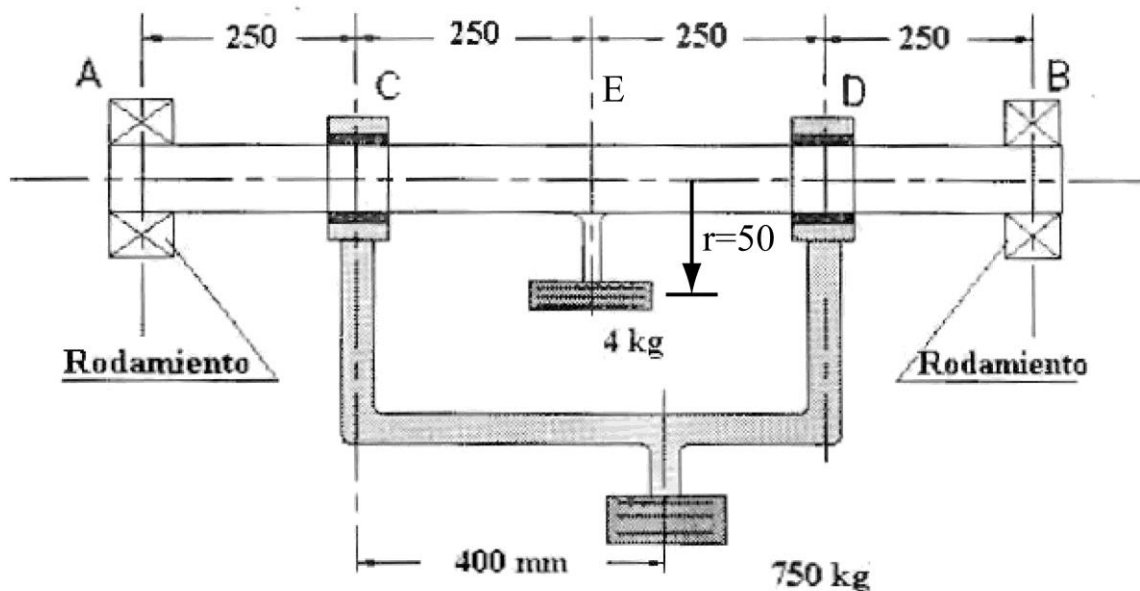


Nombre.....

La figura muestra un eje mecanizado que gira a 1200 rpm apoyado en dos cojinetes de rodamientos en sus extremos A y B, y que lleva unida una carga concentrada de 4 kg en la sección central del eje (sección E), a una distancia de 50 mm del centro del eje en dirección radial. Además, se aplica al eje una carga vertical constante de 750 kg por medio de una pieza que se une al mismo mediante dos cojinetes de rodamientos en las secciones C y D.



Sabiendo que la resistencia última del material es 420 MPa y que su límite de fluencia es 305 MPa, determinar el diámetro del eje que es necesario para lograr vida infinita en el mismo frente a fallo por fatiga con un factor de seguridad 2. Tómese la sección central del eje (sección E) como la más crítica.

La carga de 4 kg genera una fuerza centrífuga en E,

$$F_E = m\omega^2 r = 4 \times \left(1200 \frac{2\pi}{60}\right)^2 0.05 = 3158 \text{ N}$$

Esta fuerza tira con el propio eje, por lo que causa unas tensiones constantes en el mismo.

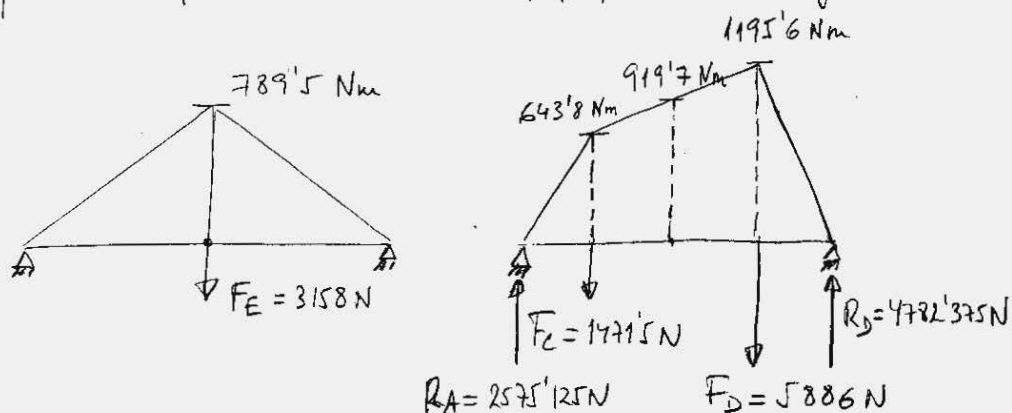
La carga de 750 kg se reparte a las secciones C y D como,

$$F_C = 750 \times 9.81 \times \frac{100}{500} = 1471.5 \text{ N}$$

$$F_D = 750 \times 9.81 \times \frac{400}{500} = 5886 \text{ N}$$

Estas cargas son siempre verticales, por lo que producen tensiones variables en el eje al girar este.

La carga debido al peso de la mesa excéntrica de 4 kg también produce tensiones variables en el eje, pero pueden despreciarse al ser muy pequeña la carga.



En la sección E, la máxima tensión (σ) debida a la carga F_E es,

$$\sigma_m = \frac{32M}{\pi d^3} = \frac{32 \times 789.5}{\pi d^3} = \frac{8041}{d^3}$$

Y la máxima tensión (alternada) debida a las cargas F_c y F_b es,

$$\sigma_a = \frac{32M}{\pi d^3} = \frac{32 \times 9197}{\pi d^3} = \frac{9368}{d^3}$$

Cálculo de resistencia:

$$k_a = a S_u^b = 4.51 \times 420^{-0.265} = 0.91$$

$$k_b = 1.189 d^{-0.097} = 1.189 \times 50^{-0.097} = 0.81$$

suponiendo $d = 50 \text{ mm}$

$$S'_e = 0.5 S_u = 0.5 \times 420 = 210 \text{ MPa}$$

$$S_e = k_a k_b S'_e = 0.91 \times 0.81 \times 210 = 154 \text{ MPa}$$

Criterio de Goodman modificado,

$$\frac{\sigma_m}{S_u} + \frac{\sigma_a}{S_e} = \frac{1}{G} \Rightarrow \frac{8041}{420 \cdot 10^6} + \frac{9368}{154 \cdot 10^6} = \frac{1}{G}$$

$$d = 0.054 \text{ m} = 54 \text{ mm}$$

Se recalcula k_b para ver su efecto,

$$k_b = 1.189 d^{-0.097} = 1.189 \times 54^{-0.097} = 0.81$$

luego no varía este valor.

Por lo tanto, $d = 54 \text{ mm}$

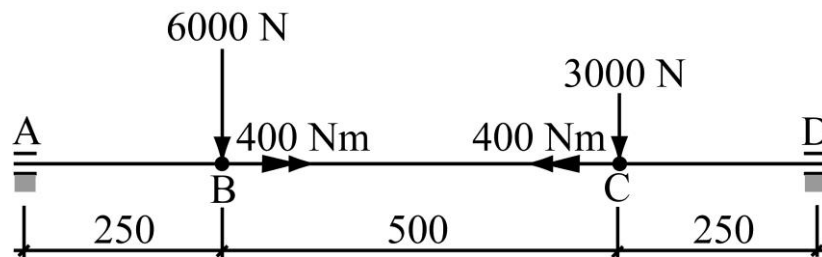
$$\frac{\sigma_m + \sigma_a}{S_y} = \frac{1}{G'} \Rightarrow \frac{8041}{0.054^3} + \frac{9368}{0.054^3} = \frac{1}{G'}$$

$$G' = 2.75, \text{ luego no hay problema a fluencia.}$$

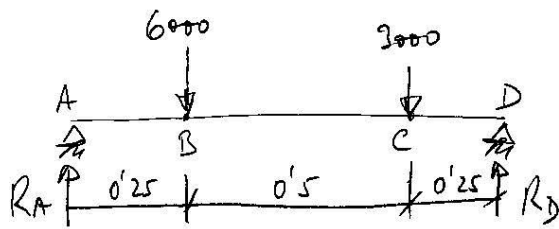
Examen de TECNOLOGIA DE MAQUINAS – Enero 22

Nombre.....

La figura muestra un eje giratorio de 50 mm de diámetro, apoyado en sus extremos A y D. El eje es de un acero con límite de rotura 500 MPa y límite de fluencia 350 MPa, y ha sido mecanizado. Los elementos de transmisión producen unas cargas sobre el eje, contenidas en el plano vertical, de 6000 N en el punto B y 3000 N en el punto C, así como pares torsores de 400 Nm en dichos puntos, de sentidos contrarios.



- Obtener los diagramas de momentos flectores y torsores sobre el eje.
- Indicar cuál es la sección crítica del eje desde el punto de vista de su resistencia.
- Calcular las tensiones que soporta dicha sección.
- Determinar el valor de la resistencia a fatiga a vida infinita en la sección crítica.
- Calcular el coeficiente de seguridad de que se dispone frente a fallo por fatiga a vida infinita y frente a fallo por fluencia. ¿Cuál de los dos es el más limitante?



$$a) \sum M_A = 0$$

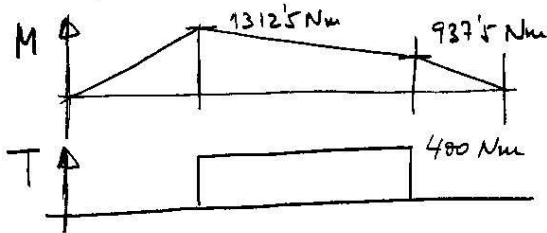
$$6000 \times 0.25 + 3000 \times 0.75 = R_D \times 1$$

$$R_D = 3750 \text{ N}$$

$$R_A = 5250 \text{ N}$$

$$\sum F_{\text{vert}} = 0$$

$$R_A + R_D - 6000 - 3000 = 0 \Rightarrow$$



b) la sección crítica es la B, pues soporta los máximos momentos.

$$c) \text{ Sección B } \begin{cases} M = 1312.5 \text{ Nm} \\ T = 400 \text{ Nm} \end{cases}$$

$$\sigma_a = \frac{32M}{\pi d^3} = \frac{32 \times 1312.5}{\pi \times 0.05^3} = 107 \text{ MPa} = \sigma_a$$

$$\tau_{\text{m}} = \frac{16T}{\pi d^3} = \frac{16 \times 400}{\pi \times 0.05^3} = 16 \text{ MPa} \Rightarrow \sigma_{\text{m}} = \sqrt{3} \tau_{\text{m}} = 28 \text{ MPa}$$

$$d) S'_e = 0.5 S_u = 0.5 \times 500 = 250 \text{ MPa}$$

$$k_a = a S_u^b = 4.51 \times 500^{-0.265} = 0.86$$

$$k_b = 1.189 d^{-0.097} = 1.189 \times 50^{-0.097} = 0.81$$

$$S_e = k_a k_b S'_e = 0.86 \times 0.81 \times 250 = 174 \text{ MPa}$$

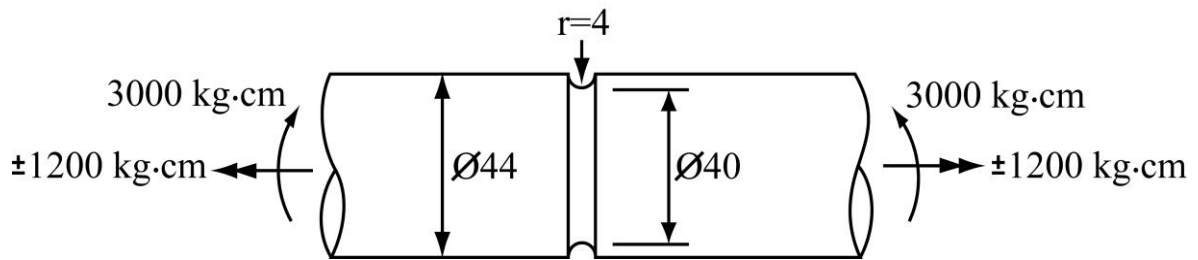
$$e) \frac{\sigma_{\text{m}}}{S_u} + \frac{\sigma_a}{S_e} = \frac{1}{C_{s1}}; \frac{28}{500} + \frac{107}{174} = \frac{1}{C_{s1}}; C_{s1} = 1.48$$

$$\frac{\sigma_{\text{m}} + \sigma_a}{S_y} = \frac{1}{C_{s2}}; \frac{28 + 107}{350} = \frac{1}{C_{s2}}; C_{s2} = 2.55 \quad \begin{matrix} \uparrow \\ \text{MÁS} \\ \text{limitativo} \end{matrix}$$

Examen de TECNOLOGIA DE MAQUINAS – Julio 22

Nombre.....

La figura muestra un eje rotatorio de acero AISI 1040 estirado en frío y 44 mm de diámetro, que posee una ranura de 40 mm de diámetro con radio de acuerdo de 4 mm.



Si el eje soporta un momento flector constante de 3000 kg.cm, y un momento torsor alternado de 1200 kg.cm que varía con la misma frecuencia con que se produce el giro del eje, determinar los coeficientes de seguridad disponibles frente a fallo por fatiga a vida infinita y frente a fluencia.

AISI 1040 est. enfriado: $S_u = 590 \text{ MPa}$, $S_y = 490 \text{ MPa}$

RESISTENCIA

Flexión

$$S_e = 0.5 S_u = 0.5 \times 590 = 295 \text{ MPa}$$

$$k_a = a S_u^b = 4.51 \times 590^{-0.265} = 0.832$$

$$k_b = 1.189 d^{-0.097} = 1.189 \times 40^{-0.097} = 0.831$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{D}{d} = \frac{44}{40} = 1.1 \\ \frac{r}{d} = \frac{4}{40} = 0.1 \end{array} \right\} k_t = 1.74 \quad \left. \begin{array}{l} S_u = 0.59 \text{ GPa} \\ r = 4 \text{ mm} \end{array} \right\} q = 0.84$$

$$k_f = 1 + q(k_t - 1) = 1 + 0.84 \times (1.74 - 1) = 1.62$$

$$S_e^f = k_a k_b \frac{1}{k_f} S_e = 0.832 \times 0.831 \times \frac{1}{1.62} \times 295 = 125 \text{ MPa}$$

$$\alpha_f = 1$$

Torsión

$$S_e^t = \frac{S_e}{\sqrt{3}} = \frac{295}{\sqrt{3}}$$

$$k_a = 0.832; \quad k_b = 0.831$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{D}{d} = 1.1 \\ \frac{r}{d} = 0.1 \end{array} \right\} k_t = 1.38 \quad \left. \begin{array}{l} S_u = 0.59 \text{ GPa} \\ r = 4 \text{ mm} \end{array} \right\} q = 0.87$$

$$k_f = 1 + q(k_t - 1) = 1 + 0.87 \times (1.38 - 1) = 1.33$$

$$S_e^t = k_a k_b \frac{1}{k_f} S_e^t \sqrt{3} = 0.832 \times 0.831 \times \frac{1}{1.33} \times 295 = 153 \text{ MPa}$$

$$\alpha_t = \frac{S_e^f}{S_e^t} = \frac{125}{153} = 0.817$$

TENSION

$$\sigma_a = \frac{32M}{\pi d^3} = \frac{32(3000 \times 9'81 \cdot 10^{-2})}{\pi (40 \cdot 10^{-3})^3} = 47 \text{ MPa}$$

$$\tau_a = \frac{16T}{\pi d^3} = \frac{16(1200 \times 9'81 \cdot 10^{-2})}{\pi (40 \cdot 10^{-3})^3} = 10 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_m = 0$$

$$\bar{\sigma}_a = \sqrt{\sigma_a^2 + 3\tau_a^2} = \sqrt{47^2 + 3 \times 10^2} = 50 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_a^* = \sqrt{\sigma_a^2 + 3(\alpha \tau_a)^2} = \sqrt{47^2 + 3(0'817 \times 10)^2} = 49 \text{ MPa}$$

FATIGA

$$\frac{\bar{\sigma}_a^*}{S_e^f} = \frac{1}{C_{S1}} ; \frac{49}{125} = \frac{1}{C_{S1}} \Rightarrow \boxed{C_{S1} = 2'55}$$

FLUENCIA

$$\frac{\bar{\sigma}_a}{S_y} = \frac{1}{C_{S2}} ; \frac{50}{450} = \frac{1}{C_{S2}} \Rightarrow \boxed{C_{S2} = 9'8}$$