



Trabajo Práctico 8: Torsión: Ejes circulares

Ejercicio 1.

Un eje compuesto está formado por un cilindro circular interno de material elástico con módulo de corte G_1 , y un anillo circular exterior de material elástico con módulo de corte G_2 . Los materiales están unidos de forma segura en la interfaz r_i . Usando la derivación de texto en las Secciones 2.1 a 2.4 (Unidad 4-A) como modelo, obtenga fórmulas para el ángulo de torsión Φ y para el esfuerzo cortante $\tau_{\theta z}$, que resultan de la aplicación del momento de torsión M_t .

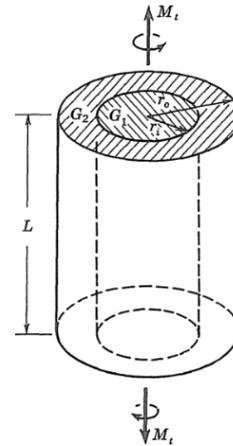


Figura 1: Ejercicio 1.

Ejercicio 2.

El eje solido está hecho de un material que tiene un esfuerzo cortante permisible de $\tau_{per} = 10\text{Mpa}$. Determine el diámetro requerido del eje con una precisión de 1mm . Dibuje el diagrama de momento a lo largo del eje.

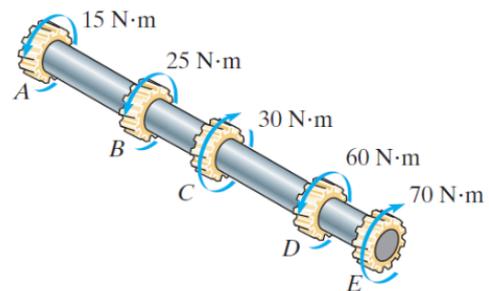


Figura 2: Ejercicio 2.

Ejercicio 3.

El motor mostrado en la figura entrega $15HP$ a la polea A mientras gira a la velocidad constante de $1800rpm$. Determine, el diámetro más pequeño posible para fijar el eje BC , si el esfuerzo cortante permisible para el acero es $\tau_{per} = 12ksi$. La banda no se desliza sobre la polea.

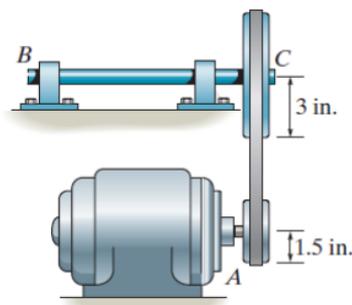


Figura 3: Ejercicio 3.

Ejercicio 4.

El motor de un helicóptero entrega $600HP$ al eje del rotor AB cuando la hélice está girando a $1200rev/min$. Determine el diámetro del eje AB si el esfuerzo cortante permisible $\tau_{per} = 8ksi$ y las vibraciones limitan un ángulo de torsión del eje a $0.05rad$. El eje tiene 2 pies de largo y está fabricado de acero L_2 .

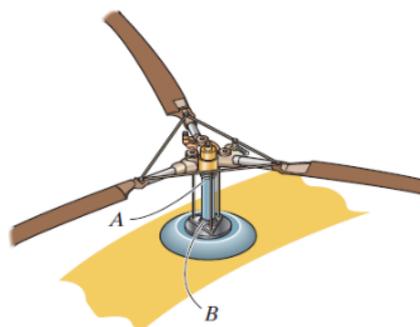


Figura 4: Ejercicio 4.

Ejercicio 5.

El eje ABC de $60mm$ de diámetro se encuentra apoyado en dos chumaceras, mientras que el eje EH con un diámetro de $80mm$ esta fijo en E y se apoya sobre una chumacera en H . Si $T_1 = 3kN.m$ y $T_2 = 4kN.m$, determine el ángulo de giro de los engranajes en A y C . Los ejes están fabricados de acero $A - 36$.

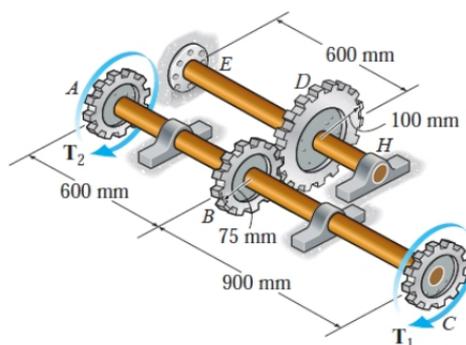


Figura 5: Ejercicio 5.

Ejercicio 6.

El motor A desarrolla un par de torsión de $450\text{ lb}\cdot\text{pie}$ en el engranaje B , el cual se aplica a lo largo de la línea central del eje de acero CD que tiene un diámetro de 2 pulg . Este par de torsión se transmite a los engranajes de piñón en E y F . Si los engranajes se fijan de manera temporal, determine el esfuerzo cortante máximo en los segmentos CB y BD del eje. Además, ¿Cuál es el ángulo de giro de cada uno de estos segmentos? Los cojinetes en C y D sólo ejercen reacciones de fuerza sobre el eje y no se resisten al par de torsión. $G_{ac} = 12 \times 10^3\text{ ksa}$

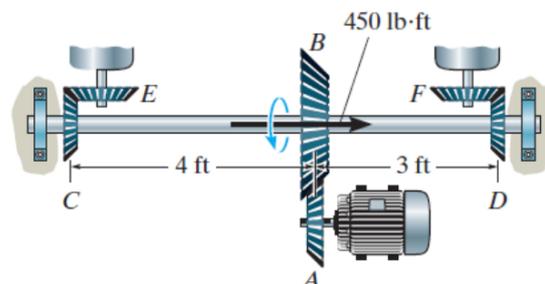


Figura 6: Ejercicio 6.

Ejercicio 7.

El eje de acero inoxidable 304 tiene 3 m de longitud y un diámetro exterior de 60 mm . Cuando gira a 60 rad/s transmite 30 kw de potencia desde el motor E hasta el generador G . Determine el menor grosor posible del eje si el esfuerzo cortante permisible es $\tau_{per} = 150\text{ MPa}$ y el eje no se puede torcer más de 0.08 rad .



Figura 7: Ejercicio 7.

Ejercicio 8.

Si el eje sólido AB al que está conectada la manivela de una válvula es de latón rojo $C83400$ y tiene un diámetro de 10 mm , determine las máximas fuerzas de par F que pueden aplicarse a la manivela justo antes de que el material comience a fallar. Considere $\tau_{per} = 40\text{ MPa}$ ¿Cuál es el ángulo de giro en la manivela? El eje se encuentra fijo en A .

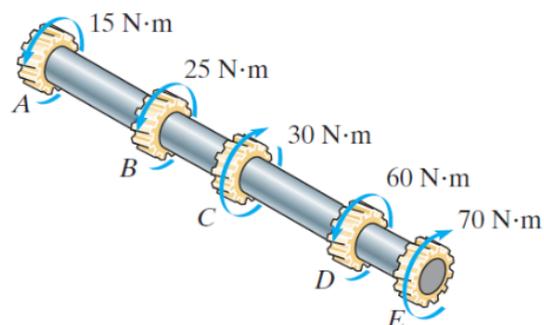


Figura 8: Ejercicio 8.

Ejercicio 9.

Al taladrar un agujero en una pata de una mesa, un carpintero utiliza un taladro de operación manual con una broca con diámetro $d = 4.0\text{mm}$.

- Si el par de torsión resistente suministrado por la pata de la mesa es igual a 0.3N.m , ¿cuál es el esfuerzo cortante máximo en la broca del taladro?
- Si el módulo de elasticidad cortante del acero es $G = 75\text{GPa}$, ¿cuál es la razón de torsión de la broca del taladro (grados por metro)?

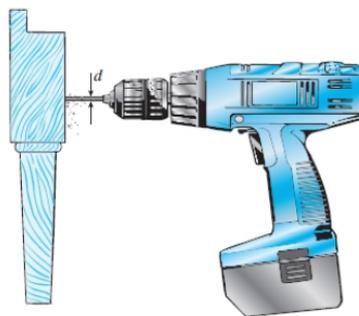


Figura 9: Ejercicio 9.

Ejercicio 10.

Al desmontar una rueda para cambiar un neumático, un conductor aplica fuerzas $P = 25\text{lb}$ en los extremos de dos de los brazos de una llave de cruz. La llave está hecha de acero con módulo de elasticidad cortante $G = 11.4 \times 10^6\text{psi}$. Cada brazo de la llave tiene una longitud de 9.0in y tiene una sección transversal circular sólida con diámetro $d = 0.5\text{in}$.

- Determine el esfuerzo cortante máximo en el brazo que gira la tuerca del birlo (brazo A).
- Determine el ángulo de torsión (en grados) de este mismo brazo.

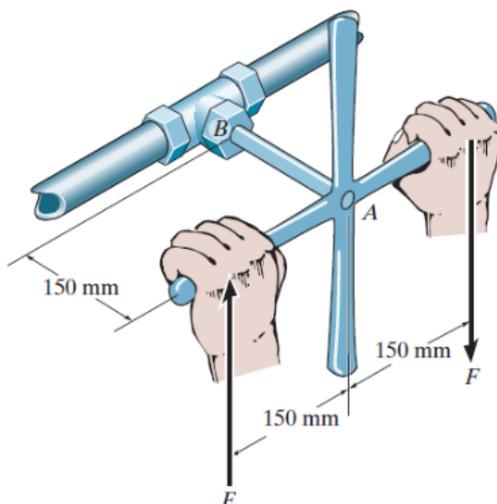


Figura 10: Ejercicio 10.

Ejercicio 11.

Un eje escalonado $ABCD$ que consiste en segmentos circulares sólidos se somete a tres pares de torsión, como muestra en la figura. Los pares de torsión tienen magnitudes de $12.5k - in$, $9.8k - in$ y $9.2k - in$. La longitud de cada segmento es $25in$ y los diámetros de los segmentos son $3.5in$, $2.75in$ y $2.5in$. El material es acero con módulo de elasticidad en cortante $G = 11.6 \times 10^3 ksi$

- a) Calcule el esfuerzo cortante máximo t_{\max} en el eje.

- b) Calcule el ángulo de torsión (en grados) en el extremo D.

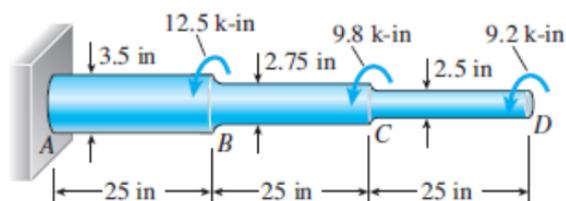


Figura 11: Ejercicio 11.

Ejercicio 12.

Un tubo hueco $ABCDE$ construido de metal está sometido a cinco pares de torsión que actúan en los sentidos que se muestran en la figura. Las magnitudes de los pares de torsión son $T_1 = 1000lb - in$, $T_2 = T_4 = 500lb - in$ y $T_3 = T_5 = 800lb - in$. El tubo tiene un diámetro exterior $d_2 = 1in$. El esfuerzo cortante permisible es $12,000psi$ y la razón de torsión permisible es $2^\circ/ft$. Determine el diámetro interior máximo permisible d_1 del tubo.

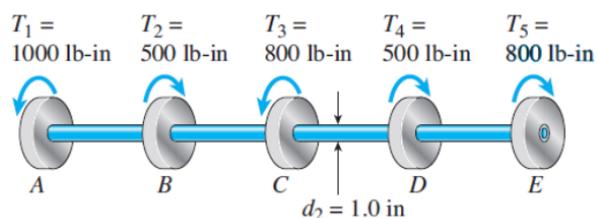


Figura 12: Ejercicio 12.

Ejercicio 13.

Un eje sólido de acero ABC con $50 mm$ de diámetro es impulsada en A por un motor que transmite $50 kW$ al eje a $10 Hz$. Los engranes en B y C impulsan maquinaria que requiere potencia igual a $35 kW$ y $15 kW$, respectivamente. Calcule el esfuerzo cortante máximo τ_{max} en el eje y el ángulo de torsión ϕ_{AC} entre el motor en A y el engrane en C. (Utilice $G = 80 GPa$).

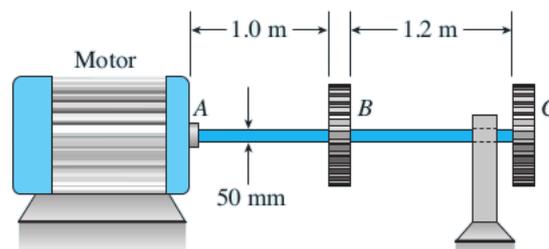


Figura 13: Ejercicio 13.

Ejercicio 14.

Una barra ahusada AB con sección transversal circular se somete a pares de torsión T aplicados en los extremos. El diámetro de la barra varía linealmente de d_A en el extremo izquierdo a d_B en el extremo derecho, suponiendo que d_B es mayor que d_A .

- Determine el esfuerzo cortante máximo en la barra.
- Deduzca una fórmula para el ángulo de torsión de la barra.

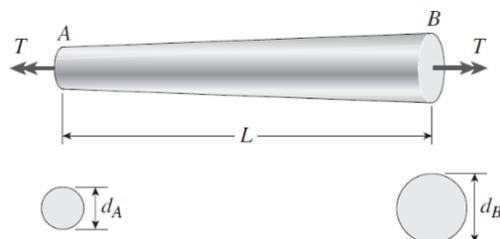


Figura 14: Ejercicio 14.

Ejercicio 15.

Al perforar un pozo, se supone que el extremo profundo de la tubería de perforación encuentra una resistencia a la torsión T_A . Por otra parte, la fricción del suelo a lo largo de los lados del tubo crea una distribución lineal del par de torsión por unidad de longitud que varía desde cero en la superficie B hasta t_A en A .

- Determine el par de torsión necesario T_B que debe suministrar la unidad propulsora para girar la tubería.
- Calcule el esfuerzo cortante máximo en la tubería.
- Además, ¿cuál es el ángulo relativo de giro de un extremo de la tubería con respecto al otro extremo cuando el tubo está a punto de girar? El tubo tiene un radio exterior r_o y un radio interior r_i . El módulo cortante es G .

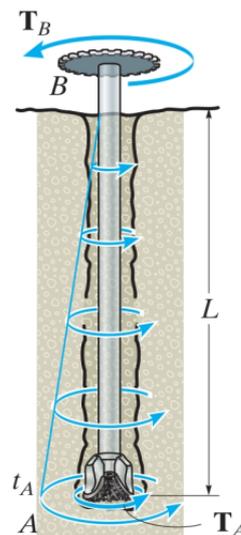


Figura 15: Ejercicio 15.

Ejercicio 16.

La barra ACB que se muestran en las figuras está fija en los dos extremos y cargada por un par de torsión T_0 en el punto C. Los segmentos AC y CB de la barra tienen diámetros d_A y d_B ,

longitudes L_A y L_B y momentos polares de inercia I_{PA} e I_{PB} , respectivamente. El material de la barra es el mismo en los dos segmentos. Obtenga:

- Las fórmulas para los pares de torsión reactivos T_A y T_B en los extremos,
- Los esfuerzos cortantes máximos τ_{AC} y τ_{CB} en cada segmento de la barra,
- El ángulo de rotación ϕ_c en la sección transversal donde se aplica la carga T_0 .

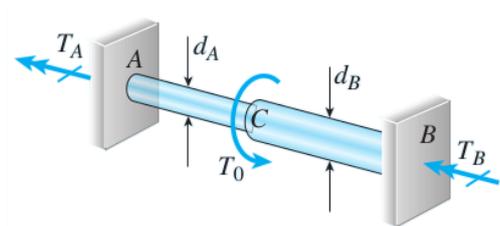


Figura 16: Ejercicio 16.

Ejercicio 17.

Se va a fabricar un eje de acero como una barra circular sólida o bien como un tubo circular. Se requiere que el eje transmita un par de torsión de 1200 N.m sin que se exceda un esfuerzo cortante permisible de 40 MPa ni una razón de torsión permisible de $0.75^\circ/\text{m}$. (El módulo de elasticidad en cortante del acero es 78 GPa).

- Determine el diámetro necesario d_0 del eje sólido.
- Determine el diámetro exterior necesario d_2 del eje hueco si su espesor t se especifica igual a un décimo del diámetro exterior.
- Determine la razón de los diámetros (es decir, la razón d_2/d_0) y la razón de los pesos de los ejes hueco y sólido.

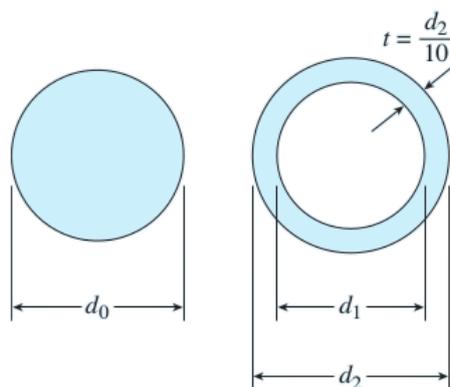


Figura 17: Ejercicio 17.