

Universidade de São Paulo
Campus de São Carlos
Escola de Engenharia de São Carlos
Departamento de Engenharia Mecânica

Exercícios de Elementos de Máquinas I

Ernesto Massaroppi Jr
João Lirani

2020



Prefácio

Esta apostila destina-se a servir de suporte aos estudos dos alunos da primeira disciplina de Elementos de Máquinas. Está dividida em uma lista de exercícios por dia de aula, cada lista apresentando primeiramente os exercícios propostos e depois a solução de um ou mais exercícios típicos. Desta forma, os alunos podem exercitar-se melhor na solução dos exercícios propostos tendo por base aqueles já resolvidos. A exceção é a lista 2, por estar inteiramente resolvida, visto que se trata da aplicação de *Resistência dos Materiais*, ou na nomenclatura mais moderna, *Mecânica dos Sólidos* na solução problemas de Elementos de Máquinas. Nela são tratados problemas retirados dos livros Beer, F.P. & Johnston, E.R.: *Resistência dos Materiais*, e Shigley, J.E.: *Elementos de Máquinas*. Ressalte-se que conhecimentos suficientes de *Mecânica dos Sólidos* e de *Desenho Técnico Mecânico* são de fundamental importância para o sucesso em aprender *Elementos de Máquinas*. Também a lista 1 é um pouco atípica por tratar exclusivamente de temas conceituais de projeto bastante exemplificados no livro texto Niemman, G.: *Elementos de Máquinas*, não ocorrendo nenhum tipo de cálculo tão comum às demais listas e, por isso, a solução de seus exercícios deixa de ser incluída. As listas relativas às aulas 7 e 13 não existem por corresponderem à primeira e à segunda provas respectivamente.

Desejamos agradecer aos Profs. Odilson Coimbra Fernandes e Augusto Rui de Oliveira Pinto pela formulação da tensão de confronto nos casos de solicitação à fadiga.

Desejamos agradecer ainda ao esforço dos vários bolsistas que ajudaram na digitação e desenho de algumas figuras, e aos Profs. Benedito Di Giacomo e José Roberto Gambarini pelo enunciado e solução de alguns dos exercícios que constam desta apostila.

São Carlos, fevereiro de 2020.

Os Autores.

Referências Bibliográficas

- [1] BEER, F. P. & JOHNSTON, E.R.: *Resistência dos Materiais*, McGraw-Hill, 1991.
- [2] SHIGLEY, J.E.: *Elementos de Máquinas*, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1984.
- [3] NIEMANN, G.: *Elementos de Máquinas*, Editora Edgard Blücher, vol. 1, 1960.
- [4] NIEMANN, G.: *Elementos de Máquinas*, Editora Edgard Blücher, vol. 2, 1960.
- [5] NIEMANN, G.: *Elementos de Máquinas*, Editora Edgard Blücher, vol. 3, 1960.
- [6] FAG: *Aplicaciones prácticas de rodamientos*, 1971.
- [7] FERNANDES, O. C.: *Fadiga*, Serviço Gráfico EESC-USP, 2004.
- [8] MASSAROPPI JR., E. e LIRANI, J.: *Notas de aula*.

ÍNDICE

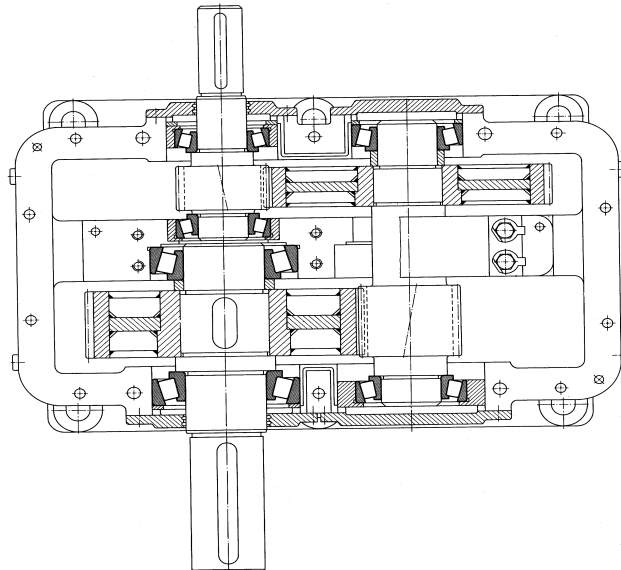
1. Noções básicas sobre projetos mecânicos	1
2. Mecânica dos Sólidos aplicada a Elementos de Máquinas	5
3. Teoria de fadiga dos materiais metálicos	35
4. Dimensionamento quanto à fadiga	39
5. Prédimensionamento de eixos	47
6. Dimensionamento de eixos sob fadiga	55
8. União eixo-cubo por atrito	71
9. União eixo-cubo por adaptação de forma	77
10. União eixo-eixo	85
11. Seleção de rolamentos	89
12. Dimensionamento de rolamentos	95
14. Dimensionamento de mancais hidrodinâmicos	105

Lista 1

Noções básicas sobre projetos mecânicos

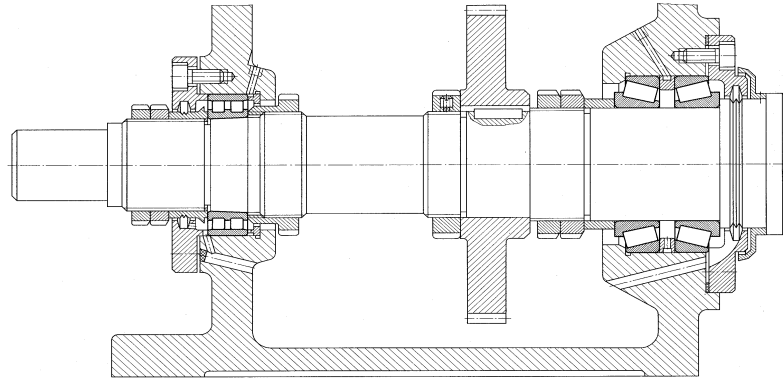
1.1 Exercícios propostos

- 1) a) Dê sua opinião a respeito do efeito sobre a engenharia de projeto nacional que teve a política governamental de substituição de importações vigente nos anos 70 e 80;
b) Dê sua opinião com relação à política de fim de reserva de mercado e abertura das importações.
- 2) Cite 3 exemplos de produtos com alto valor de concepção e/ou projeto e 3 com baixo valor. Comente.
- 3) O que entende por engenharia reversa. Qual a sua importância?
- 4) Supondo que o produto a ser projetado seja um liquidificador, detalhe todas as fases de seu projeto, exemplificando-as.
- 5) O que você entende por CAD e CAE.
- 6) Dê os conceitos de qualidade de projeto e de fabricação de um produto, exemplificando-os.
- 7) Descreva a influência que o projetista tem sobre o custo e sobre o preço de venda de um produto.
- 8) Usando os desenhos dos sistemas mecânicos fornecidos, responda os itens abaixo. Aproveite a oportunidade deste exercício e do seguinte, e faça uma recordação de Desenho Mecânico interpretando os desenhos e tentando entender o funcionamento dos vários conjuntos mecânicos:
 - a) Desenhar o croqui do eixo de saída do redutor de velocidades abaixo [6, pág. 49]. Assinale todas as superfícies funcionais e as acessórias. Comente o impacto de cada uma sobre a qualidade do produto;

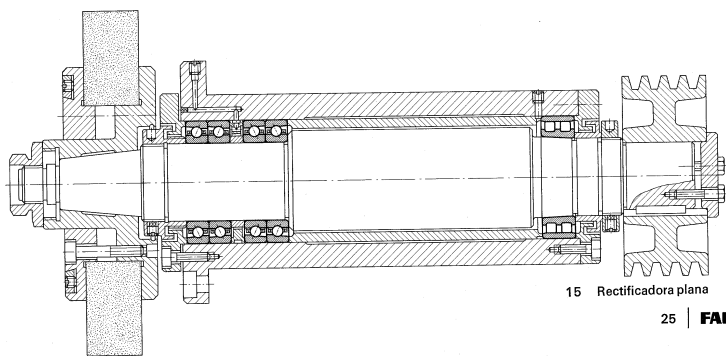


b) Idem para o eixo de entrada do mesmo redutor acima;

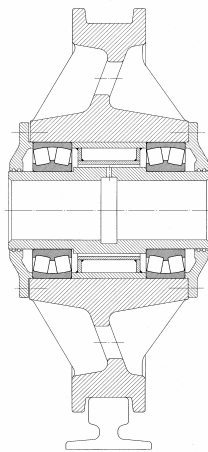
c) Idem para o eixo-árvore do torno abaixo [6, pág. 17].



d) Idem para o fuso de uma retificadora [6, pág. 25];

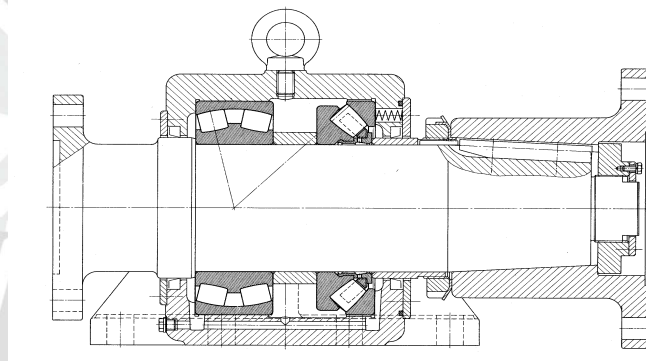


e) Idem para a roda de um guindaste [6, pág. 131];



82 Rueda

f) Idem para a caixa de mancal [6, pág. 103];



9) Exemplifique a solução de um problema de projeto através das etapas **a**, **b**, **c**, e **d**, conforme descrito nas notas de aula [8, aula 1, págs. 37 e 38].

10) Ler atentamente o item 1.2 Exame das Hipóteses e Determinação dos Problemas [3, pág. 2]. Supondo que o produto é um cortador de grama, responder as indagações feitas no texto (quando cabíveis).

11) Ler atentamente o item 1.7 Cálculos [3, pág. 8] e resumir sua essência em poucas palavras.

12) Dê exemplos de como o projetista pode contornar a influência das solicitações que agem sobre as peças em serviço (item 2.2 Influência da Solicitação e da Função [3, págs. 11 e 12].

