



Utilização do Gás Natural em Veículos Pesados de Passageiros

Autocarros MAN NL 233 CNG

Nuno Miguel Costeira da Rocha
Departamento Técnico do Produto
MAN Veículos Industriais (Portugal) Soc. Unip., Lda
Avintes, 16 de Janeiro de 2001
ncr@man.pt

Introdução

Durante os últimos anos as questões ambientais têm vindo a ganhar importância em todas as áreas de actividade.

Grandes reuniões e cimeiras internacionais têm sido utilizados para a realização de debates e trocas de ideias, assim como para algumas tomadas de decisão.

Aliados aos problemas ambientais surgem os, se assim poderão ser chamados, problemas energéticos, mais especificamente a racionalização de recursos e procura de energias alternativas.

Com base nas reflexões e soluções apontadas, todos os intervenientes devem apresentar as suas propostas de forma a minorar impactos ambientais, mas que ao mesmo tempo venham contribuir para um avanço da técnica e da melhoria do serviço prestado.

Assim esta pequena dissertação pretende, no âmbito da visita à Recolha de Francos dos STCP e autocarros a gás natural, esclarecer os presentes sobre o funcionamento dos autocarros MAN NL 233 CNG, tecnologia empregue, assim como dos benefícios decorrentes da utilização deste tipo de veículos e combustível.



Fotografia 1 – Autocarro NL 232 CNG, Porto

Ambiente e energia

A qualidade do ar que se respira em algumas cidades europeias tem vindo a diminuir, atingindo actualmente em algumas delas, não sendo as cidades portuguesas excepção, níveis já considerados assustadores.

Aliada à descida da qualidade do ar verifica-se também um incremento do consumo de energia. Consumo este baseado em energias de origem fóssil e não renováveis, cujo nível de reservas tende a diminuir.

Há assim necessidade de encontrar soluções que, por um lado contribuam para a redução das emissões poluentes e por outro apresentem novas respostas no campo energético, nomeadamente a utilização de energias alternativas.

No âmbito de vários programas europeus, nacionais ou mesmo locais, têm vindo a ser testadas várias soluções. Em todas elas há um denominador comum, o incentivo à utilização de transportes públicos e em especial, veículos que utilizem combustíveis alternativos.

No campo dos combustíveis alternativos há um que se destaca – o gás natural.

Uma das razões principais para este destaque é o facto de, em comparação com outras tecnologias de combustíveis alternativos, a tecnologia ligada ao gás natural ser já uma tecnologia testada e com um elevado nível de fiabilidade, oferecendo grandes níveis de confiança aos operadores.

No campo ambiental e energético as vantagens também são visíveis.

Para compreender melhor as vantagens a nível ambiental e energético dos motores a gás natural vamos compará-los com o motor diesel.

	Total Poço-Tanque	Motor	Trans. e Aux.	Corre. Peso	Total Veículo	Total Poço-Roda
Motores Autocarros		%			%	%
Diesel	0.901	35	0.84	1.00	29.4	26.5
CNG	0.86	32	0.84	0.97	26.1	22.4
LPG	0.887	29	0.84	1.00	24.4	21.6

Tabela 1 – Rendimento “poço-roda” para diferentes combustíveis

O motor diesel apresenta rendimentos elevados e uma fiabilidade comprovada, sendo por estes motivos o tipo de propulsão omnipresente nos veículos pesados.

Na tabela 1 podemos encontrar uma comparação entre os rendimentos totais, desde a extracção até à utilização, que poderemos chamar de “rendimento do poço à roda”, de vários combustíveis utilizados em veículos pesados de passageiros.

Verifica-se que o gás natural apresenta um rendimento quase idêntico ao diesel se compararmos o percurso desde a extracção até ao tanque do veículo. É na segunda parte que o gás natural perde em relação ao diesel, apresentando um rendimento final cerca de 15% inferior.

Podem ser apresentadas duas razões para este valor, por um lado os motores a gás natural funcionam segundo o ciclo Otto, ciclo este que apresenta um rendimento inferior em comparação com o ciclo diesel. Outra razão é o diferente nível tecnológico dos motores. Estamos a comparar motores diesel plenamente estudados e otimizados, com outros, que no caso dos veículos pesados, têm por base blocos de motores diesel, necessitando ainda de ser aperfeiçoados.

Se no valor de rendimento os motores a gás natural estão em ligeira desvantagem, no campo ambiental são largamente vencedores.

Combustível	Autocarro Urbano	
	(g/km)	Relação
Diesel	1 600	1
Propano	1 500	0.94
Gás Natural	1 400	0.88

Tabela 2 – Gases causadores do efeito estufa através de toda a cadeia do combustível (CO₂ equivalentes, gramas por quilómetro e relativo)

Na tabela 2 podemos verificar que as emissões de gases causadoras do efeito de estufa são 12% inferiores quando se compara o gás natural e o diesel.

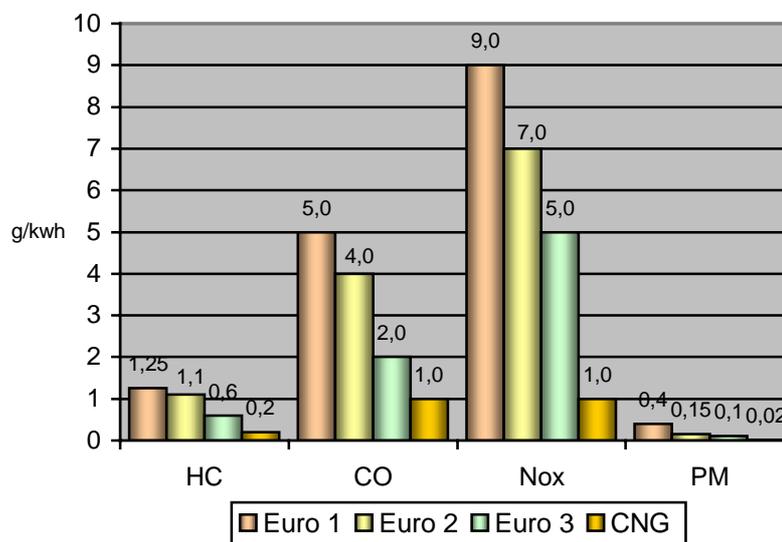


Gráfico 1 – Emissões de gases de escape motor E 2866 DUH

O gráfico 1 apresenta o comparativo entre as emissões de um motor CNG e as normas europeias de emissões de gases de escape.

Verifica-se que os valores do motor CNG cumprem com todas as normas em vigor e estão mesmo abaixo das normas futuras.

Refira-se também um estudo da Agência Federal Alemã do Ambiente – Umweltbundesamt (UBA) acerca do potencial cancerígeno dos gases de escape de autocarros diesel e gás natural. De acordo com o estudo um motor diesel convencional é cerca de 100 vezes mais prejudicial do que um a gás natural. Para motores Euro 3, norma que entrou recentemente em vigor, esta relação desce para 25 vezes. Um desempenho por parte dos motores diesel comparável aos dos motores a gás natural só é conseguido com a utilização por parte dos motores diesel de filtros de partículas, no entanto o risco ainda é 4 vezes superior.

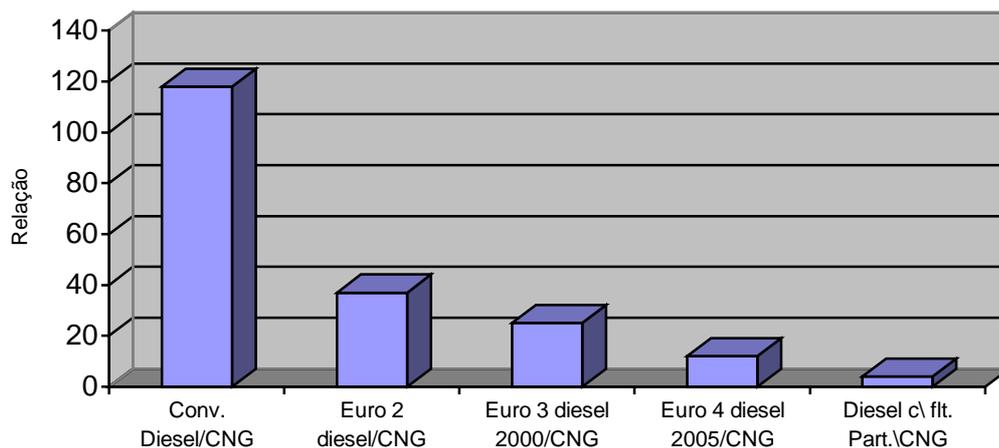


Gráfico 2 – Comparação do potencial cancerígeno das emissões de um autocarro diesel/CNG

Depois desta análise pode concluir-se que em termos ambientais os motores a gás natural são os vencedores, apresentando hoje níveis de emissões que só poderão ser igualados pelos motores diesel daqui a alguns anos e só quando estes últimos estiverem equipados com filtros de partículas e outros mecanismos de tratamento.

Os autocarros a gás natural são hoje a solução indicada, contribuindo para a resolução de problemas ligados à qualidade do ar das cidades e centros urbanos.

Gás Natural – A Solução

Como visto no capítulo anterior, há fortes razões para a utilização do combustível gás natural em veículos pesados que realizem serviço no interior de cidades e centros urbanos.

De seguida serão abordados outros aspectos a ter em consideração.

Economia e reservas

Segundo dados da firma BP há uma estimativa de fornecimento de gás natural, mantendo-se os níveis de consumo actuais, de cerca de 62 anos. No mesmo estudo pode-se verificar que a estimativa de fornecimento de petróleo é de 41 anos.

No entanto estes valores, no caso do gás natural podem ser estendidos.

O gás natural é conhecido geralmente como um combustível fóssil, contudo, o metano, principal constituinte do gás natural, pode ser produzido a partir de resíduos agrícolas, desperdícios e resíduos urbanos. Este bio-gás pode jogar um papel importante no sistema de reciclagem de resíduos urbanos, produzindo-se assim combustível para veículos urbanos a gás natural. Este método está a ser aplicado com sucesso na Suécia e em França. Podendo em alguns casos, por exemplo organismos dedicados à recolha de resíduos sólidos, haver uma auto-suficiência em termos de combustível.

Em termos de custo e comparando com outros combustíveis tradicionais, gasolina e diesel, o gás natural pode apresentar um preço entre 15 a 40% inferior.

Outro factor a ter em consideração quando se fala em economia são os custos de manutenção.

Devido à queima limpa característica deste combustível, as exigências de manutenção são menores. Os intervalos de manutenção são mais espaçados, contribuindo para um aumento do tempo de vida, sendo assim os custos de manutenção inferiores.

Um factor importante, do ponto de vista de gestão e administração de frotas, tem a ver com o facto de, ao contrário dos combustíveis líquidos, não ser possível extrair combustível dos reservatórios, tornando assim impossível o seu roubo.

Emissões

Como já visto anteriormente os veículos a gás natural emitem consideravelmente menos poluentes que os seus congéneres que utilizam diesel ou gasolina. É um combustível isento de chumbo, não contém óxidos de enxofre ou partículas.

Os veículos a gás natural cumprem todos os padrões de emissões europeus e americanos. Emissões específicas dependem de diferentes factores, no entanto, podem ser esperadas reduções com os seguintes valores:

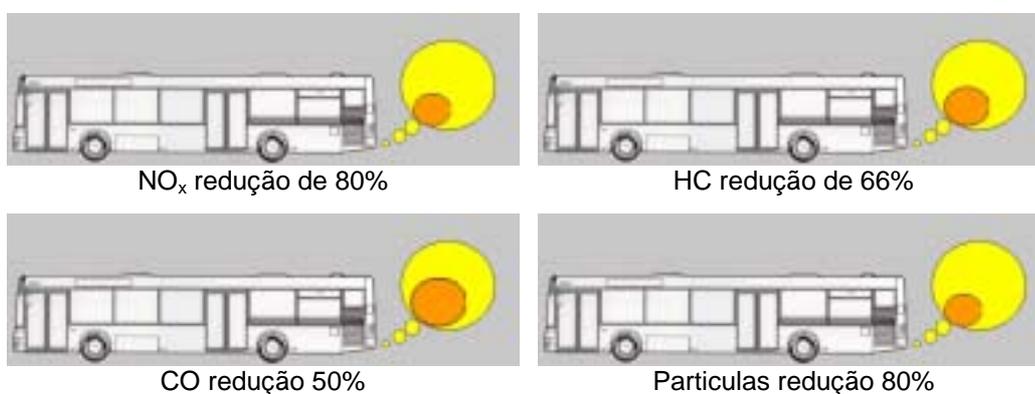


Gráfico 3 – Redução das emissões motor diesel Euro 3/ motor CNG

O gás natural é o mais limpo combustível alternativo. Não é tóxico nem corrosivo e não contamina as águas do solo.

Segurança

Os veículos a gás natural geram uma certa desconfiança em parte devido a uma imagem, infundada, de serem veículos pouco seguros. No entanto a experiência e as características físicas do combustível demonstram que o gás natural é mesmo mais seguro que o uso de gasolina ou diesel.

O gás natural, ao contrário dos outros combustíveis líquidos (gasolina, diesel ou GPL), dissipa-se no ar em caso de fuga. Assim na ocorrência de um acidente não há derramamento de combustível para o solo não havendo assim perigo de ignição de incêndios. Também pelo facto de o gás natural ser menos denso que o ar não é feita nenhuma restrição ao estacionamento de veículos a gás natural em parques subterrâneos.

Aliado a este facto, de o gás natural ser menos denso que o ar, apresenta uma alta temperatura de ignição, próxima dos 700 °C, relativamente aos 310 °C da gasolina. Tem também uma faixa de inflamabilidade estreita, ou seja é necessário concentrações de ar entre 5% a 15% para que haja ignição espontânea. Estes dois factos, alta temperatura de ignição e uma amplitude de inflamabilidade reduzida, tornam muito improvável qualquer ignição ou combustão accidental.

Níveis de utilização

O gás natural ocupa um lugar destacado entre as várias fontes de energia primárias. A nível mundial ocupa o terceiro lugar, imediatamente atrás do carvão e do petróleo, enquanto que na Europa ocupa o segundo lugar, sendo só suplantado pelo petróleo.

No tocante a veículos movidos a gás natural, circulam neste momento mais de 1 milhão de veículos a gás natural em todo o mundo. Havendo aproximadamente 4000 postos de abastecimento.

Pais	Nº. Veículos	Postos de abastecimento	Data
Argentina	462 186	830	Mai. 00
Itália	320 000	320	Ago. 00
EUA	90 000	1 250	Ago. 00
Brasil	60 000	55	Ago. 00
Rússia	30 000	208	Ago. 00
Venezuela	27 542	151	Ago. 00
Canadá	20 505	222	Ago. 00
Egipto	19 000	35	Ago. 00
Nova Zelândia	12 000	100	Ago. 00
Índia	10 000	11	Ago. 00
China	6 000	70	Ago. 00
Japão	5 684	107	Jul. 00
Alemanha	5 000	110	Ago. 00
Bolívia	4 860	17	Ago. 00
Colômbia	4 500	22	Ago. 00
Paquistão	4 000	30	Ago. 00
Trinidad e Tobago	4 000	12	Ago. 00
Malásia	3 700	17	Ago. 00
França	3 309	105	Ago. 00
Indonésia	3 000	12	Ago. 00
Chile	2 000	5	Ago. 00
Suecia	1 500	22	Ago. 00
Austrália	1 000	35	Ago. 00
México	1 000	5	Ago. 00
Bangladesh	1 000	5	Ago. 00
Reino Unido	835	18	Ago. 00
Irão	800	2	Ago. 00
Holanda	574	27	Ago. 00
Espanha	300	6	Ago. 00
Bélgica	300	5	Ago. 00
Suiça	270	14	Ago. 00
Portugal	87	2	Dez. 00
Outros	805	44	Ago. 00
Total	1 105 757	3 874	

Tabela 3 - Número de veículos a gás natural no mundo (Dados IANGV)

Utilizadores potenciais

Esta tecnologia tem-se vindo a afirmar com um sucesso elevado em frotas com características bem determinadas, como por exemplo os transportes públicos de passageiros, pesados de recolha de resíduos sólidos urbanos, veículos para trabalhos municipais, entre outro tipo, sendo pois na Europa as frotas de veículos operadas pela industria, governos nacionais ou regionais os mais fortes candidatos ao uso de gás natural.

Para além deste tipo de utilização em veículos de frotas e comunitários, em países com uma rede de abastecimento mais alargada o uso em veículos particulares é já uma realidade.

Veículo – MAN NL 233 CNG

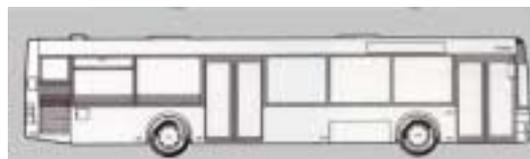
Num primeiro olhar poucas diferenças existem entre este modelo e um veículo normal com motor diesel. No entanto há uma que facilmente se destaca, os reservatórios de gás natural colocados no tejadilho do autocarro.

No entanto existem outras diferenças:

- Sistema de enchimento;
- Tubagens, filtros e válvulas de segurança;
- Sistema de injeção e ignição;
- Motor funcionando segundo o ciclo Otto.



Autocarro NL 233 CNG



Autocarro NL 233 Diesel

Sistema de gás natural

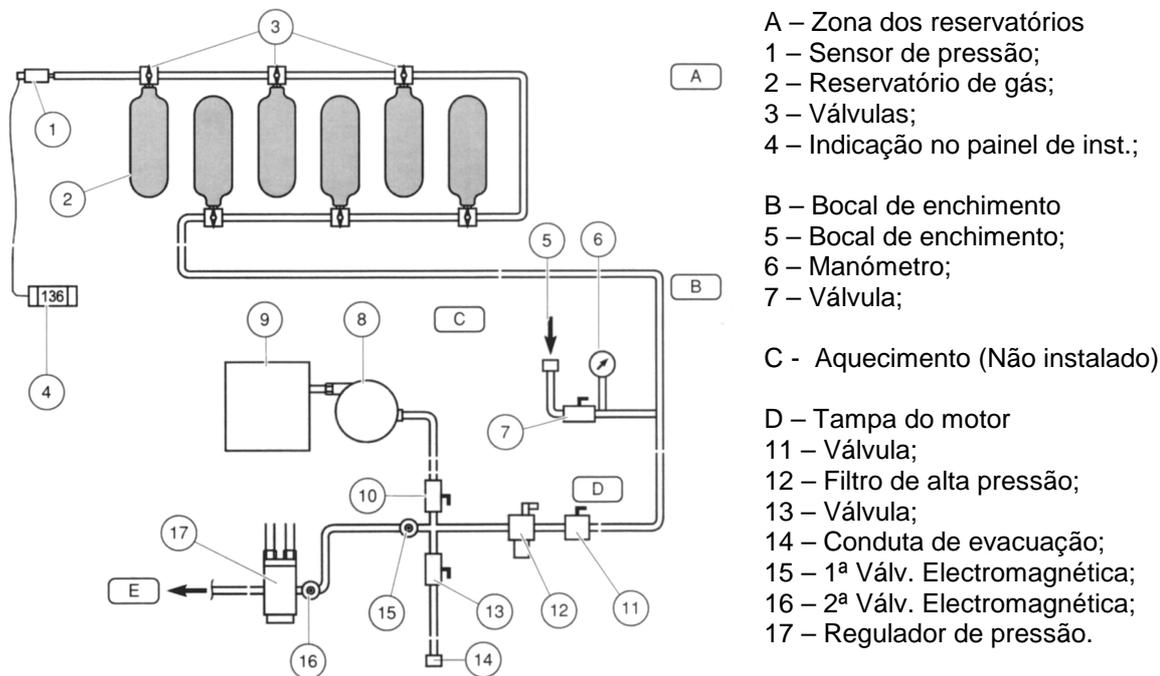
Uma das principais diferenças, para um autocarro com motor diesel, é o sistema de gás natural.

O gás natural é comprimido até uma pressão de 200 bar e armazenado em 8 reservatórios que, como já referido anteriormente, se encontram colocados no tejadilho do autocarro. O enchimento é realizado através de um bocal que se encontra localizado na proximidade da porta dianteira.

Os 8 reservatórios armazenam um total de 1 120 litros, conseguindo-se autonomias que podem variar entre os 300 e os 400 km, com consumos da ordem dos 60 m³/100 km.

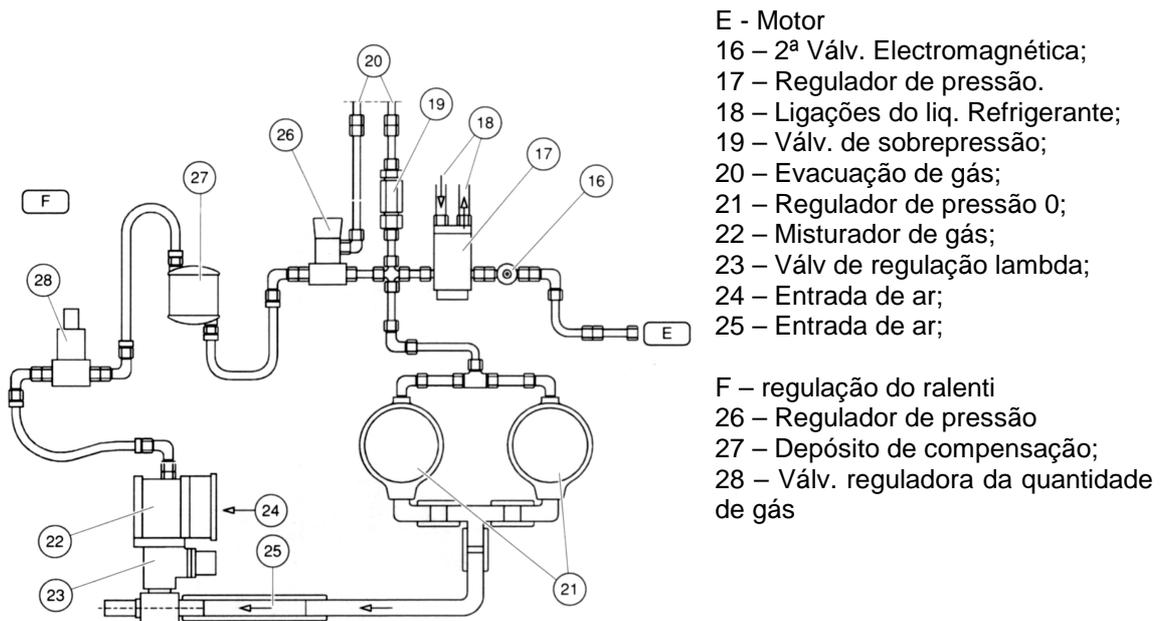
O sistema de gás natural pode ser dividido em duas secções, respectivamente, a secção de alta pressão e baixa pressão.

O esquema 1 descreve a secção de alta pressão do sistema. Dela fazem parte: os reservatórios, bocal de enchimento, sistema de aquecimento, válvulas de fecho e de segurança.



Esquema 1 – Sistema de gás, alta pressão

No esquema seguinte, esquema 2, encontra-se representada a secção de baixa pressão. Esta secção encontra-se já no interior do compartimento do motor e uma das suas funções é o controlo da quantidade de gás que se encontra na mistura ar\combustível. Desta secção fazem parte: regulador de pressão (200 bar para 7 bar), regulador de pressão de ralenti (7 bar para 3 bar), regulador de pressão 0, válvulas de regulação e controlo, válvulas de segurança.



Esquema 2 – Sistema de gás, baixa pressão

O gás chega a esta secção vindo da instalação do bocal de enchimento a uma pressão de 200 bar. Depois de uma válvula electromagnética de fecho, só permite a passagem de gás após ser activado o motor de arranque, encontra-se o regulador de pressão. Neste componente o gás é descomprimido, passando de uma pressão de 200 bar para uma pressão de 7 bar. Dado tratar-se de uma descompressão com uma diferença elevada entre o valor inicial e final há o risco de formação de gelo. Para eliminar esse risco, o regulador de pressão é aquecido pelo liquido de refrigeração do motor.

De seguida o gás flui até aos reguladores de pressão 0 e ao sistema de regulação do regime de ralenti.

Os reguladores de pressão 0 encontram-se em posição paralela e diminuem a pressão de modo que na tubagem de admissão tenha um valor nulo. A partir daqui o gás entra no motor por efeito da aspiração, sendo a quantidade regulada por uma válvula de passo e pela válvula de regulação lambda.

Para a regulação da mistura em regime de ralenti para os diferentes estados de carga o gás vindo do regulador de pressão circula através do regulador de pressão

do regime de ralenti e de um depósito de compensação até à válvula reguladora da quantidade de gás.

Funcionamento do motor

Os motores a gás natural MAN, motores E 2866, baseiam-se no conhecido motor diesel D 2866 de seis cilindros em linha, com 12 litros de cilindrada.

Estes motores estão disponíveis em duas versões: vertical e horizontal. Sendo a primeira utilizada na propulsão de veículos municipais e a segunda, a versão horizontal, utilizada nos autocarros de piso rebaixado.



Fotografia 2 – Motor E 2866 (montagem vertical)

O motor apresenta uma potência máxima de 170 kW (231 CV) e um binário máximo de 860 Nm, disponível já às 1000 rpm. Um valor particularmente vantajoso para a utilização urbana com paragens e arranques frequentes.

Com o intuito de redução dos custos de produção, foram utilizados na versão a gás natural o maior número possível de componentes da versão Diesel, no entanto e como já visto anteriormente, devido à utilização do ciclo Otto houve necessidade de proceder à alteração dos sistemas de injeção e ignição e também à adopção de um sistema de refrigeração do colectador de escape.

O motor funciona com uma relação estequiométrica de combustível ($\lambda=1$). Este tipo de regulação apresenta algumas vantagens.

Permite a obtenção de gases de escape com valores mínimos de emissões de substâncias contaminantes - NO_x, CO, HC e partículas.

O motor apresenta um funcionamento estável e suave, alcançando, desde velocidades baixas, uma aceleração rápida e apresentando uma curva de binário constante.

Para finalizar um motor com regulação estequiométrica requer um sistema de ignição menos exigente em comparação com outros sistemas.

Segurança

A instalação de gás de alta pressão desenvolvida para os autocarros de piso rebaixado **MAN** teve em atenção as normas de segurança existentes para este tipo de equipamentos, cumprindo-as e superando-as.

Os reservatórios de alta pressão são fabricados em aço, tendo um revestimento de fibras, que suportam uma pressão de 500 bar e oferecem uma segurança de rebentamento superior a 1 000 bar, tendo sido submetidos a longos ensaios de rebentamento, transferência e envelhecimento. Dada a estrutura de aço, não há risco de explosão dos reservatórios, no caso de rotura.



Fotografia 3 – Reservatórios de gás

Todos os componentes utilizados cumprem e ultrapassam todas as normas em vigor, no tocante à estanquicidade e resistência. Para as tubagens são utilizados tubos de aço fino sem costura, com comprovativo DIN.

Os elementos de segurança mais importantes, as válvulas de bloqueio dos depósitos, integram montagens de segurança testadas e com aprovação TÜV, assim como o limitador de fluxo e as protecções térmicas em caso de incêndio. Estes elementos de segurança devem actuar para casos em que sejam atingidas temperaturas superiores a 100 °C.

As funções de segurança devem impedir a fuga de uma quantidade de gás elevada dos reservatórios para a atmosfera. No caso de incêndio, são evitadas descidas

abruptas de pressão dos reservatórios, dado que esse facto contribui para o não reabastecimento.

No entanto, como já visto anteriormente, dado que o gás natural é menos denso que o ar, no caso da ocorrência de uma fuga, o gás irá subir. Uma mistura inflamável de gás e ar não se forma, pois o gás é rapidamente rarefeito.

MAN - O meio ambiente é a nossa prioridade

Os motores a gás sempre foram de predominante importância para a MAN Nutzfahrzeuge AG. Resultam de procura, por parte da MAN, de combustíveis alternativos para veículos industriais, assim como da redução das emissões de gases de escape poluentes.

À mais de um quarto de século que a tecnologia é utilizada com êxito na cidade austríaca de Viena. Aí motores a Gás de Petróleo Liquefeito (GPL) são utilizados demonstrando uma grande fiabilidade e aptidão para o exigente trabalho diário.

Foi já na primavera de 1991, durante a feira de veículos de Bruxelas, que a MAN apresentou um protótipo de um camião para aplicação municipal, movido a Gás Natural Comprimido (CNG). Com esta apresentação a MAN assume um papel pioneiro na introdução de combustíveis alternativos.

Nos anos seguintes vai-se assistir à aplicação desta tecnologia também ao sector de transporte de passageiros.

O primeiro autocarro de linha urbano foi apresentado em 1992. Trata-se de um autocarro MAN SL 202, que entrou ao serviço da empresa Verkehrs Aktiengesellschaft Nürnberg (VAG), em Março de 1992. O veículo provou a sua eficiência desde o momento inicial.



Fotografia 4 – Autocarro CNG, Alemanha

Seguiram-se mais apresentações a diversas empresas de transporte, por exemplo, a BVG de Berlim, onde o modelo SL 202 foi submetido a testes mais prolongados no Outono de 1993.

Mas a utilização deste veículos não fica confinada à Europa. Por todo o mundo podem encontrar-se veículos a gás MAN, por exemplo nas cidades australianas de Adelaide, Brisbane e Sidnei, na Nova Zelândia em Auckland, na Tailândia em Bangkok, assim como em Bruxelas ou Amesterdão.



Fotografia 5 – Autocarro CNG, Austrália

Após o sucesso alcançado, foi proposto aos técnicos da MAN uma meta mais ambiciosa. A concepção e projecto de um veículo urbano de piso rebaixado.

Neste caso, e como evolução em relação ao modelo SL 202 onde os reservatórios foram colocados sob o soalho do veículo, estes para o novo modelo, tendo em consideração o espaço livre assim como a segurança, foram montados sobre o tejadilho.

A solução encontrada para o desenho do revestimento dos reservatórios permitiu obter um veículo com uma grande harmonia estética.

Como visto anteriormente estes veículos têm uma função ecológica, permitindo reduzir, especialmente em zonas de grande aglomeração de tráfego, as emissões de gases de escape contribuindo assim para uma melhoria das condições ambientais.

Para além da redução das emissões de substâncias contaminantes, a redução das emissões sonoras e ruído também têm sido alvo de exigências, cada vez mais elevadas. Neste campo os motores a gás apresentam também mais valias importantes. Ao utilizarem o ciclo de combustão Otto, conhecido pela sua maior suavidade em comparação com o motor Diesel, fruto de pressões de funcionamento mais reduzidas e taxas de compressão inferiores. Se aliarmos o facto de os motores a gás trabalharem com inflamação livre, obteremos então uma combustão suave e um trajecto tranquilo, tornando assim a viagem numa experiência agradável.

MAN em Portugal - Transportamos a todo o gás!

Nos últimos anos tem vindo a assistir-se em Portugal a uma maior consciência ambiental por parte da população em geral. No mesmo período procedeu-se à introdução e construção da rede distribuidora de gás natural, estendida a todo o território nacional. Este dois factores conduziram a uma opção lógica, a utilização de veículos a gás natural para uso nos transportes públicos.

Para além de factores económicos existem ainda fortes vantagens ecológicas. É assim claro verificar o quanto há a ganhar com a utilização de frotas de veículos movidos a gás natural.

Com a utilização de autocarros urbanos a gás natural, devido às suas características, são também satisfeitos os desejos dos utentes, especialmente:

- conforto e suavidade de viagem;
- fácil acesso, fruto da utilização de piso rebaixado;
- uma atmosfera agradável e cómoda;
- ausência de fumos e cheiros desagradáveis, comuns em algumas unidades com motor diesel em operação nas cidades portuguesas.

O Ambiente é a nossa prioridade

Há mais de um quarto de século que a MAN se tem empenhado na pesquisa e desenvolvimento de soluções mais ecológicas. Numa primeira fase através da utilização de motores a GPL – Gás de Petróleo Liquefeito, e desde há uma década com a sua gama de produtos a CNG – Gás Natural Comprimido.

Também em Portugal este tema não é novidade para a MAN. A MAN foi pioneira ao ser a primeira marca em Portugal a ter homologado um veículo pesado de passageiros propulsionado a gás natural.

Em colaboração com entidades e empresas do sector dos transportes e energia, a MAN têm vindo a disponibilizar, desde finais de 1998, um veículo MAN NL 232, para assim poderem ser realizados testes práticos em condições normais de operação em várias cidades portuguesas.

As reacções dos utentes e dos operadores foram entusiásticas, tendo todas as partes, que até agora tiveram contacto com o produto, ficado muito agradadas com as características do veículo.

2000 – Já circulam 87!

Na primavera de 2000 procedeu-se à entrada em circulação das primeiras unidades a gás natural em Portugal.



Fotografia 6 – Autocarros MAN NL 233 CNG, STCP, Porto

Até ao final do ano 2000 entraram em circulação 87 unidades a gás natural, sendo 10 pertencentes à frota dos Transportes Urbanos de Braga – TUB e 77 integrantes da frota da Sociedade de Transportes Colectivos do Porto – STCP.

A implementação cada vez mais crescente do uso de gás natural por parte da população em geral, contribuirá para a desmistificação dos hipotéticos perigos deste combustível.

Também a tomada de consciência pela opinião pública de questões ambientais assim como notícias, algumas vezes alarmantes, sobre a qualidade do ar de algumas cidades portuguesas serão factores que levarão os consumidores a pressionarem os responsáveis políticos e agentes económicos a que sejam tomadas medidas no sentido de incentivar a adopção de soluções mais ecológicas.

O mercado português está ainda numa fase inicial de contacto com a nova tecnologia. Contudo, durante os próximos anos, irá assistir-se a uma forte implementação deste tipo de veículos nas frotas de transportes públicos das principais cidades portuguesas.

São assim boas as perspectivas de crescimento de vendas e utilização de veículos a gás natural.

Para além dos transportes públicos de passageiros uma área de forte potencial a ser explorado nos próximos anos é a gama de veículos para serviços municipais (recolha de resíduos, manutenção de estradas e arruamentos, etc). Verificando-se já por parte de alguns organismos municipais curiosidade e interesse em adoptar soluções desta natureza.



Fotografia 7 – Camião CNG de resíduos sólidos

Também neste campo a MAN encontra-se disponível a prestar qualquer esclarecimento e aconselhamento, oferecendo já hoje soluções testadas e prontas a entrar ao serviço.

Bibliografia

Nylund, Nils-Olof & Lawson, Alex. Exhaust Emissions From Natural Gas Vehicles, Issues related to engine performance, exhaust emissions and environmental impacts, IANGV Emission Report, 2000

Drewitz, Hans, Übergabe Müll-Lkw mit Erdgasantrieb an die Stadt Regensburg, MAN Nutzfahrzeuge AG, 1996

Natural-gas engines with closed-loop three-way catalytic converter for city buses and public-utility vehicles, MAN Nutzfahrzeuge AG, 1999

MAN's lean-burn natural gas engine with electronic gas blowing system and oxidising catalytic converter for exhaust-gas cleaning, MAN Nutzfahrzeuge AG, 1999

Reducing Barriers to Zero and low Emission Mobility, ZEUS Project, 2000

<http://www.erdgasfahrzeuge.de/>

<http://www.iangv.org/>

<http://www.ngvc.org/>

<http://www.engva.org/>

<http://www.stadtwerke.de/business/erdgas/kraftstoff.phtml>

<http://www.kraftstofferdgas.de/frameset.htm>

<http://www.gas.or.jp/ngve/index.html>

<http://www.ngv.org/>

<http://www.umweltbundesamt.de/>

<http://www.zeus-europe.org/>

New Solutions in Energy Utilisation, Comissão Europeia, 2000

Statistical review of world energy June 2000, BPAMOCO, 2000