

Órgãos de Máquinas

Dimensionamento à Fadiga – Exercícios

Carlos M. C. G. Fernandes

Exercício 1 ¹

Fazer a verificação à fadiga do veio representado na Figura 1, de aço maquinado ($E = 210\text{ GPa}$) com uma tensão de rotura $\sigma_r = 670\text{ MPa}$, tensão de cedência $\sigma_{ced} = 410\text{ MPa}$ e dureza Brinell $HBN = 210$. O veio está animado de uma velocidade angular ω e é simplesmente apoiado nas extremidades através de rolamentos e sujeito a uma carga constante de $F = 10\,000\text{ N}$ a meio vão. Considere uma concordância $r = 0.1 \cdot d_2$

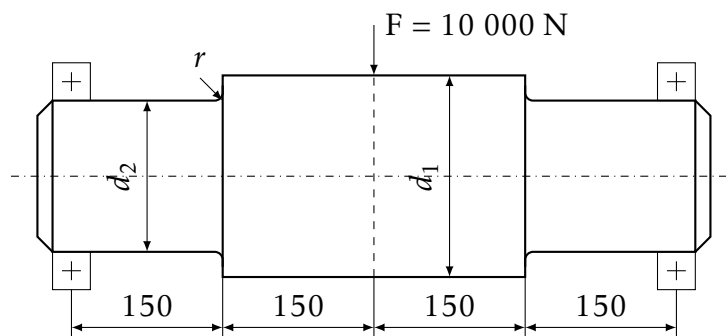


Figura 1: Veio rotativo sujeito à flexão.

Pretende-se o dimensionamento estático impondo:

1. 1 mm de flecha máxima
2. $d_2 = \frac{3}{4} \cdot d_1$

¹Castro, Paulo M.S.T., “Dimensionamento à Fadiga”, FEUP, 2017

Exercício 2

A Figura 2 representa uma transmissão por engrenagem normal com arquitetura “power split” que é acionada por um motor elétrico com uma potência nominal de 40 kW que roda à velocidade angular de 2500 rpm.

O pinhão z_1 está montado na extremidade do veio do motor. As rodas z_2 e z_3 estão montadas a meio-vão dos veios 2 e 3, respectivamente, fabricados em aço de construção Ck 45. A transmissão de momento torsor é assegurada através de um sistema escatel-chaveta em cada um dos veios. O fator de concentração de tensões prático devido ao escatel do veio é $K_f = 1.6$ para solicitações de flexão.

Cada um dos veios (2 e 3) está apoiado em dois rolamentos de esferas 6006 que distam entre si de 0.4 m.

Cada ponta de veio está sujeita a um momento torsor constante correspondente à utilização de 50% da potência nominal do motor.

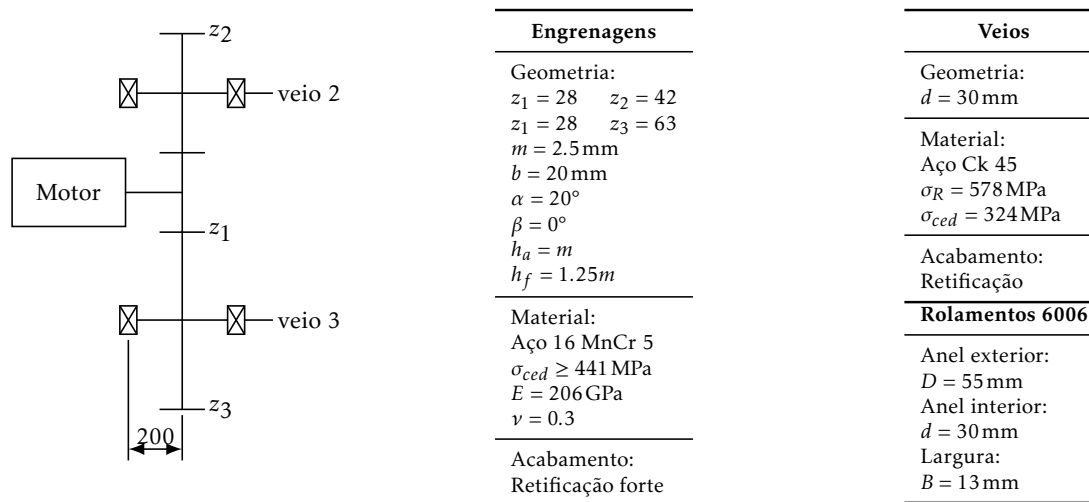


Figura 2: Transmissão por engrenagem.

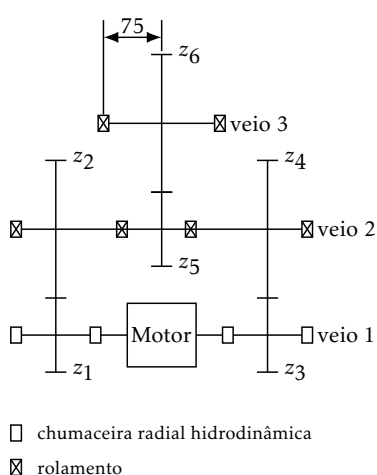
Estime o coeficiente de segurança do veio 3 para o dimensionamento à fadiga. Apresente todos os cálculos que efetuar. Comente o resultado obtido.

Exercício 3

Na Figura 3 está representada, sob a forma esquemática, a transmissão reductora principal de um trator elétrico. A transmissão é acionada por um motor elétrico eficiente de alta velocidade e dupla saída. Devido às restrições de projeto, a transmissão mecânica que existe entre o motor e as rodas do veículo é composta por vários andares. A lubrificação é assegurada por injeção nas engrenagens e rolamentos, assumindo-se temperaturas de injeção idênticas. O mesmo sistema alimenta as chumaceiras radiais hidrodinâmicas.

O veio 1 está apoiado em 4 chumaceiras radiais hidrodinâmicas igualmente espaçadas duas a duas, que suportam a totalidade do esforço radial transmitido pelos pinhões z_1 e z_3 . O veio 2 está apoiado em 4 rolamentos rígidos de esferas (61805). O veio 3 está apoiado em dois rolamentos de rolos cónicos (32307). Os veios são fabricados em aço de alta resistência 34CrNiMo6.

A transmissão é sempre acionada a 20 000 rpm, sendo que em condições nominais de funcionamento o motor pode disponibilizar 125 kW de potência.



Engrenagens
Geometria:
$z_1 = z_3 = z_5 = 17$
$z_2 = z_4 = z_6 = 68$
$\alpha = 20^\circ$
$\beta = 0^\circ$
$h_a = m$
$h_f = 1.25m$
z_1/z_2 e z_3/z_4 :
$b = 15 \text{ mm}$
z_5/z_6 :
$b = 30 \text{ mm}$
$m = 4 \text{ mm}$

Veios
Geometria:
$d_1 = 15 \text{ mm}$
$d_2 = 25 \text{ mm}$
$d_3 = 37 \text{ mm}$
Material:
Aço 34CrNiMo6
Dureza Brinell: 270
$\sigma_R = 1300 \text{ MPa}$
$\sigma_{ced} = 900 \text{ MPa}$
Acabamento:
Maquinagem

Figura 3: Transmissão por engrenagem.

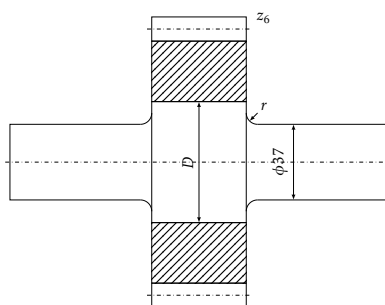


Figura 4: Veio 3.

Dimensionar o raio de concordância r do veio 3 na zona de acoplamento à roda dentada z_6 (Figura 1) de modo a que o veio tenha vida infinita. Considere $D/d = 1.1$ e um coeficiente de segurança de 3.