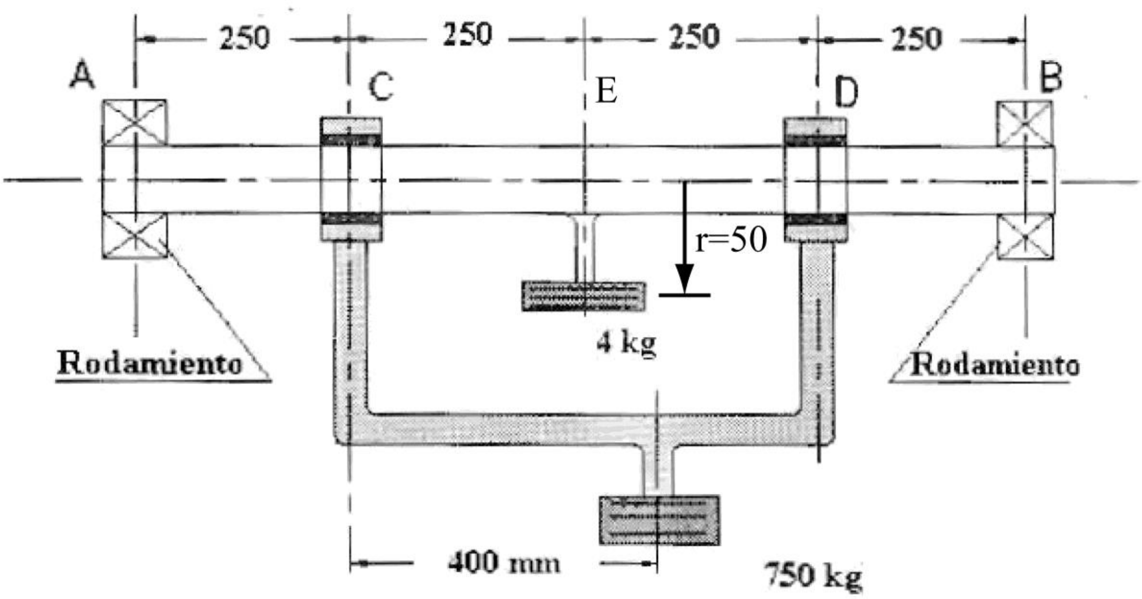
Examen de TECNOLOGIA DE MAQUINAS – Julio 21
Nombre...

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 gira con el propio eje, por lo que causa unas tensiones constantes en el mismo.

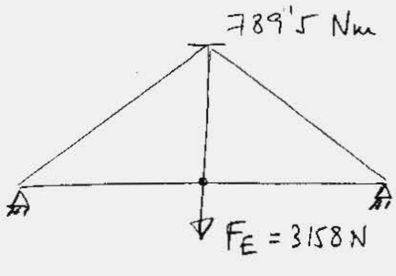
La carga de 750 kg se reparte a las secciones C y D como,

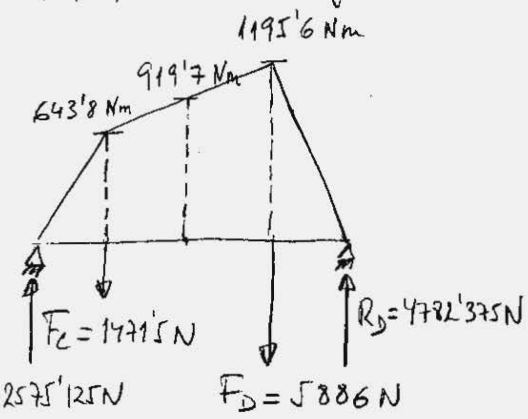
$$F_C = 750 \times 9'81 \times \frac{100}{500} = 1471'5 \text{ N}$$

$$F_D = 750 \times 9'81 \times \frac{400}{500} = 5886 \text{ N}$$

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

La carga debida al peso de la masa 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 (C^{te}) debida a la carga FE 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_D es,

$$\sigma_a = \frac{32M}{\pi d^3} = \frac{32 \times 919'7}{\pi d^3} = \frac{9368}{d^3}$$

Cálculo de resistencia:

$$K_a = a S_u^{\,b} = 4'51 \times 420^{-0'265} = 0'91$$

$$K_b = 1'189\, d^{-0'097} \underset{\text{suponiendo } d = 50 \text{ mm}}{=} 1'189 \times 50^{-0'097} = 0'81$$

$$S'_e = 0'5\, S_u = 0'5 \times 420 = 210 \text{ MPa}$$

$$S_e = K_a K_b S'_e = 0'91 \times 0'81 \times 210 = 154 \text{ MPa}$$

Criterio de Goodman modificado,

$$\frac{\sigma_m}{S_u} + \frac{\sigma_a}{S_e} = \frac{1}{G} \Rightarrow \frac{\frac{8041}{d^3}}{420 \cdot 10^6} + \frac{\frac{9368}{d^3}}{154 \cdot 10^6} = \frac{1}{2}$$

$$d = 0'054 \text{ m} = 54 \text{ mm}$$

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, $\boxed{d = 54 \text{ mm}}$

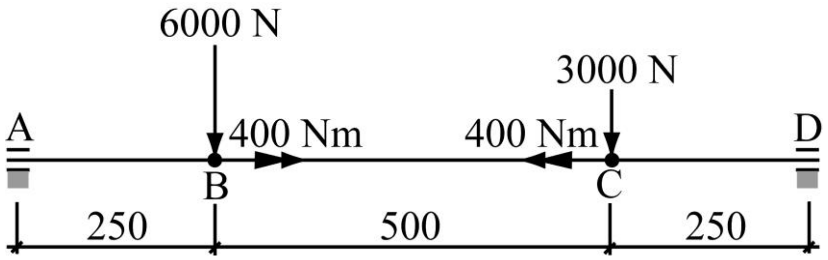
$$\frac{\sigma_m + \sigma_a}{S_y} = \frac{1}{G'} \Rightarrow \frac{\frac{8041}{0'054^3} + \frac{9368}{0'054^3}}{325 \cdot 10^6} = \frac{1}{G'}$$

$G' = 2'75$, 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.



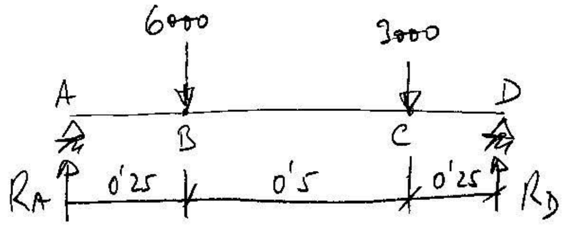
a) Obtener los diagramas de momentos flectores y torsores sobre el eje.

b) Indicar cuál es la sección crítica del eje desde el punto de vista de su resistencia.

c) Calcular las tensiones que soporta dicha sección.

d) Determinar el valor de la resistencia a fatiga a vida infinita en la sección crítica.

e) 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?



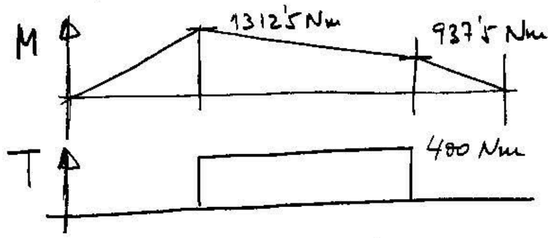
a) $\Sigma M_A = 0$

$6000 \times 0'25 + 3000 \times 0'75 = R_D \times 1$

$\boxed{R_D = 3750\ N}$

$\Sigma F_{vert} = 0$

$R_A + R_D - 6000 - 3000 = 0 \Rightarrow \boxed{R_A = 5250\ N}$



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

c) Sección B $\begin{cases} M = 1312'5\ Nm \\ T = 400\ Nm \end{cases}$

$$\sigma_a = \frac{32M}{\pi d^3} = \frac{32 \times 1312'5}{\pi \times 0'05^3} = \boxed{107\ MPa = \sigma_a}$$

$$\tau_m = \frac{16T}{\pi d^3} = \frac{16 \times 400}{\pi \times 0'05^3} = 16\ MPa \Rightarrow \boxed{\sigma_m = \sqrt{3}\,\tau_m = 28\ MPa}$$

d) $S_e' = 0'5\, S_u = 0'5 \times 500 = 250\ MPa$

$k_a = a\, S_u^{\,b} = 4'51 \times 500^{-0'265} = 0'86$

$k_b = 1'189\, d^{-0'097} = 1'189 \times 50^{-0'097} = 0'81$

$$\boxed{S_e = k_a k_b S_e' = 0'86 \times 0'81 \times 250 = 174\ MPa}$$

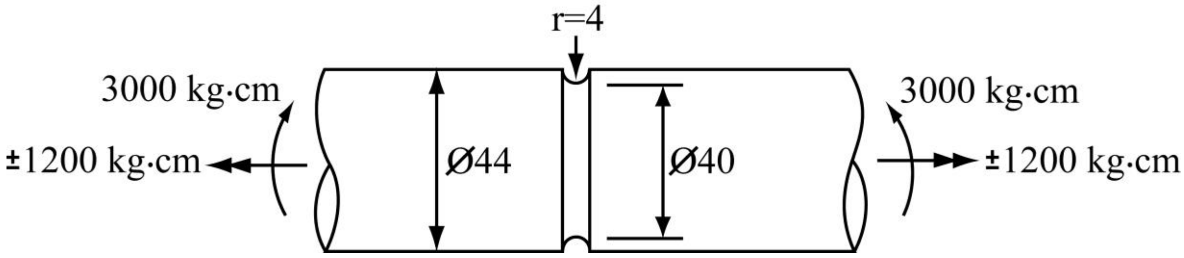
e) $\dfrac{\sigma_m}{S_u} + \dfrac{\sigma_a}{S_e} = \dfrac{1}{C_{S_1}}$; $\dfrac{28}{500} + \dfrac{107}{174} = \dfrac{1}{C_{S_1}}$; $\boxed{C_{S_1} = 1'48}$

$\dfrac{\sigma_m + \sigma_a}{S_y} = \dfrac{1}{C_{S_2}}$; $\dfrac{28 + 107}{350} = \dfrac{1}{C_{S_2}}$; $C_{S_2} = 2'55$

Más limitativo

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. en frío : $S_u = 590\ MPa$, $S_y = 490\ MPa$

RESISTENCIA

Flexión

$$S'_e = 0'5\, S_u = 0'5 \times 590 = 295\ MPa$$

$$k_a = a\, S_u^{\,b} = 4'51 \times 590^{-0'265} = 0'832$$

$$k_b = 1'189\, d^{-0'097} = 1'189 \times 40^{-0'097} = 0'831$$

$$\left.\begin{aligned} \frac{D}{d} &= \frac{44}{40} = 1'1 \\ \frac{r}{d} &= \frac{4}{40} = 0'1 \end{aligned}\right\} k_t = 1'74 \qquad \left.\begin{aligned} S_u &= 0'59\ GPa \\ r &= 4\ mm \end{aligned}\right\} q = 0'84$$

$$k_f = 1 + q\,(k_t - 1) = 1 + 0'84 \times (1'74 - 1) = 1'62$$

$$S_e^f = k_a\, k_b\, \frac{1}{k_f}\, S'_e = 0'832 \times 0'831 \times \frac{1}{1'62} \times 295 = 125\ MPa$$

$$\alpha_f = 1$$

Torsión

$$S'_{es} = \frac{S'_e}{\sqrt{3}} = \frac{295}{\sqrt{3}}$$

$$k_a = 0'832\ ;\ k_b = 0'831$$

$$\left.\begin{aligned} \frac{D}{d} &= 1'1 \\ \frac{r}{d} &= 0'1 \end{aligned}\right\} k_t = 1'38 \qquad \left.\begin{aligned} S_u &= 0'59\ GPa \\ r &= 4\ mm \end{aligned}\right\} q = 0'87$$

$$k_f = 1 + q\,(k_t - 1) = 1 + 0'87 \times (1'38 - 1) = 1'33$$

$$S_e^t = k_a\, k_b\, \frac{1}{k_f}\, S'_{es}\, \sqrt{3} = 0'832 \times 0'831 \times \frac{1}{1'33} \times 295 =$$

$$= 153\ MPa$$

$$\alpha_t = \frac{S_e^f}{S_e^t} = \frac{125}{153} = 0'817$$

TENSION

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

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

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

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

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

FATIGA

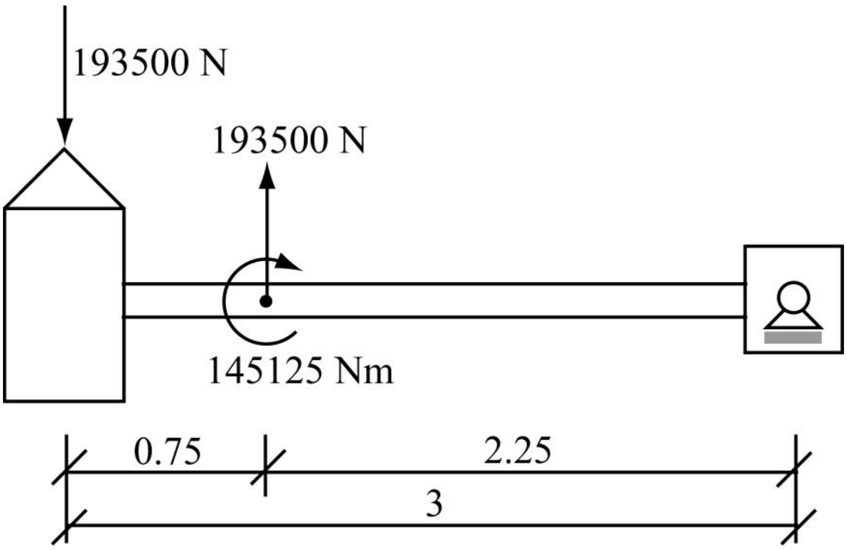
$$\frac{\overline{\sigma}_a^*}{S_e^f} = \frac{1}{C_{S_1}} \;;\; \frac{49}{125} = \frac{1}{C_{S_1}} \Rightarrow \boxed{C_{S_1} = 2'55}$$

FLUENCIA

$$\frac{\overline{\sigma}_a}{S_y} = \frac{1}{C_{S_2}} \;;\; \frac{50}{490} = \frac{1}{C_{S_2}} \Rightarrow \boxed{C_{S_2} = 9'8}$$

Examen de TECNOLOGIA DE MAQUINAS – Enero 23
Nombre..

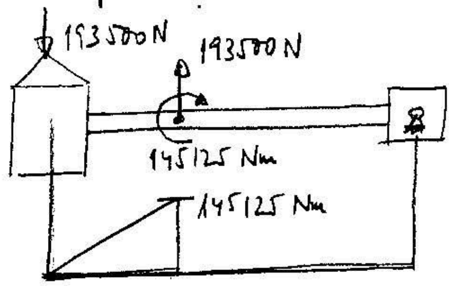
La figura muestra el péndulo de una máquina de impacto que se utiliza para realizar ensayos de certificación de equipos. Cada vez que se realiza un ensayo, el péndulo se ve sometido a las fuerzas y el momento que se indican. El péndulo está fabricado en un acero AISI 1040 estirado en frío. La barra del péndulo es de sección rectangular, con canto *h* y ancho 0.5*h*.



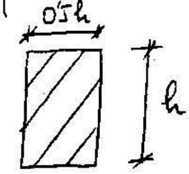
Calcular el valor de *h* necesario para conseguir un coeficiente de seguridad de 2 frente a fatiga a vida infinita.

Nota: las dimensiones de la figura están en m.

El diagrama de momentos flectores sobre el péndulo es el siguiente,



Sección de la viga del péndulo:



AISI 1040 est. en frío : $S_y = 490$ MPa , $S_u = 590$ MPa

$S'_e = 0'5\, S_u = 0'5 \times 590 = 295$ MPa

$K_a = a\, S_u^b = 4'51 \times 590^{-0'265} = 0'83$

$K_b = 1'189\, d_{eq}^{-0'097}$

$d_{eq} = 0'81 \sqrt{bh} = 0'81\sqrt{0'5 h^2} = 0'57\, h$ ↳ en mm

Para poder utilizar el canto h como variable en m a lo largo del problema, aquí pondremos los mm correspondientes a h m.

$d_{eq} = 0'57 \times 1000\, h = 570\, h$ ↳ en m

$K_b = 1'189 \times (570\, h)^{-0'097} = 0'642\, h^{-0'097}$

$S_e = K_a K_b S'_e = 0'83 \times 0'642\, h^{-0'097} \times 295 =$
$= 157\, h^{-0'097}$ MPa ↳ en m

La tensión máxima se producirá en la sección donde está aplicado el momento, y valdrá :

$$\sigma = \frac{Mc}{I} = \frac{145125 \times 0'5h}{\frac{1}{12}\, 0'5 h^4} = \frac{1741500}{h^3}$$

La tensión en la sección oscilará entre cero (cuando el péndulo esté inactivo) y σ (cuando se realiza un ensayo). Entonces,

$$\sigma_m = \sigma_a = \frac{\sigma}{2}$$

Aplicando Goodman modificado,

$$\frac{\sigma_m}{S_u} + \frac{\sigma_a}{S_e} = \frac{1}{G_1} \Rightarrow \frac{\sigma/2}{S_u} + \frac{\sigma/2}{S_e} = \frac{1}{2}$$

Simplificando,

$$\frac{\sigma}{S_u} + \frac{\sigma}{S_e} = 1 \Rightarrow \frac{1741500}{590 \cdot 10^6 h^3} + \frac{1741500}{157 h^{-0'097} 10^6 h^3} = 1$$

$$\frac{1'7415}{590 h^3} + \frac{1'7415}{157 h^{2'903}} = 1$$

Probando valores de h para encontrar la solución, se obtiene:

$$h = 0'233 \text{ m} = \boxed{233 \text{ mm} = h}$$

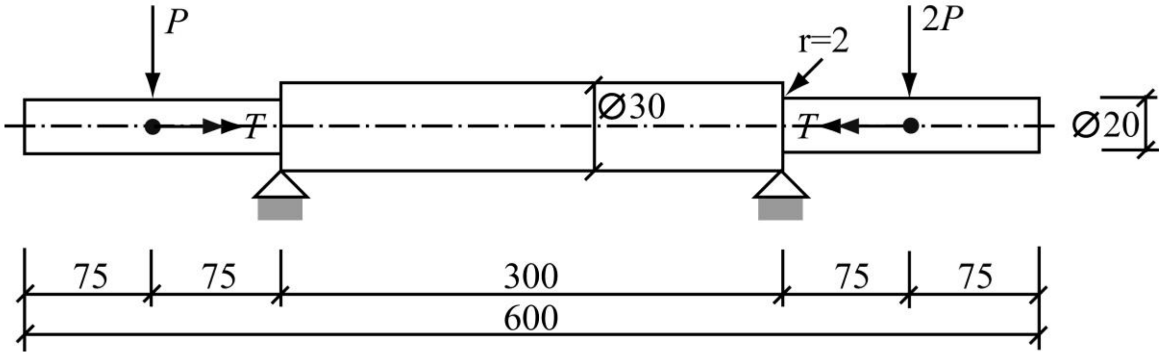
En cuanto a la fluencia,

$$\frac{\sigma}{S_y} = \frac{1}{G_2} \Rightarrow \frac{1741500}{490 \cdot 10^6 \times 0'233^3} = \frac{1}{G_2} \Rightarrow G_2 = 3'56$$

luego es más restrictiva la fatiga.

Nombre...

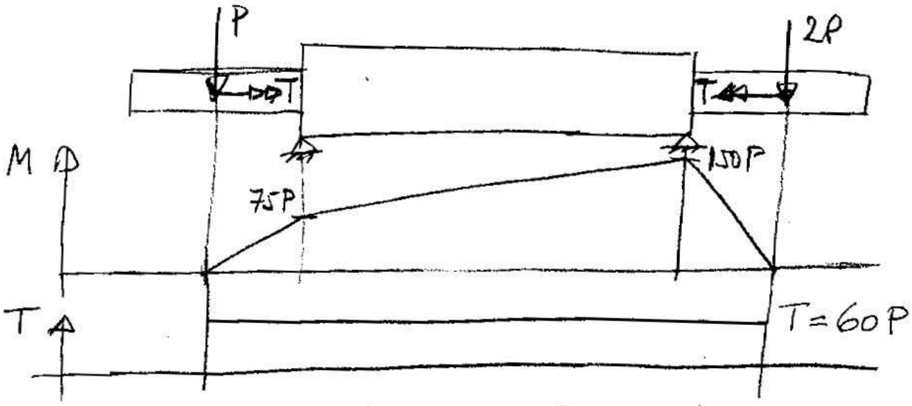
La figura muestra un eje rotatorio de acero AISI 1035 estirado en frío y mecanizado. El eje forma parte de una reductora, soportando las cargas no rotativas de valores *P* y 2*P*, así como los pares constantes motor y resistente de valor *T*, en entrada y salida, respectivamente. El valor de *T* en Nm se obtiene como *T*=60*P*, con *P* en kN. Todos los radios de acuerdo del eje son de 2 mm.



Como prueba inicial, el eje va a ser sometido a las siguientes tres fases de operación sucesivas:

Fase	**Vueltas**	***P* (N)**
1	100.000	800
2	35.000	1000
3	10.000	1200

Determinar si el eje soportará toda la prueba o si fallará antes de su finalización y, en caso de fallo, indicar fase y número de vueltas en que se producirá el mismo.



La sección crítica será la menor en el apoyo derecho. La sección está sometida a flexión rotativa con momento flector $M = 150P$, y a torsión continua con momento torsor $T = 60P$.

AISI 1035 est. en frío: $S_u = 550$ MPa, $S_y = 460$ MPa.

$S'_e = 0'5\, S_u = 0'5 \times 550 = 275$ MPa

$k_a = a\, S_u^{\,b} = 4'51 \times 275^{-0'265} = 0'847$

$k_b = 1'189\, d^{-0'097} = 1'189 \times 20^{-0'097} = 0'889$

$\left.\begin{array}{l} \frac{D}{d} = \frac{30}{20} = 1'5 \\ \frac{r}{d} = \frac{2}{20} = 0'1 \end{array}\right\} K_t = 1'7 \qquad \left.\begin{array}{l} r = 2 \text{ mm} \\ S_u = 0'55 \text{ GPa} \end{array}\right\} q = 0'78$

$K_f = 1 + q(K_t - 1) = 1 + 0'78\,(1'7 - 1) = 1'546$

$S_e = k_a k_b \frac{1}{K_f} S'_e = 0'847 \times 0'889 \times \frac{1}{1'546}\, 275 = 134$ MPa

$S_{10^3} = 0'9\, S_u = 0'9 \times 550 = 495$ MPa

$\sigma_a = \frac{32M}{\pi d^3} = \frac{32 \times 150P}{\pi \times 0'02^3} = 191P$ MPa

$\tau_m = \frac{16T}{\pi d^3} = \frac{16 \times 60P}{\pi \times 0'02^3} = 38'2P$ MPa

$$\sigma_{m} = \sqrt{3}\,\tau_{m} = \sqrt{3} \times 38'2P = 66'2P \ \text{MPa}$$

los ciclos que podría aguantar el eje a fatiga bajo cada nivel de carga serán:

$$\frac{\sigma_m}{S_u} + \frac{\sigma_a}{S_{Ni}} = 1 \quad ; \quad \frac{66'2P}{550} + \frac{191P}{S_{Ni}} = 1$$

Haciendo $P = 0'8$ kN para $i=1$, $P = 1$ kN para $i=2$, y $P = 1'2$ kN para $i=3$, se obtiene:

$$N_1 = 292330 \ ; \ N_2 = 77832 \ ; \ N_3 = 25674$$

Aplicando ahora la fórmula de Palmgren-Miner,

$$\frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} + \frac{n_3}{N_3} = \frac{1}{C_S} \ ; \ \frac{100000}{292330} + \frac{35000}{77832} + \frac{10000}{25674} = \frac{1}{C_S}$$

$C_S = 0'84 \Rightarrow$ luego el eje NO soportará la prueba, sino que fallará durante la fase 3, ya que las dos primeras fracciones suman menos de la unidad. Entonces,

$$\frac{100000}{292330} + \frac{35000}{77832} + \frac{n}{25674} = 1$$

$n = 5346$ vueltas

<u>El eje fallará tras completar 5346 vueltas de la fase 3.</u>