



Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia
FEUP

Engenharia Mecânica



Construção de um banco de ensaios de motores de combustão interna até 5hp de potência

Orientador FEUP: Eng. José Luís Esteves

Ricardo Fernando Rodrigues Pinto
990504006

2005/2006

Financiamento FCT/POCI



União Europeia



Governo da República Portuguesa

Ciência.Inovação
2010

621(047.3)/
LEM
2006/PINr



Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia

FEUP

Engenharia Mecânica



Construção de um banco de ensaios de motores de combustão interna até 5hp de potência

Orientador FEUP: Eng. José Luís Esteves

Ricardo Fernando Rodrigues Pinto
990504006

2005/2006

Financiamento FCT/POCI



União Europeia



Governo da República Portuguesa

Ciência, Inovação
2010

621 1047.371 CE 2006 PINZ

NAME	DATE	TIME
105181	24	02
		10

Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas envolvidas neste estágio nomeadamente ao Engenheiro José Luís Esteves por todo o seu apoio e orientação. A sua dedicação e empenho foram o exemplo de um projecto bem sucedido. É, sem dúvida, um exemplo a seguir pois numa situação em que um aluno se defronta pela primeira vez com o cenário profissional é muito importante a relação professor aluno fora do meio académico.

Agradeço também ao POCI pela oportunidade que me proporcionou de ingressar na vida profissional de uma forma tão apelativa.

Resumo

Este relatório tem como objectivo descrever todas as etapas pelas quais o estágio passou bem como algumas considerações técnicas relativas ao trabalho desenvolvido no INEGI – Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial.

O principal objectivo deste estágio foi a construção de um banco de ensaios para motores com potências até 5hp de potência.

Este banco servirá para testar motores para a competição Shell Eco Marathon, que se realiza anualmente no circuito de Nogaro em França onde competem veículos motorizados (protótipos) cujo baixo consumo energético é o principal objectivo.

Este banco será constituído por um freio, ligado a um computador para aquisição de dados e definições de parâmetros de funcionamento do motor e pelo motor a testar, além de toda a estrutura de suporte.

O motor em teste foi o motor GX-25 da Honda com o objectivo de melhorar a sua eficiência energética para ser incluído no protótipo que compete na Shell Eco Marathon. Foram feitas medições sem alterar nada no motor a fim de verificar a fiabilidade/viabilidade do banco de ensaios. Os resultados foram comparados com os fornecidos pelo fabricante.

Concluída a fase de construção e teste do banco de ensaios foram efectuados testes com alterações ao motor (com a finalidade acima descrita).

Com este banco de ensaios é possível traçar curvas de potência, consumo e binário.

Índice

Agradecimentos	2
Resumo	3
1. Introdução	5
2. Projecto.....	7
2.1 Planeamento do projecto	7
Programa de trabalho	7
Cronograma	7
2.2 Reuniões de acompanhamento	8
3. Descrição técnica.....	9
3.1 Freio motor	9
3.2 Banco de ensaios.....	10
3.3 Motor de teste	11
3.4 Outros componentes	13
4. Resultados	14
5. Conclusões	16
6. Trabalhos futuros.....	18
7. Apreciação final	19
Bibliografia	20

1. Introdução

Com o aumento do consumo das energias derivadas do petróleo existe cada vez mais uma maior preocupação e consciencialização da problemática dos gases emitidos para a atmosfera por este tipo de combustível. Além disso a quebra na produção das energias de origem fóssil nos anos setenta nos Estados Unidos foi um bom indicador de que é preciso racionalizar e que provavelmente esta fonte de energia não é inesgotável. De facto cientistas prevêem que as reservas naturais de petróleo durem cerca de mais 30 a 40 anos.

Tendo como principal objectivo melhorar o consumo dos derivados do petróleo bem como estimular novas tecnologias foi criada em 1977 a competição Shell Eco Marathon cujo objectivo principal é minimizar o consumo de combustível sendo o vencedor o que perfaz mais quilómetros com um único litro de combustível. Sendo direccionada para todos os estudantes do mundo estes podem ter parcerias com algumas empresas ligadas ao ramo automóvel.

Todos os anos é realizada a prova no circuito de Nogaro em França no mês de Maio. Todos os veículos são protótipos construídos pelos participantes, hoje em dia já com diferentes tipos de combustível além da gasolina (como é por exemplo o caso do hidrogénio ou a energia eléctrica). Com o objectivo de melhorarem significativamente a sua performance os participantes envolvem-se em projectos que vão desde o desenho da carroçaria, optimização do motor e outros componentes tornando a competição uma montra de tecnologia por excelência.

Em parceria com o INEGI, a FEUP iniciou a sua participação nesta competição em 1994 desde então mostrando as novas tecnologias em desenvolvimento no nosso país. A luta pelos lugares de topo tem sido uma constante tendo já obtido um segundo e dois terceiros lugares.

Com o objectivo de continuar nos lugares de topo e lutar pela conquista da primeira posição este ano o veículo sofreu grandes alterações. Estas tarefas foram divididas por vários alunos que se inscreveram neste projecto.

A minha participação centrou-se na concepção de um banco de ensaios para testar motores de combustão interna até 5hp de potência.

2. Projecto

2.1 Planeamento do projecto

Todas as tarefas foram calendarizadas de acordo com os requisitos e objectivos do projecto. Sendo assim, o presente estágio respeita o programa de trabalho e respectivo cronograma:

Programa de trabalho

1. Revisão Bibliográfica;
2. Seleccionar o freio do motor a ser utilizado no banco de ensaios;
3. Projecto e fabrico da estrutura do banco de ensaios, montagem do freio motor e sensores de medida necessários;
4. Montagem e ensaio de um motor no banco de ensaios, traçado das curvas de binário, potência e consumo específico;
5. Análise de resultados e escrita do relatório final do estágio;

Cronograma

Tarefa	2005	2006				
	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI
1						
2						
3						
4						
5						

2.2 Reuniões de acompanhamento

Durante todo o estágio fui sempre seguido e supervisionado pelo orientador Exmo. Sr. Professor José Luís Esteves em reuniões quinzenais com a finalidade de verificar os resultados obtidos bem como definir novas estratégias e metodologias. Estas reuniões eram no gabinete do Exmo. Sr. Professor José Luís Esteves e nas mesmas estavam presentes também representantes das restantes tarefas a desenvolver para o bom resultado do projecto.

3. Descrição técnica

3.1 Freio motor

O primeiro passo foi escolher o freio motor (*Figura 3.1*) a ser utilizado no banco de ensaios. Esta peça é muito importante porque faz a comunicação entre a unidade de recolha de dados e definição de parâmetros de teste (computador) e o motor. Através do freio motor, são transferidos os esforços que colocaram o motor de teste em análise.

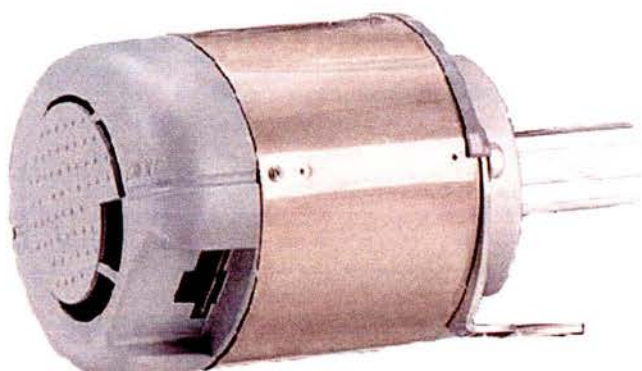


Figura 3.1 – Freio motor

Por motivos de refrigeração dos diferentes componentes foi necessário proceder-se à alteração da parte traseira onde estava colocada a ventoinha. Foi colocada uma nova feita em alumínio e maior (*Figura 3.2*).



Figura 3.2 – Freio motor com a nova ventoinha

3.2 Banco de ensaios

O banco de ensaios (*Figura 3.3*) foi construído utilizando vários materiais. A estrutura em ferro oferecia a rigidez necessária à estabilidade de todos os componentes. Outros materiais foram o alumínio (perfis), o contraplacado e o acrílico, estes por seu lado são bastantes versáteis permitindo a fixação dos diversos componentes à estrutura bem como facilitando a sua montagem e desmontagem.

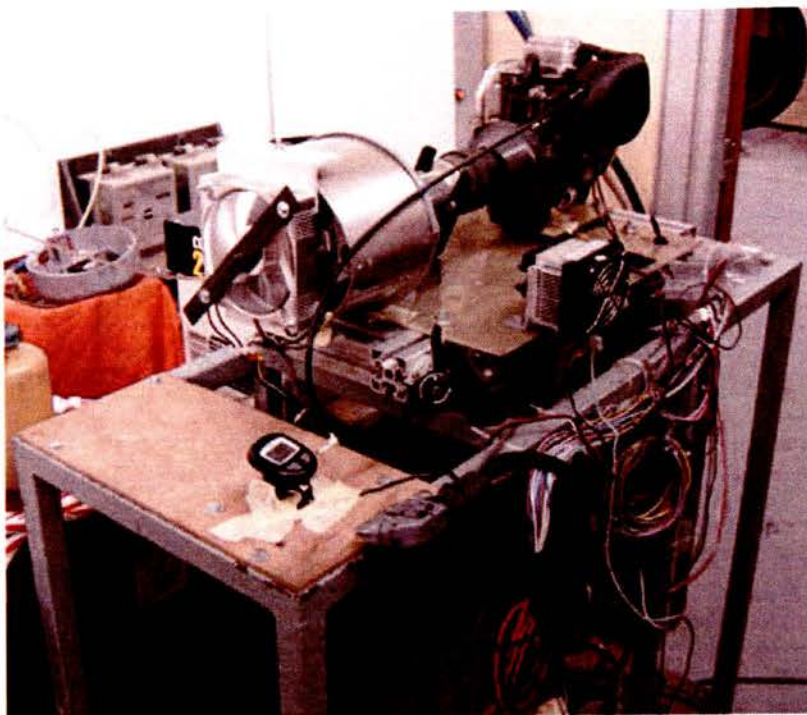


Figura 3.3 a – Banco de ensaios

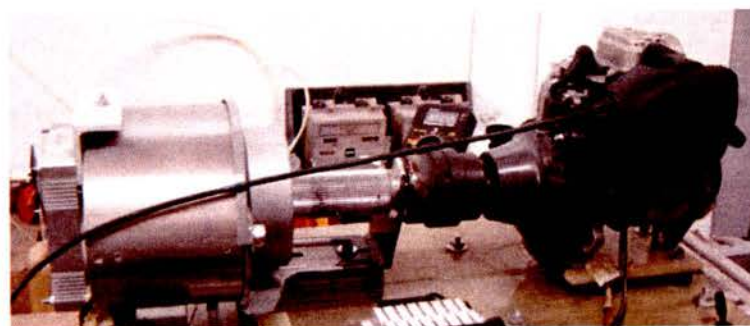


Figura 3.3 b – Banco de ensaios

3.3 Motor de teste

Como foi já mencionado o motor (Honda GX-25) que em primeiro lugar serviu para testar a fiabilidade do banco de ensaios, numa segunda fase foi também ele sujeito a alterações tendo em vista a prova (Shell Eco Marathon)

O motor escolhido foi o Honda GX-25 (*Figura 3.4*) a 4 tempos com 1,1hp. As características técnicas estão presentes na *Tabela 3.1*.



Figura 3.4 – Motor Honda GX-25

Engine Displacement:	25 cc
Engine Power:	1.1 hp
Engine Type:	4 stroke OHC
Cooling:	Air
Cylinders:	Single
Bore x Stroke:	35 x 25 mm
Compression Ratio:	8.0 : 1
Maximum Power:	0.81 kW (1.1 PS) at 1,000 rpm
Maximum Torque:	1.25 N.m (0.13 kgf.m) at 5,000 rpm
Starting:	Recoil
Air Cleaner:	Semi dry
Shaft:	No shaft
Fuel Capacity:	.55 litre
Oil Capacity:	80 ml
Fuel Consumption:	340 g/kWh (250g/PS-hr)
Dimensions (L x W x H):	192 x 221 x 230 mm
Weight (Dry):	2.78 kg

Tabela 3.1 – Características técnicas do motor Honda GX-25

De elevada importância são as curvas de binário, potência e consumo específico para este estudo (Figura 3.5).

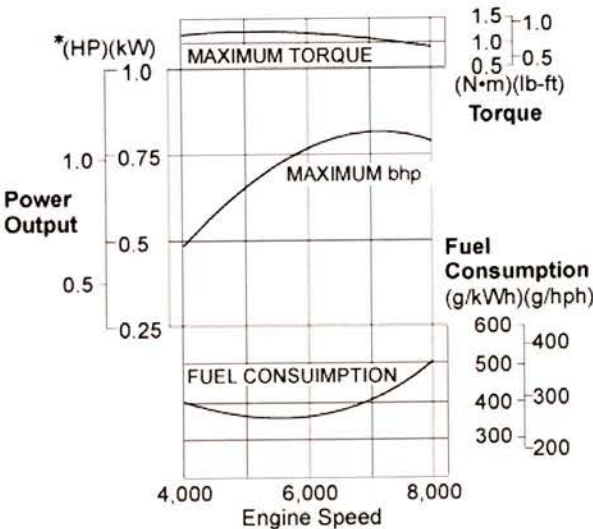


Figura 3.5 – Curvas de binário, potência e consumo específico (fabricante)

3.4 Outros componentes

É de salientar também os restantes componentes:

- Software de medição de dados - definição dos percursos a simular no motor (inclinação, distância, ciclo de rotina). Medição de diferentes variáveis para posterior análise e construção de curvas.

- Conta rotações
- Pipeta graduada (medição consumo de combustível)

4. Resultados

Foram feitos testes para verificar e validar a concepção do banco de ensaios. Posteriormente o motor (Honda GX-25) foi submetido a diversas alterações com vista a melhorar a sua eficiência. Os resultados apresentam-se de seguida sob a forma de curvas de binário (Gráfico 4.1), potência (Gráfico 4.2) e consumo específico (Gráfico 4.3).

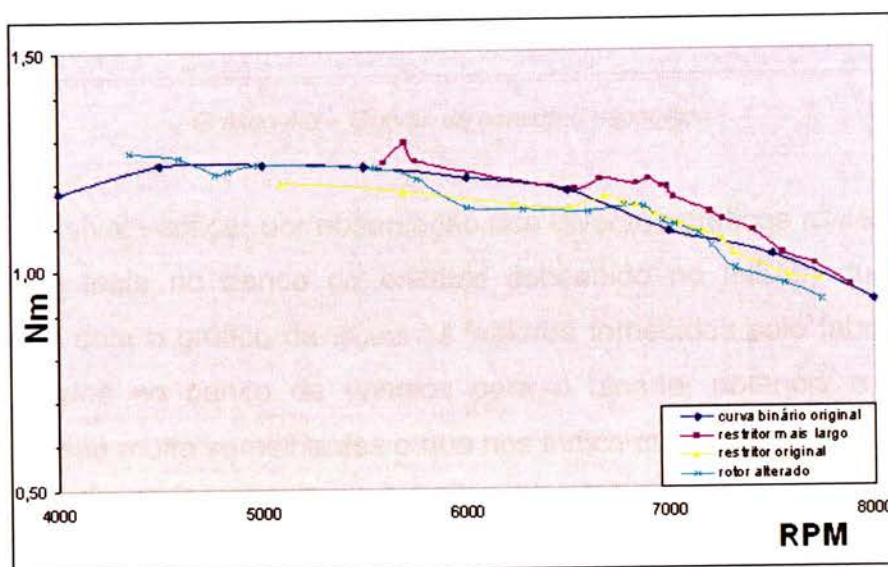


Gráfico 4.1 – Curvas de binário

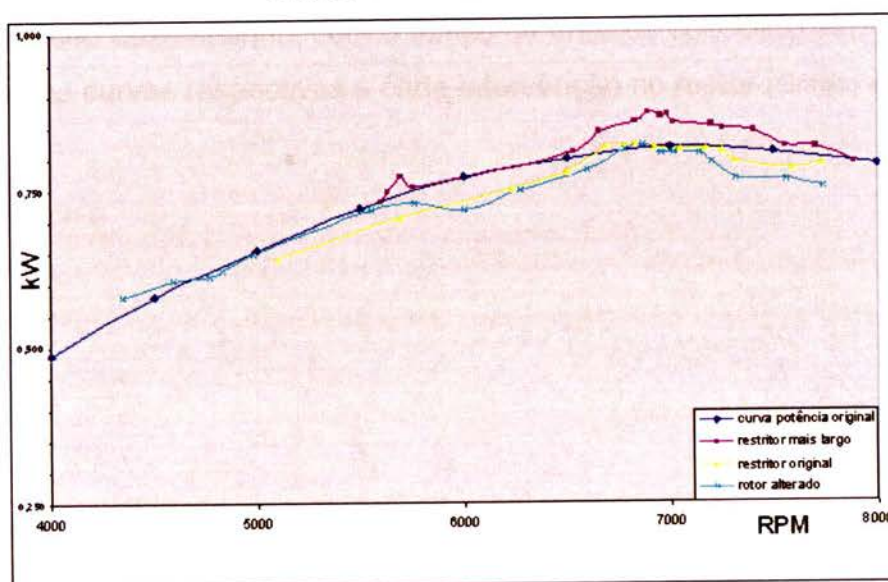


Gráfico 4.2 – Curvas de potência

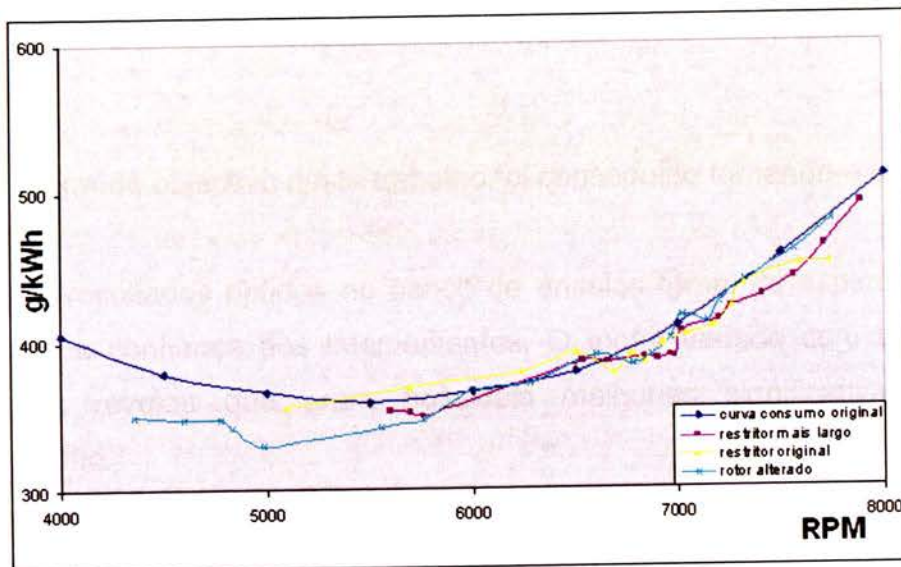


Gráfico 4.3 – Curvas de consumo específico

É possível verificar por observação dos diversos gráficos (*Gráfico 4.1 a 4.3*) (obtidos em teste no banco de ensaios concebido no INEGI) que quando sobrepostos com o gráfico da *Figura 3.5* (valores fornecidos pelo fabricante) os valores obtidos no banco de ensaios para o binário, potência e consumo específicos são muito semelhantes o que nos indica que a concepção do banco de ensaios foi bem sucedida.

A partir daí foram feitas alterações no motor (Honda GX-25) a fim de melhorar o seu desempenho, com o banco de ensaios concluído este foi usado para fazer as curvas respectivas a cada intervenção no motor (*Gráfico 4.1 a 4.3*).

5. Conclusões

O grande objectivo deste trabalho foi conseguido tornando-o um êxito.

Os resultados obtidos no banco de ensaios foram os esperados o que aumentou a confiança dos intervenientes. O motor testado com as diversas alterações revelou que eram possíveis melhorias significativas no seu desempenho.

Durante a concepção do banco de ensaios bem como dos componentes necessários à adaptação do motor foi necessário fabricar alguns destes.

Foi possível desenhar, conceber e fabricar os mesmos nas instalações do INEGI o que foi muito gratificante pois foi possível ver como a teoria e a prática se complementam.

Algumas destas peças são únicas pelo que a capacidade criativa de todos os participantes no projecto foi posta à prova. Todos estes componentes estão aplicados e em perfeito funcionamento.

O bom resultado deste projecto deve-se à articulação entre as diversas etapas que o constituem bem como à coordenação dos respectivos participantes. Os resultados não podiam ser mais animadores mas seria errado afirmar que o trabalho acaba aqui uma vez que há sempre lugar a melhorias devido ao surgimento de novos materiais, ideias e tecnologias. Estes obrigam a que a parceria FEUP - INEGI se mantenha forte para que se continuem a obter bons resultados na competição.

Todo o estágio correu muito bem, existiram dificuldades a ser ultrapassadas, mas a equipa sempre trabalhou no sentido de colmatar qualquer atrito. O apoio dos orientadores responsáveis foi importante facilitando a

realização de todo o projecto bem como todo o processo de desenvolvimento e aprendizagem de trabalho em equipa.

A principal dificuldade da realização do estágio tem a ver com o financiamento do projecto. Problema que se reflectiu sempre que foi necessário comprar material. É um processo muito burocrático logo muito moroso. Este problema reflecte-se em termos de tempo útil pois a sua demora tempo para obter o material necessário prejudica a continuação do projecto.

Por fim é muito importante frisar a importância do POCI uma vez que permite a jovens a terminar a vida académica contacto com o mundo profissional de uma forma natural e acompanhados de boas equipas e orientadores capazes, disponíveis e profissionais contribuam para que a sua segurança como futuros profissionais no mercado de trabalho seja testada da melhor forma possível.

6. Trabalhos futuros

De seguida são apresentadas propostas para trabalhos futuros.

Em termos do banco de ensaios existem ainda algumas tarefas que são realizadas pelo “utilizador” e que podem ser automatizadas aumentando o rigor, a precisão dos resultados e o tempo despendido em cada teste.

Efectuar no motor as alterações necessárias que permitam adaptar e montar os diversos sensores de medida, assim como o injector de gasolina, específico para motores de baixa cilindrada desenvolvido pela Bosh. Programar e afinar o sistema de injeção e ignição em banco de ensaios, com recurso ao traçado dos respectivos diagramas de potência, binário e consumo específico.

Outras alterações ao motor são por exemplo:

- Alteração da geometria da came;
- Alteração da taxa de compressão através da substituição da biela e do pistão;
- Montagem da centralina e do sistema de injeção e ignição electrónica e sua afinação;

Em termos de geometria da carroçaria, novas formas deverão ser testadas para obter a melhor forma aerodinâmica, bem como utilizar outros materiais e melhorar a estrutura.

Por fim, não é errado afirmar que existe a necessidade de estar atento aos avanços tecnológicos que são feitos todos os dias e que sem dúvida podem e devem ser aplicados aqui. É imperativo que este projecto evolua continuamente. Este projecto é difícil de acabar porque haverá sempre novos avanços tecnológicos bem como novas ideias e a necessidade inerente a todos os seres humanos de nos superarmos a nós próprios. É essa faceta que torna este projecto tão aliciante e interessante.

7. Apreciação final

Este estágio foi o culminar de anos de estudo e de vida académica. O meu curso, Engenharia Mecânica, é o único que me permitiria participar num projecto destes, ou seja, ramo automotor com concepção de protótipos e culmina na participação numa prova de competição automóvel em que a tecnologia aplicada é da mais recente que existe.

Durante este estágio foi extremamente importante as relações interpessoais uma vez que foi necessário desenvolver a capacidade de trabalhar em equipa não só com outros alunos mas também com pessoas que já estão no ramo profissional e são sem dúvida um exemplo a seguir. Também foi testado o espírito de liderança, tolerância, disponibilidade e flexibilidade bem como o espírito empreendedor e criativo. Todas estas características são, na minha perspectiva, essenciais na vida profissional de um engenheiro.

Poder participar numa competição a este nível é um privilégio principalmente para uma pessoa no final da vida académica. Ter este tipo de contacto com o mundo profissional é muito positivo, contribui de forma inequívoca para a formação do carácter pessoal e profissional.

O cenário profissional em que fui colocado é deveras instrutivo principalmente porque é possível passar da teoria à prática de uma forma em que é possível ter a noção de todos os aspectos que envolvem este tipo de trabalho, permitiu-me tomar consciência de dificuldades e problemas inerentes a qualquer realização de projectos mecânicos e de como os resolver. Tudo isto não era possível sem o POCl.

Bibliografia

Henriot, Georges (1999) *Engrenages : conception, fabrication, mise en oeuvre*, Dunod, Paris, França

Niemann, G. (1973) *Tratado teórico-prático de elementos de máquinas : cálculo, diseño y construcción*, Editorial Labor, Barcelona, Espanha

Reshetov, D. N. (2005) *Atlas de construção de máquinas*, Hemus, Rio de Janeiro, Brasil



FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000105181