

1. Fadiga Uniaxial

1.1 Fadiga Uniaxial com ciclo alternado

- 1.1.1** Dimensione o veio das rodas do reboque da Figura 1.1 para vida infinita, dados:
- Peso do reboque com a carga suportado pelo eixo é $P=2300\text{kgf}$, aplicado no ponto G;
 - Coeficiente de segurança dinâmico: 2,3
 - Acabamento superficial do veio: laminado a quente
 - Características mecânicas do aço: $\sigma_R=420\text{MPa}$; $\sigma_C=250\text{MPa}$;
 - Índice de fiabilidade à fadiga: 90%.

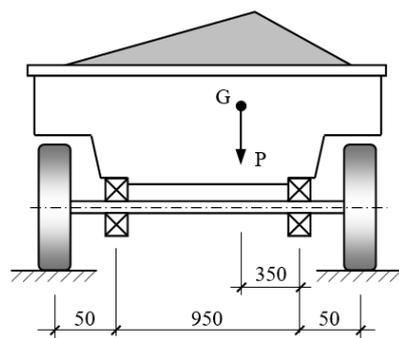


Figura 1.1

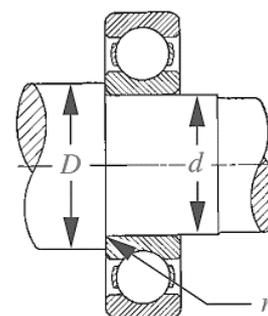


Figura 1.2

- 1.1.2** O veio representado na Figura 1.2 é de aço de liga com as seguintes propriedades mecânicas: $\sigma_R = 520 \text{ MPa}$ e $\sigma_C = 350 \text{ MPa}$. O rolamento 6408 impõe um carregamento radial contante ao veio, gerando um momento fletor $M=230\text{Nm}$ sobre o próprio veio. Determine o raio de concordância r que permite o alojamento do rolamento no diâmetro d sabendo que se pretende uma vida infinita. Dados: fiabilidade de 90%, o veio é maquinado, assuma um coeficiente de segurança dinâmico de 2, $d = 40 \text{ mm}$ e $D = 60 \text{ mm}$.

- 1.1.3** A Figura 1.3 representa um veio rotativo apoiado em A e B e submetido apenas a uma força estática $P = 6,7 \text{ kN}$. Determine a duração prevista à fadiga do veio, dados:

- Material: aço AISI estirado com $\sigma_R = 720 \text{ MPa}$, $\sigma_C = 500 \text{ MPa}$;
- Acabamento superficial: maquinado;
- Temperatura: $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$;
- Concentração de tensões: $K_{tf} = 1.6$ nas secções B e C, $r = 2,5\text{mm}$;
- Fiabilidade à fadiga: 90%;
- Coeficiente de segurança dinâmico: 1,5.

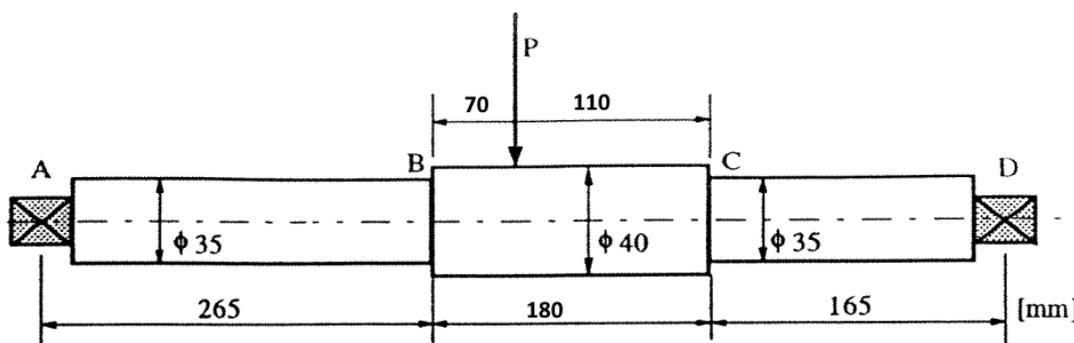


Figura 1.3

1.1.4 A secção do veio representado na Figura 1.4 é de um aço AISI 1050 laminado a frio. O veio roda e está submetido ao momento fletor $M=10$ Nm alternado. Determine o coeficiente de segurança que está a ser utilizado no veio, para uma duração de 75000 ciclos e uma fiabilidade de 50%. Considere: $r = 1,5$ mm; $d = 11$ mm; $D = 22$ mm.

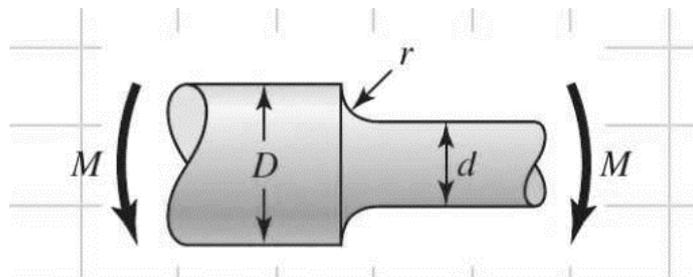


Figura 1.4

1.1.5 A lâmina representada na Figura 1.5 vai ser fabricada a partir de uma barra de aço de secção retangular com largura 30mm e altura h que se pretende determinar. O aço desta barra possui as seguintes propriedades mecânicas: $\sigma_R = 430$ MPa; $\sigma_C = 260$ MPa; $\sigma_{f0} = 204$ MPa. O acabamento superficial a dar à lâmina é maquinado.

- Dimensione a lâmina para um coeficiente de segurança estático $n = 1,5$ supondo que a carga P é constante no tempo e vale $P=150$ N;
- Considerando um coeficiente de segurança dinâmico $n_f = 2$, dimensione de novo a lâmina supondo agora que a carga P varia com o tempo t na forma $P = P_0 \text{sen}(\omega t)$, sendo $P_0=150$ N. (Dados: fiabilidade de 99%).

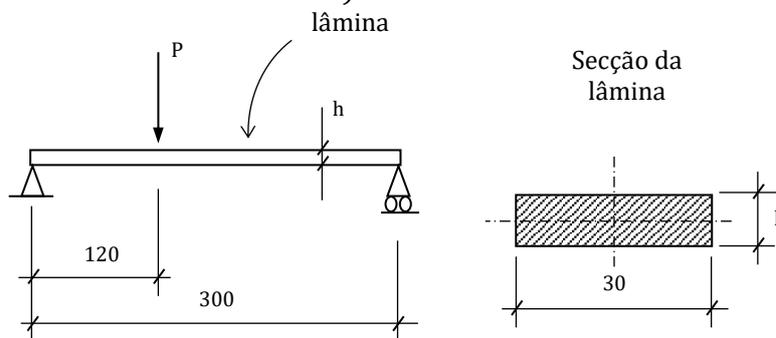


Figura 1.5

1.1.6 A placa de aço AISI 1020 laminado a frio da Figura 1.6 está sujeita a uma força F alternada de 20 kN. Determine a espessura h para um coeficiente de segurança dinâmico de 2,5. Dados: $r = 6$, $d = 20$ mm, $w_1 = 90$ mm e $w_2 = 60$ mm.

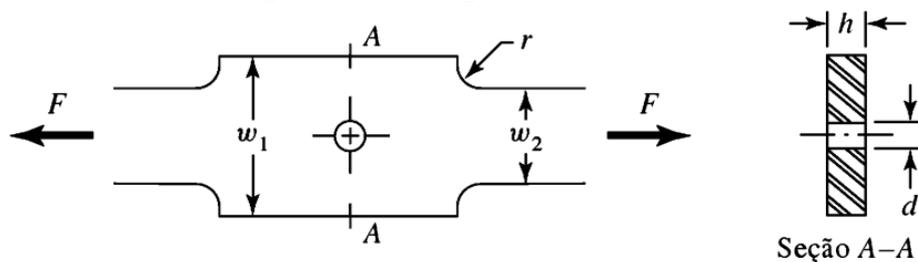


Figura 1.6

1.2 Fadiga Uniaxial com ciclo repetido

1.2.1 Um veio de 50 mm de diâmetro está submetido a uma carga axial estática de 100 kN e a um momento fletor alternado. Calcule o valor máximo admissível do momento-fletor para que não se verifique a rotura por fadiga, considerando os seguintes dados:

- Material: aço ao carbono com $\sigma_R = 520$ MPa, $\sigma_C = 350$ MPa;
- Acabamento superficial: maquinado;
- Temperatura: $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$;
- Coeficiente de segurança dinâmico: 2;
- Coeficiente de concentração de tensões dinâmico axial: 1,8;
- Coeficiente de concentração de tensões dinâmico flexão: 2,0;
- Fiabilidade à fadiga: 50%

1.2.2 Pretende-se dimensionar um varão para suportar uma pretensão de tração axial de 40 kN e uma carga axial pulsante de 80 kN. No meio do varão existe uma descontinuidade geométrica com um fator de concentração de tensões estático axial $K_{ta} = 2$ correspondente a uma concordância de raio igual a 5 mm. Dados:

- Material: Aço AISI 1050 laminado a frio;
- Temperatura: 20°C ;
- Coeficiente de segurança dinâmico: 2;
- Fiabilidade à fadiga: 90%

- a) Escolha um diâmetro para o varão de modo a que não haja rotura por fadiga.
- b) Escolha outro diâmetro para um varão com uma vida de 1 milhão de rotações.
- c) Considere um varão com um diâmetro 20% maior que o diâmetro encontrado na alinha. Determine os coeficientes de segurança usando o critério de Soderberg e o critério ASME-elíptico.

1.2.3 A barra da Figura 1.7 é solicitada nas suas extremidades por uma carga axial (eixo x) que varia entre 5 kN e 100 kN e por um momento fletor alternado sincronizado de $M_z = 2000$ Nm. Determine a vida da barra à fadiga sabendo que:

- O veio é em aço com $\sigma_R = 700$ MPa e $\sigma_C = 450$ MPa;
- Acabamento superficial maquinado;
- Temperatura ambiente;
- Fiabilidade 50 %;
- Coeficiente de segurança dinâmico: 1,5.

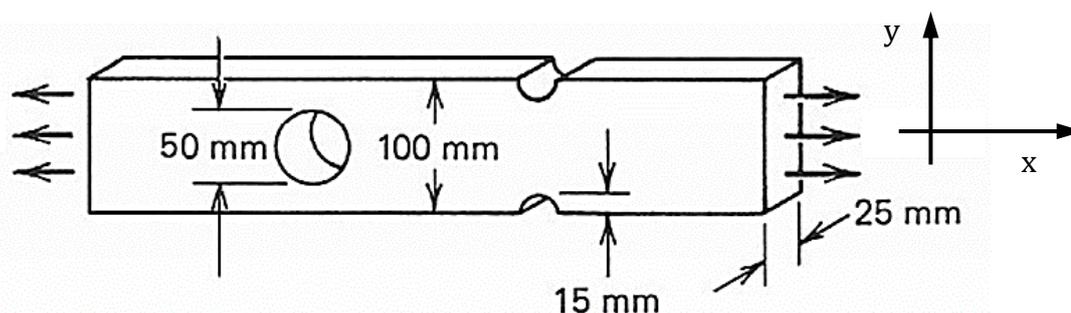


Figura 1.7

1.2.4 Na Figura 1.8 está apresentada uma barra de secção transversal retangular com espessura de 32mm. A barra está encastrada numa das extremidades e solicitada na outra por uma força axial constante $4F$ e por uma força pulsante F . Determina a força F para uma duração da barra à fadiga de 500 mil ciclos. O aço da barra tem $\sigma_R=750\text{MPa}$, $\sigma_c=450\text{MPa}$, foi maquinado e trabalha a temperatura ambiente. Considere uma fiabilidade de $R=50\%$, um $n_f = 1,5$, $H=L=150\text{mm}$ e $r=15\text{mm}$.

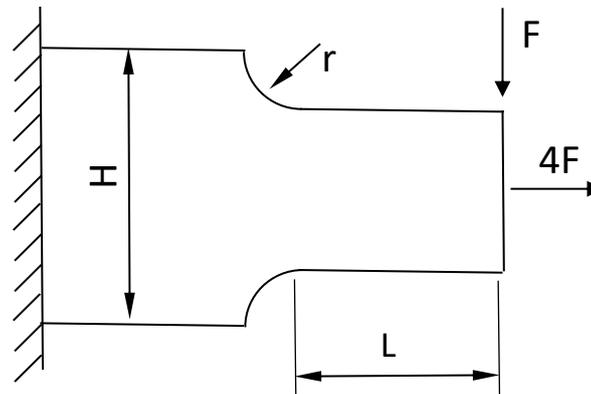


Figura 1.8

2. Fadiga Biaxial

2.1 Fadiga Biaxial com ciclo alternado

2.1.1 Os dois veios da Figura 2.1. e da Figura 2.2 são feito de um Aço AISI 1020 laminado a frio. Os veios estão sujeitos aos seguintes carregamentos sincronizados:

- Uma força axial alternada, $P=12\text{kN}$,
- Um momento fletor alternado, $M=10\text{Nm}$,
- Um momento torsor alternado, $T=15\text{Nm}$.

Dados: $D=30\text{mm}$, $d=25\text{mm}$ e $r=2,5\text{mm}$, Temperatura ambiente e Fiabilidade 50%.

Calcule para os dois veios,

- O fator de segurança estático.
- O fator de segurança à fadiga.

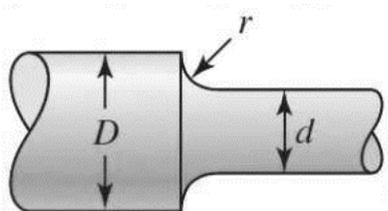


Figura 2.1

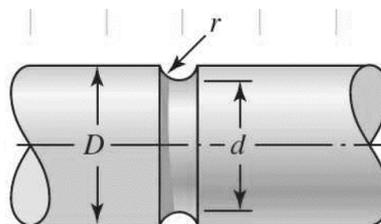


Figura 2.2

2.1.2 Na peça em aço representada na Figura 2.3 está sujeita a uma força P alternada de 10kN . Determine dois diâmetros (d), um para uma vida infinita e um outro para uma vida de 10^5 ciclos. Considere os seguintes dados:

- Tensão de cedência e de rotura do aço: $\sigma_R = 600\text{ MPa}$, $\sigma_C = 420\text{ MPa}$;
- Índice de fiabilidade à fadiga $R=95\%$;
- Temperatura de serviço ambiente de 20°C ;
- Coeficiente de segurança à fadiga, $n_f = 1,5$;

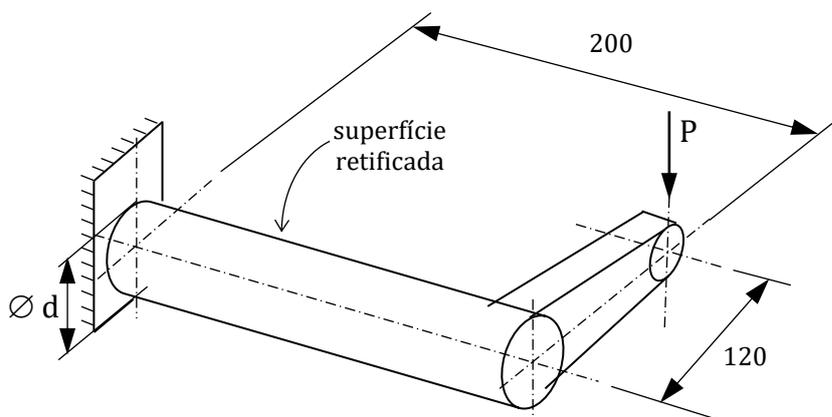


Figura 2.3

2.2 Fadiga Biaxial com ciclo repetido

2.2.1 Considere os mesmos dados do problema 2.1.1 mas com os seguintes carregamentos sincronizados:

- Uma força axial constante, $P=12\text{kN}$,
- Um momento fletor alternado, $M=10\text{Nm}$,
- Um momento torsor constante, $T=15\text{Nm}$.

Calcule para os dois veios,

- O fator de segurança à fadiga com o critério de Soderberg.
- O fator de segurança à fadiga com o critério de ASME.

2.2.2 Considere os mesmos dados e pedidos do problema 2.1.2 mas com um carregamento adicional constante, $P_0=15\text{kN}$.

2.2.3 Considere os mesmos dados do problema 2.1.2 mas com o seguinte carregamento: a força P é uma carga pulsante de valor máximo $2F$, sendo F um valor desconhecido. Calcule o maior valor que F para vida infinita, utilize o critério de Soderberg. Diâmetro $d=32\text{mm}$.

2.2.4 Considere os mesmos dados e pedidos do problema 2.1.2 mas com o seguinte carregamento: a força P é uma carga pulsante de valor 20kN , utilize o critério de Soderberg.

2.2.5 Calcule a fator de segurança à fadiga do veio da Figura 2.4 que transmite um binário T , utilize o critério de Soderberg. Dados:

- $P_0=1800\text{N}$; $P_1=1000\text{N}$; $P_2=2000\text{N}$; $T=50\text{Nm}$.
- Características mecânicas do aço: $\sigma_R=520\text{MPa}$; $\sigma_C=340\text{MPa}$;
- Índice de fiabilidade à fadiga $R=99\%$; Temperatura ambiente;

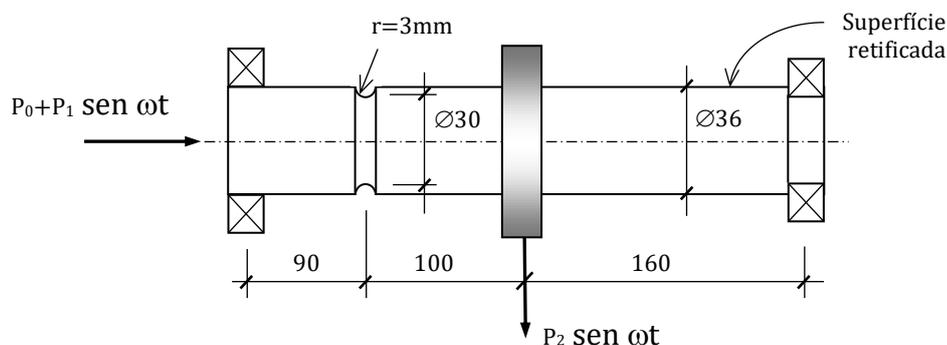


Figura 2.4

2.2.6 Considere os mesmos dados do problema 2.2.5 e calcule a nova carga P_0 para um coeficiente de segurança dinâmico de 2 para uma vida de um milhão de ciclos e sem qualquer binário.

2.2.7 O veio da Figura 2.5 é solicitado por uma carga axial constante de 345 kN e por um momento torsor que varia entre -200 Nm e 1000 Nm. Determine a duração da barra à fadiga sabendo que: O veio é em aço com: tensão de cedência de 579 MPa e resistência à tração de 689MPa; acabamento superficial maquinado; temperatura ambiente, fiabilidade de 50% e coeficiente de segurança dinâmico de 1,5.

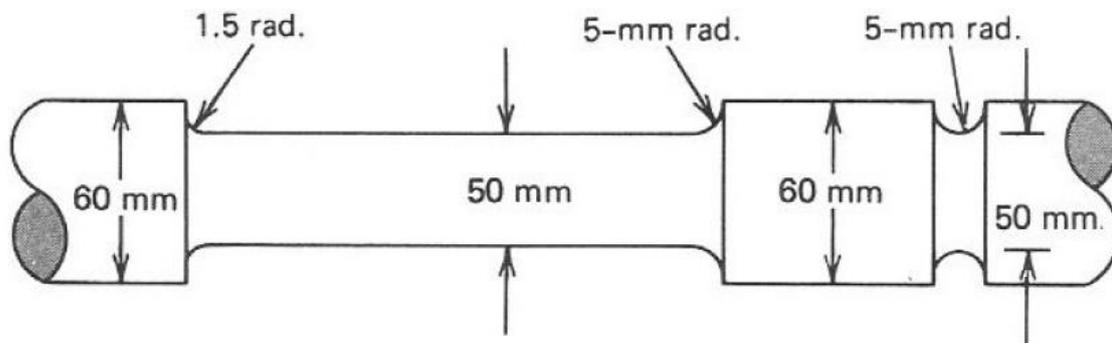


Figura 2.5

3. Referências

Projeto de Máquinas - Robert L. Norton
 Apontamentos de OM, DEM, UC
 Apontamentos de OM, DEM, ISEP