 07/05/2009
- <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000374358>, consultado em 07/05/2009
- http://www.bmw.es/es/es/insights/technology/efficient_dynamics/phase_2/technologies/auto_start_stop.html, consultado em 28/06/2009
- <http://www.bmw.es/es/es/newvehicles/1series/3door/2007/carconfigurator/configurator.html>, consultado em 29/06/2009
- <http://www2.toyota.co.jp/en/tech/environment/ths2/speci.html>, consultado em 20/04/2009
- http://www.vector.com/vi_canoe_en.html, consultado em 02/07/2009



FEUP



SEAT

Estudo e Análise do Sistema de Arranque e Paragem Automática do Motor no Automóvel.



ANEXO A: Relatório de Resultados do Laboratório de Emissões. Ensaio SEAT Altea com Start-Stop

Laboratorio de Emisiones		Informe de Resultados		SEAT Centro Técnico				
Fecha Ensayo 09-Jul-2009		Hora Ensayo 14:46		EA 51182 SE35x Implanta				
Ensayo Tipo EURO3		Opciones: Bolsas, Modal Diluido, Particulas		Venturi: 6 m ³ /min				
Ensayo número 200907090204		Driving Errors 0 s		Tipo Comb. DIESR_E2005_20060705				
Celda número 2		Modelo Vehículo SE352ALTEA XL		Peticionario 09_166_Mario L				
Modelo Vehículo SE352ALTEA XL		Num. Bastidor 5PZAR000161		Operador TERRERO				
Id.CT/Matricula 1824002		Modelo Simulado SE359_1_2_PA		Dens.Comb.kg/l 0.836				
Tipo Motor 1.6 TDI CR 077 CAYC EU5		Inercia 1590 kg		Aceite Motor SAE 0W30				
Tipo Cambio MQ5_F		F0: 123 V0: 144		Aceite Cambio SAE75EPM				
Pres. Neumát 205/55R16 3bar		F1: 0.37 V1: -0.15		EPROM 5283				
Temp. Inicial 25.0		F2: 0.0339 V2: 0.0044		Tipo Cat. SERIE				
Normativa EU4		Vehic/Cata(km) 4000		Final Test(km) 3416				
Comentarios		Valor MFA 6.4/5.3						
Condiciones de Ensayo		Fase 1	Fase 2	Firma Operador				
Pres.Atm [kPa]	100.3	100.3						
Temperatura [°C]	22.0	24.2						
Humedad rel. [%]	62.6	57.9						
Humedad Abs. [g/kg]	10.392	10.945						
Factor corr. NOx	0.9896	1.0078						
Vmix 0 °C [m ³]	72.802	37.264						
Factor Dilución	28.57	12.09						
Distancia [km]	3.909	6.853						
DGM Vol 0 °C [lit]	410.9	208.3						
Temp. Max. Túnel [°C]	28.8	30.9						
Integrador (litC3)	0.347	0.122						
Lectura de Bolsas								
Fase 1	THC(ppmC)	CO(ppm)				NOx(ppm)	CO2(%)	
Rango análisis	300.0	50.0				10.0	1.0	
Concentr. Sniff		21.017	5.547	0.465				
Concentr. Muestra	13.333	20.866	5.702	0.466				
Concentr. Ambiental	5.027	0.379	0.080	0.052				
Concentración Neta	8.483	20.500	5.625	0.415				
Fase 2								
Rango análisis	300.0	50.0	10.0	3.0				
Concentr. Sniff		0.526	8.003	1.099				
Concentr. Muestra	9.129	0.653	9.279	1.108				
Concentr. Ambiental	4.569	0.502	0.073	0.054				
Concentración Neta	4.938	0.192	9.212	1.059				
Resultado de Emisiones								
	THC	CO	NOx	THC+NOx	PARTIC	CO2 [g/km]		
Fase 1 [mg/km]	98	477	213	310	0	151.9 g/km		
Fase 2 [mg/km]	17	1	103	120	0	113.1 g/km		
Total [mg/km]	46	174	143	189	0	127.2 g/km		
Consumos		l/100km	lit					
	Urbano	5.77	0.226					
	Extraurbano	4.27	0.292					
	Total	4.81	0.518					



FEUP



SEAT


Estudo e Análise do Sistema de Arranque e Paragem Automática do Motor no Automóvel.



ANEXO B: Relatório de Resultados do Laboratório de Emissões. Ensaio SEAT Altea sem Start-Stop

Laboratorio de Emisiones

Informe de Resultados



Fecha Ensayo 15-Jul-2009
 Hora Ensayo 14:57
 EA 51182 SE35x Implantación para Euro5 (Diesel B0)

Ensayo Tipo EUROS3	Opciones: Bolsas, Modal Diluido, Particulas
Ensayo número 200907150204	Venturi: 6 m3/min
Celda número 2	Driving Errors 0 s

Modelo Vehiculo SE352 ALTEA XL	Peticionario 09_166_Mario L	Tipo Comb. DIESR_E2005_20060705
Num. Bastidor SPZAR000161	Operador TERRERO	Dens.Comb.kg/l 0.836
Id.CT/Matricula 1824002	Modelo Simulado SE359_1_2_PA	Azufre 9.3 ppm
Tipo Motor 1.6 TDI CR 077 CAYC EU5	Inercia 1590 kg	Aceite Motor SAE 0W30
Tipo Cambio MQ5_F	F0: 123	Aceite Cambio SAE75EPM
Pres. Neumát 205/55R16 3bar	V0: 144	EPROM 5283
Temp. Inicial 24.0	F1: 0.37	V1: -0.15
Normativa EU5	F2: 0.0339	V2: 0.0044
Comentarios		Tipo Cat. SERIE
		Vehic/Cata(km) 4000
		Final Test(km) 3441
		Valor MFA 6.9/5.6

Condiciones de Ensayo	Fase 1	Fase 2	
Pres.Atm [kPa]	100.1	100.1	Firma Operador
Temperatura [°C]	21.6	23.1	
Humedad rel. [%]	55.9	51.8	
Humedad Abs. [g/kg]	9.027	9.202	
Factor corr. NOx	0.9475	0.9527	
Vmix 0 °C [m3]	72.812	37.370	
Factor Dilución	26.42	12.29	
Distancia [km]	3.974	6.871	
DGM Vol 0 °C [lit]	406.3	206.5	
Temp. Max. Túnel [°C]	32.5	32.9	
Integrador (litC3)	0.375	0.109	

Lectura de Bolsas	THC(ppmC)	CO(ppm)	NOx(ppm)	CO2(ppm)
Fase 1				
Rango análisis	300.0	50.0	10.0	1.0
Concentr. Sniff		27.338	6.130	0.502
Concentr. Muestra	14.377	27.055	5.973	0.503
Concentr. Ambiental	4.362	1.011	0.047	0.052
Concentración Neta	10.181	26.082	5.929	0.453
Fase 2				
Rango análisis	300.0	50.0	100.0	3.0
Concentr. Sniff		1.624	11.141	1.065
Concentr. Muestra	8.188	1.601	9.643	1.089
Concentr. Ambiental	4.347	0.960	0.049	0.052
Concentración Neta	4.195	0.719	9.598	1.041

Resultado de Emisiones	THC	CO	NOx	THC+NOx	PARTIC	CO2 [g/km]
Fase 1 [mg/km]	115	597	211	326	1	163.0 g/km
Fase 2 [mg/km]	14	5	102	116	0	111.2 g/km
Total [mg/km]	51	222	142	193	0	130.2 g/km

Consumos	l/100km	lit.
Urbano	6.20	0.246
Extraurbano	4.20	0.288
Total	4.93	0.535

Observaciones Post Test : Sin star/stop



FEUP



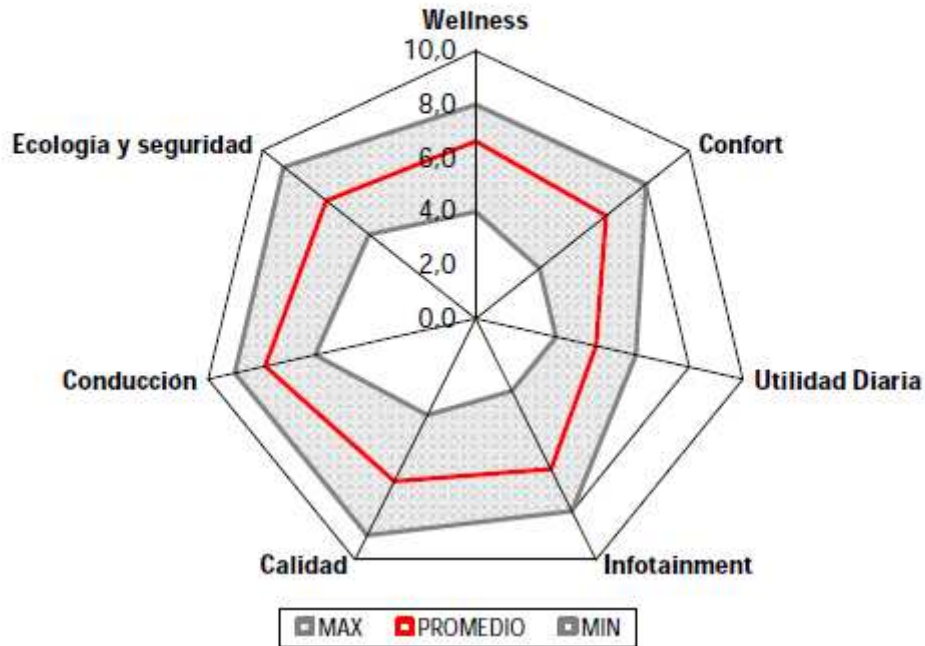
SEAT

Estudo e Análise do Sistema de Arranque e Paragem Automática do Motor no Automóvel.



ANEXO C: BMW 118d - Resultado do Questionário de Condução

RESULTADOS CUESTIONARIO CONDUCCIÓN BMW Serie1 118d 3p



Total encuestados: 8

A destacar de: **BMW Serie1 118d 3p**

- Calidad volante excepcional**
- Buen comportamiento dinámico**
- Buen equipo de sonido**
- Pocos ablages**
- Asientos algo estrechos**
- Vibraciones palanca cambio elevadas**
- Vibraciones del volante**