

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

#### DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES

- 1. Introducción
- 2. Materiales para fabricar ejes
- 3. Configuración del eje
- 4. Diseño de ejes para el esfuerzo
- 5. Consideraciones sobre deflexión
- 6. Velocidades críticas de ejes
- 7. Componentes diversos de los ejes

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

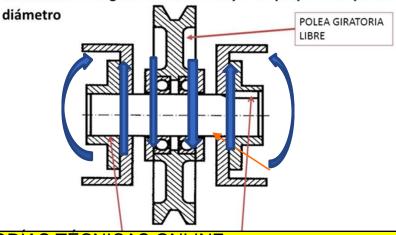


# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES 1. Introducción

#### o Concepto de eje

- "Un eje es un elemento no giratorio que no transmite par de torsión que se utiliza para soportar ruedas rotatorias, poleas y elementos parecidos"
- El eje de un automóvil no es un eje verdadero. El término es un remanente de la era de caballo y la calesa, cuando las ruedas giraban sobre elementos no

Pieza estática que soporta a otros elementos que giran alrededor de él: poleas, ruedas dentadas. No transmiten potencia. Se encuentran sometidos esfuerzos de flexión y cortantes. Su longitud es mucho mayor en proporción que su



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



#### DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES 1. Introducción

- o Concepto de eje
  - Un eje no giratorio puede diseñarse con facilidad y analizarse como una viga estática.

Pieza estática que soporta a otros elementos que giran Eie  $R_1 = R_2 = \frac{F}{2}$ alrededor de él: poleas, ruedas dentadas. No transmiten potencia. Se encuentran sometidos esfuerzos de flexión y Reacciones cortantes. Su longitud es mucho mayor en proporción que su  $V_{AB} = R_1$   $V_{BC} = -R_2$ diámetro Esfuerzos cortantes POLEA GIRATORIA  $M_{AB} = \frac{Fx}{2} \qquad M_{BC} = \frac{F}{2}(l-x)$ LIBRE Momentos flectores Deformadas  $y_{\text{max}} = -$ 

Cartagena99

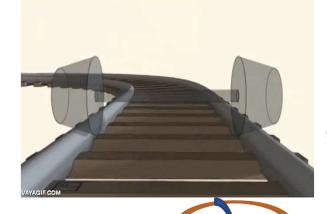
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES

#### 1. Introducción

- Concepto de eje
  - "Un eje es un elemento no giratorio que no transmite par de torsión que se utiliza para soportar ruedas rotatorias, poleas y elementos parecidos"

Pieza estática que soporta a otros elementos que giran









Cartagena99

diámetro

Eie

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

APOYOS FIJOS DEL EJE

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Camarcio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento en virtud al Sociedad de la Información y de Camarcio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento en virtud al Sociedad de la Información y de Camarcio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el presente documento en virtud al Sociedad de la Información y de Camarcio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el presente documento en virtud al Sociedad de la Información y de Camarcio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información de un terror hace de la Información y de Camarcio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información de un terror hace de la Información y de Camarcio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información de un terror hace de la Información y de Camarcio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información de la Información de

LIBRE

# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES

#### 1. Introducción

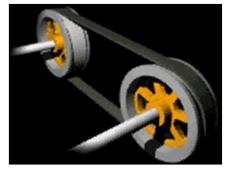


- Concepto de árbol transmisor de potencia
  - "Un árbol de transmisión, también llamado árbol principal es aquel que recibe la potencia de una máquina motriz y la transmite a máquinas conectadas a él por medio de correas, cadenas o engranajes."
- El árbol de potencia, generalmente de sección transversal circular, se emplea por tanto para transmitir potencia o movimiento.
- Es el eje de rotación u oscilación de elementos como engranes, poleas, volantes de inercia, manivelas o similares.

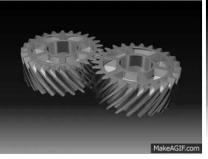


# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES 1. Introducción

- o Concepto de árbol transmisor de potencia
  - "Un árbol de transmisión, también llamado árbol principal es aquel que recibe la potencia de una máquina motriz y la transmite a máquinas conectadas a él por medio de correas, cadenas o engranajes."









Árbol:

Es el órgano giratorio de una máquina o de un mecanismo cuya función es la de transmitir o recibir potencia . Se encuentra siempre sometido a esfuerzos de flexión y torsión. Longitud mínima posible respecto al diámetro para soportar mejor las esfuerzos.

ENGRANAJE

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLÎNE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -



# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES 1. Introducción

o El árbol de potencia, generalmente de sección transversal circular, se emplea por tanto para transmitir potencia o movimiento.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÊCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información ación contenida en el documento es ilícitado de sibra bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.



Punto de contacto

Cartagena99

Mf

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

Ft

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

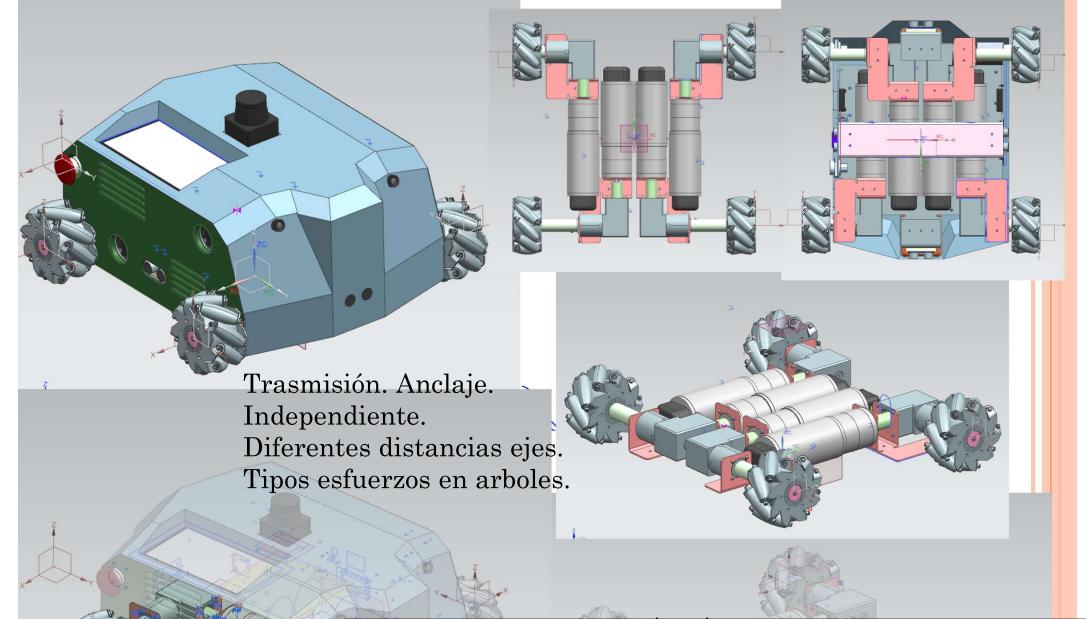


Fn



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

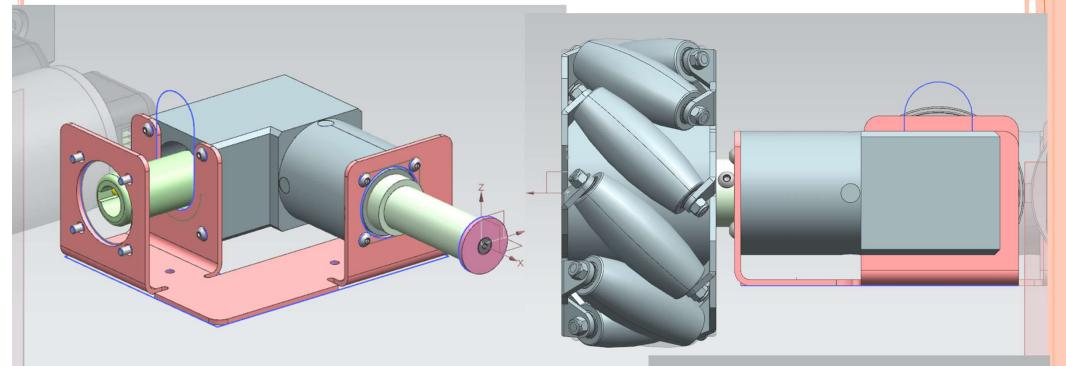
- - -

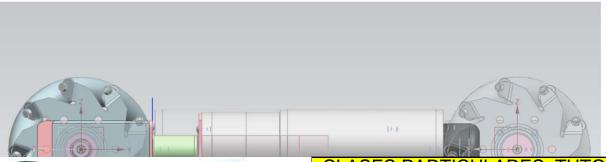


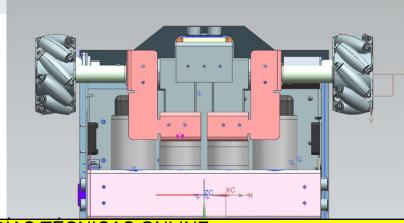
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.





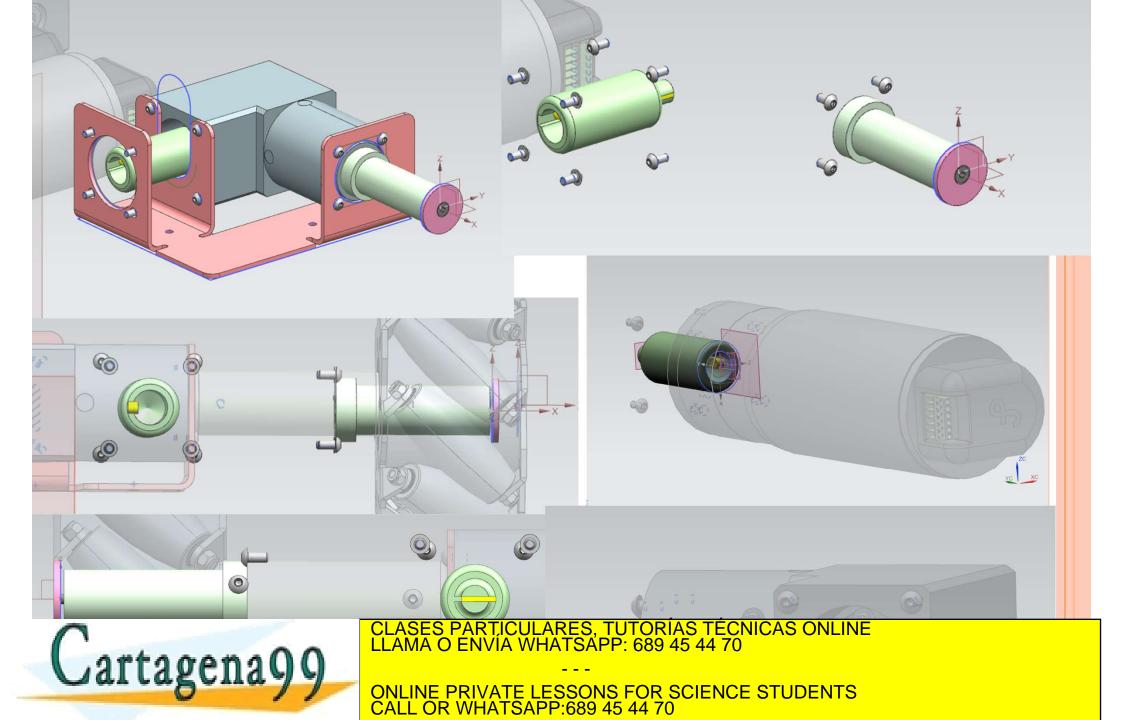


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

italial ally 10.

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en del documento es ilícitado les ibna bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.



www.cartagenase.com no se hace esponsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información de un tercero háganoslo saber y será retirada.











SPRING LOADED SHAFT

Eje de giro

Rodamiento

SHOCK ABSORBER

HIGH PERFORMANCE MOTOR

Cartagena99

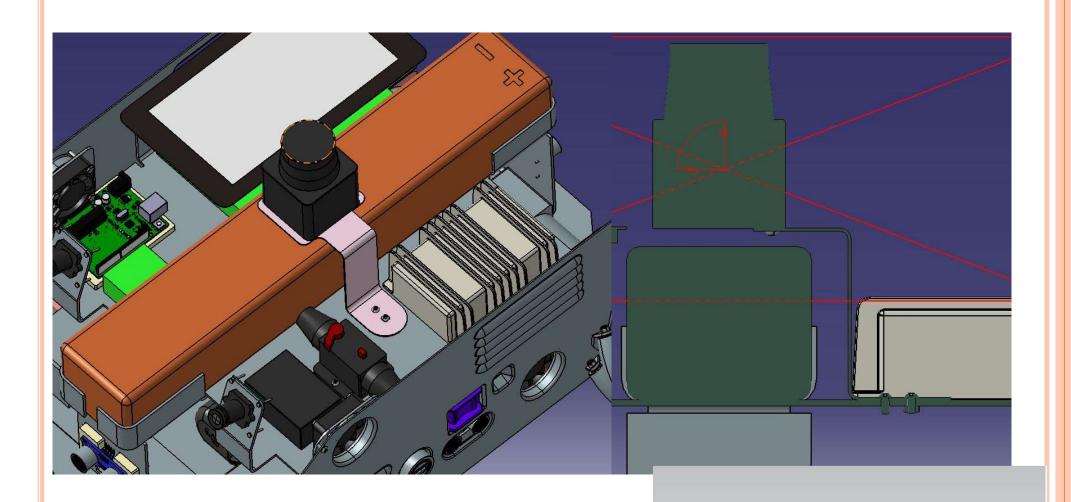
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

#### Cilindro exterior

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17,1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la info**mba**ció**n cse**tenida en el documento es ilicita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.



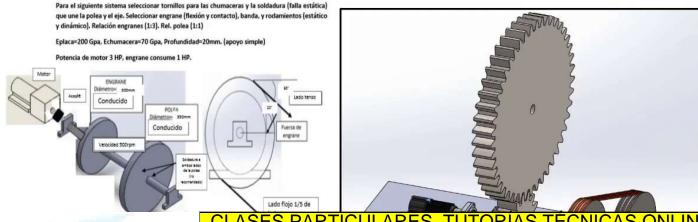
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información en como de la composida en el descumento en ilicitado desibra bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES 1. Introducción

- El estudio de los ejes puede estudiarse con las técnicas estudiadas en Resistencia de Materiales.
- No hay en ellos <u>nada único que los haga especiales</u>. Sin embargo, debido a que se utilizan muchísimo, merece la pena prestar una especial atención a sus aplicaciones de diseño de máquinas.
- El diseño de un árbol completo depende de los componentes que irán en él.
- Habitualmente se identificarán las <mark>áreas críticas</mark> y se dimensionarán para cumplir los requisitos de resistencia.

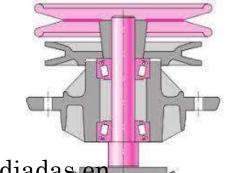


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

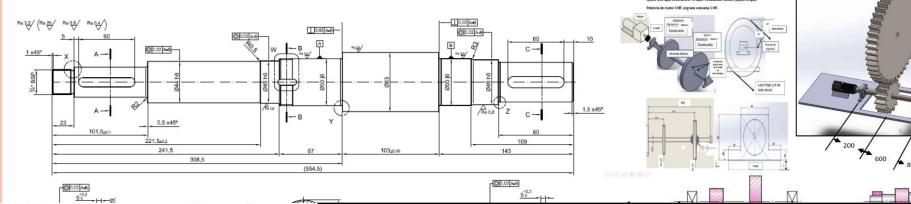


# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES 1. Introducción



- o El estudio de los ejes puede estudiarse con las técnicas estudiadas en Resistencia de Materiales.
- No hay en ellos <u>nada único que los haga especiales</u>. Sin embargo, debido a que se utilizan muchísimo, merece la pena prestar una especial atención a sus aplicaciones de diseño de máquinas.
- El diseño de un árbol completo depende de los componentes que irán en él.

 Habitualmente se identificarán las áreas críticas y se dimensionarán para cumplir los requisitos de resistencia.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

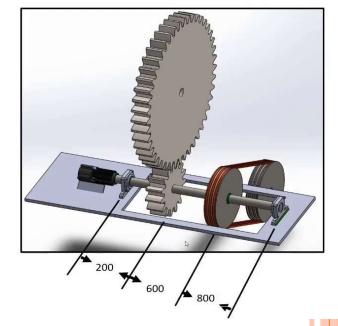
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17. Pro la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información estenida en el documento es ilicitaro lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES

#### 1. Introducción

- Los análisis de deflexión y pendiente no pueden realizarse hasta que se haya definido la geometría de todo el eje.
- o Por tanto la deflexión es una función de la geometría de todas las partes, mientras que el <mark>esfuerzo</mark> en una <mark>sección de interés</mark> es una función de la geometría local.
- Una vez que se han establecido valores tentativos para las dimensiones del eje se pueden determinar deflexiones e inclinaciones.



CASO N°	TIPO DE CARGA	MOMENTO MAXIMO	PRENDIENTE EN EL EXTREMO	ECUACIÓN DE LA ELASTICA	DEFLEXIÓN MAXIMA
9	$R_1 = \frac{b_L^{\dagger} - b_L^{\dagger}}{L} - \frac{b_L^{\dagger}}{\theta_R}$ $R_2 = \frac{b_L^{\dagger} - b_R^{\dagger}}{R_2}$	$M = \frac{wL^2}{9\sqrt{3}}$ $= \frac{2WL}{9\sqrt{3}}$	$\theta_L = \frac{7wL^3}{360EI}$ $\theta_R = \frac{8wL^3}{360EI}$	$EIy = \frac{wx}{360L} (7L^4 - 10L^2x^2 + 3x^4)$	$\delta = \frac{2.5wL^4}{384EI} = \frac{5WL^3}{384EI}$ en $x = 0.519L$
	Yland North				

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.dartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el presente documento en virtud al Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el presente de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.

NEBRIJA

#### Cambios secciones en función elementos. Funcionamiento afecta a los puntos críticos.

Arbol:

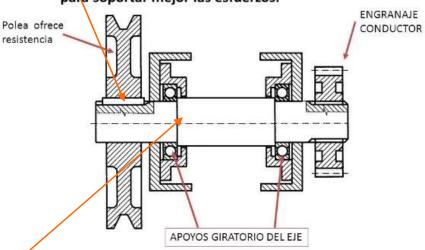
Eje

diámetro

Pieza estática que soporta a otros elementos que giran alrededor de él: poleas, ruedas dentadas. **No transmiten potencia**. Se encuentran sometidos **esfuerzos** de **flexión** y **cortantes**. **Su longitud es mucho mayor en proporción que su** 

APOYOS FIJOS DEL EJE

POLEA GIRATORIA LIBRE Es el órgano giratorio de una máquina o de un mecanismo cuya función es la de transmitir o recibir potencia. Se encuentra siempre sometido a esfuerzos de flexión y torsión. Longitud mínima posible respecto al diámetro para soportar mejor las esfuerzos.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



- La deflexión se ve afectada por la rigidez (no por la resistencia). La rigidez depende el material y la geometría.
- Si el material es fijo (p.e. acero) donde el módulo de elasticidad es esencialmente constante en sus distintas variaciones, sólo nos quedará la geometría de la pieza para influir en la rigidez de la misma.
  - Rigidez

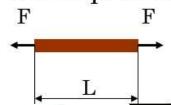
 $K = \frac{\Gamma}{U}$  Unidades: [N/m]

Relación entre fuerza y desplazamiento.

Sección transversal

Barra prismática sometida a tracción.

b b



 $E = \frac{\sigma_x}{\varepsilon_x}$ 

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLÍNE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

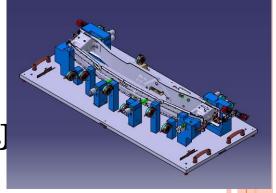
Rigidez de la barra

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el la la compensación de la información de la compensación de la compensaci



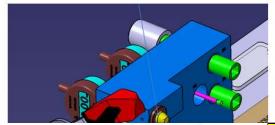
# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES

#### 2. MATERIALES PARA FABRICAR EJ

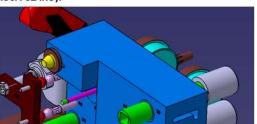


- Los aceros de mayor resistencia (por tratamiento térmico o aleaciones) no tienen por qué garantizar una mejor resistencia. Como se ha visto, en estos aceros la falla por fatiga se reduce moderadamente y puede llegar a contrarrestar los efectos beneficiosos de una resistencia mayor.
- Suele ser buena práctica comenzar con un acero de bajo costo (contenido bajo o medio de carbono) como primer paso en los cálculos de diseño.
- Si las consideraciones de resistencia dominan sobre las de deflexión, entonces puede probarse un material con mayor resistencia, lo que permite que los tamaños del eje se reduzcan hasta que el exceso de deflexión adquiera importancia.

CONTROL PERNOS Z3.
CONTROL PLANITUD. RELOJES TRES P2.
CENTRADOR CONICO EN POSICIONAMIENTO Y.



CONTROL POSICIONAMIENTO Z4. SE HAN DESPLAZADO LOS DOS RPS X3 Y X5 (COLOR ROSA CLARO).



Deformación mayor en eje...

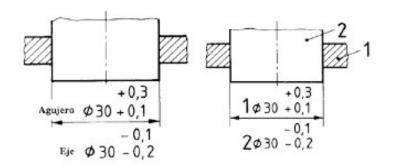
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



- o El costo del material y su procesamiento debe ponderarse en relación con la necesidad de contar con diámetros de ejes más pequeños. Espacio, peso-Dinero.
- Por lo general los ejes no requieren endurecimiento superficial a menos que sirvan como un recubrimiento real en una superficie de contacto.
- El acero estirado en frío se usa para diámetros menores de 75mm. El diámetro nominal puede dejarse sin maquinar en áreas que no requieren el ajuste de los componentes (Tolerancias dimensionales).



Posición de la tolerancia para agujeros y ejes

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

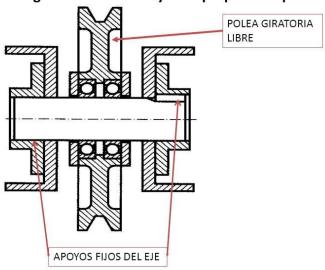
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS

Agujero

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información bontenida en el presente documento en virtud al Artículo 17,1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información os rehida en el documento en ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada

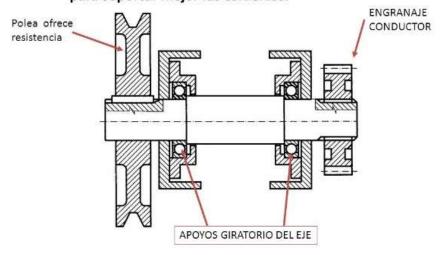
Eje

Pieza estática que soporta a otros elementos que giran alrededor de él: poleas, ruedas dentadas. No transmiten potencia. Se encuentran sometidos esfuerzos de flexión y cortantes. Su longitud es mucho mayor en proporción que su diámetro



Árbol:

Es el órgano giratorio de una máquina o de un mecanismo cuya función es la de transmitir o recibir potencia. Se encuentra siempre sometido a esfuerzos de flexión y torsión. Longitud mínima posible respecto al diámetro para soportar mejor las esfuerzos.



Posición de la tolerancia para agujeros y ejes

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Agujero

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17,1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 17 de julio de 2002. Si la info**rbiación con**tenida en **el documento es** ilicitado las ibha bienes o derechos de un tercero háganosio saber y será retirad



- o El acero estirado en frío se usa para diámetros menores de 75mm. El diámetro nominal puede dejarse sin maquinar en áreas que no requieren el ajuste de los componentes (Tolerancias dimensionales).
  - El acero laminado en frío pasa por un proceso de conformación a temperatura ambiente. No hay que preocuparse por el cambio de volumen y de forma del material. Es adecuado para usos en los que no se requieren formas precisas y tolerancias bajas. El laminado en frío es normalmente más costoso que el laminado en caliente.
  - El laminado en frío aumenta la resistencia y dureza del acero y disminuye su ductilidad (es decir, su capacidad de deformarse plásticamente de manera sostenible sin romperse), y por eso es necesario someterlo a un proceso llamado recocido.
- o El acero laminado en caliente debe maquinarse por completo. En ejes grandes, cuando se retira mucho material, los esfuerzos residuales pueden tender a causar alabeo.
  - Es acero laminado que ha pasado por el proceso de conformación a una **temperatura superior a los 926 grados** para evitar que se recristalice. Al acero que está por encima de la temperatura de recristalización puede dársele forma mucho más fácilmente. También es más barato de fabricar. Durante el proceso de enfriamiento, el acero laminado en caliente se contrae, haciendo que su tamaño y forma final sean menos

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

\_ \_ .

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Jues illiales.



#### DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES

#### 2. MATERIALES PARA FABRICAR EJES

- La cantidad de piezas a fabricar debe tenerse en cuenta en la selección del material.
- El torneado es la operación más común. Un punto de vista económico puede requerir la eliminación de una cantidad mínima de material.
- Si la producción es alta puede permitir ir a un mínimo de material del eje y se puede llegar a especificar hierro fundido. Los engranes deberán fundirse de manera integral con el eje.
- Las propiedades del eje depende localmente de su historia: trabajo en frio, formado en frío, laminado de los rasgos del filete, tratamiento térmico, medio de temple, agitación y régimen de templado.
- o En algunos entornos agresivos puede ser una opción el acero inoxidable.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

#### DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES 3. Configuración del eje

- La geometría de un eje suele ser la de un cilindro escalonado, en función de la posición de los elementos que debe acomodar.
- o El uso de "hombros" es un buen método para localizar en forma axial los elementos del eje y para ejecutar cualquier carga de empuje necesaria.
- La configuración geométrica del eje dependerá de los elementos que vayan sobre él. Puede haber más de una solución.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES 3. Configuración del eje

• No existen reglas absolutas pero se pueden seguir algunas directrices relativas a ...

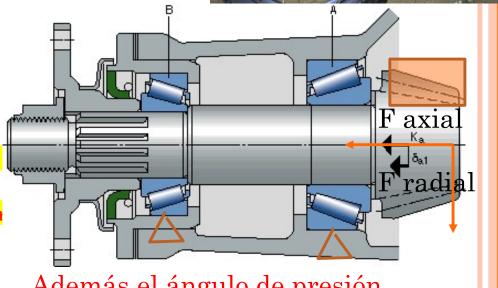
Configuración axial de componentes (En general...)

• Mejor apoyar los componentes que soportan carga entre cojinetes, en lugar de colocarlos en voladizo.

• Poleas y coronas dentadas se montarán por fuera para facilitar la instalación de la banda o cadena. La longitud del voladizo debe mantenerse corta para minimizar la deflexión.

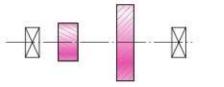
• Sólo dos cojinetes. En ejes largos puede ser necesario más. En este caso atención con el alineamiento de los cojinetes.

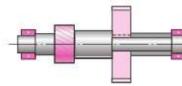
• Ejes mantenerse cortos para minimizar momentos y deflexiones.



Además el ángulo de presión.

Dirección normal al plano de la vista.





Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES. 3. Configuración del eje

No existen reglas absolutas pero se pueden seguir algunas directrices relativas a ...

Configuración axial de componentes (En general...)

Sólo dos cojinetes. En ejes largos puede ser necesario más. En este caso atención con el alineamiento de los cojinetes.

Ejes mantenerse cortos para minimizar momentos y deflexiones.

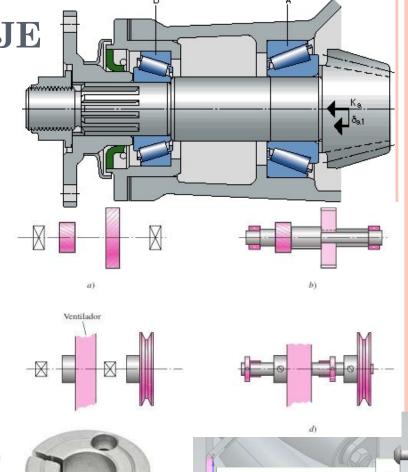
Deseable cierto espacio axial entre componentes para el flujo de lubricante y dar espacio para el desensamble.

Los componentes de carga deben colocarse cerca de los cojinetes (para reducir el momento y las deflexiones)

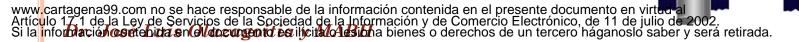
Ubicación axial de los componentes por

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70









# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES 3. Configuración del eje

#### Soporte de cargas axiales

- Donde sea necesario proporcionar un medio de transferir las cargas axiales al eje, y después, mediante un cojinete, al suelo. (P.e. engranes helicoidales o cojinetes de rodillo). Los hombros existentes pueden ayudar.
- Mejor un solo cojinete para soportar la carga axial, permite tolerancias más grandes en las dimensiones de la longitud del eje y es compatible con cambios de temperatura. (P.e. cojinete empotrado vs cojinete apoyado libre)

Clases Particulares, Tutorias Tecnicas Online
Llama O Envía Whatsapp: 689 45 44 70

Online Private Lessons for science students
Call Or Whatsapp: 689 45 44 70

www.cartacena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida so el lo comercio en la sociedad de la Información contenida so en el lo comercio en la sociedad de la Información con en la comercio de la local de la Información con en la comercio de la Información y de Comercio de la Información y del Información y de Comercio de la Información y del Información y del Informaci



especifico

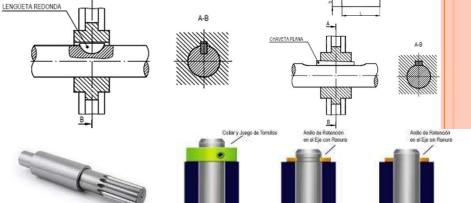
carga axial.

# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES

#### 3. CONFIGURACIÓN DEL EJE

#### o Transmisión de par de torsión

- Muchos árboles deben poder transmitir un par de torsión de un engrane o polea de entrada, a travé LENGOLIA REDONDA del eje, a un engrane o polea de salida.
- El tamaño debe ser adecuado para soportar el esfuerzo y la deflexión por torsión.
- Necesario proporcionar un medio para transmitir el par de torsión entre el eje y los engranes.
  - Cuñas chavetas
  - Ejes estriados
  - Tornillos de fijación





Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TÚTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

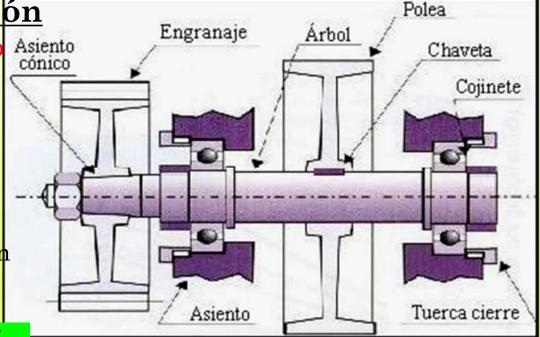


# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES 3. Configuración del eje

Transmisión de par de torsión

• Necesario proporcionar un medio para transmitir el par de torsión entre el eje y los engranes.

- Cuñas chavetas
- Ejes estriados
- o Tornillos de fijación
- Pasadores
- Ajustes a presión o por contracción
- Ajustes ahusados
- Además de transmitir el par, muchos de estos dispositivos están diseñados para fallar si el par de torsión excede ciertos límites de operación aceptables, con lo que se



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

criticas.



# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES 3. CONFIGURACIÓN DEL EJE



- Tener en cuenta el método de <u>ensamblado</u> de los componentes al eje, y de éste al marco.
- En gral. requiere el diámetro más grande en el centro del eje, y diámetros progresivamente más pequeños hacia los extremos para permitir que los componentes se deslicen hacia las puntas.
- Si se necesita un hombro a ambos lados de un cojinete, debe crearse uno por un anillo de retención o un manguito entre dos componentes.
  - La misma caja de engranes necesitará medios para posicionar el eje en sus cojinetes y éstos en el marco. Se logra proporcionando acceso a través del alojamiento del cojinete en el extremos del eje.

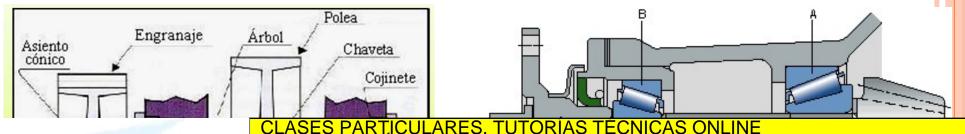
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TECNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES 3. Configuración del eje

#### Ensamble y desensamble

- Cuando se requiere ajuste por presión al eje, diseñarse para que no sea necesario presionar sobre una longitud larga del eje. Esto puede requerir un cambio adicional del diámetro, pero reducirá el costo de fabricación y ensamble (tolerancia estrecha en longitud corta).
- Tener en cuenta la necesidad de desensamblar los componentes. Considerar aspectos de accesibilidad a los tornillos de retención, espacio para jaladores, aberturas para permitir la presión del eje o los cojinetes, etc.



Cartagena99

CLÁSES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS **CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70** 

www.cartagena99.com no se hace respons**able de** la información contenida en el decumento en virtud al Artículo 17.1 de la ey de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilicita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganos es aber y será retirada.

# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES 4. DISEÑO DE EJES PARA EL ESFUERZO

#### Ubicaciones críticas

- No es necesario estudiar los esfuerzos en todos los puntos de un eje; hacerlo en las ubicaciones potencialmente críticas que habitualmente se localizan en la <u>superficie exterior</u>, en ubicaciones <u>axiales donde el momento flector es grande</u>, donde el par de torsión está presente y donde existen concentraciones de esfuerzo.
- Por comparación directa pueden identificarse unas cuantas ubicaciones críticas sobre las cuales puede basarse el diseño. También puede resultar útil una evaluación de situaciones de esfuerzo típicas.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES 4. DISEÑO DE EJES PARA EL ESFUERZO

#### Ubicaciones críticas

- No es necesario estudiar los esfuerzos en todos los puntos de un eje; hacerlo en las ubicaciones potencialmente críticas que habitualmente se localizan en la <u>superficie exterior</u>, en ubicaciones <u>axiales donde el momento flector es grande</u>, donde el par de torsión está presente y donde existen concentraciones de esfuerzo.
- Por comparación directa pueden identificarse unas cuantas ubicaciones críticas sobre las cuales puede basarse el diseño. También puede resultar útil una evaluación de situaciones de esfuerzo típicas.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

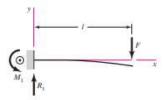


#### MOMENTOS FLECTORES.

Momentos flectores en dos planos. Fuerza tangencial y normal engranajes. Se sumaran.



#### 1 Cantilever-end load



$$R_1 = V = F \qquad M_1 = Fl$$

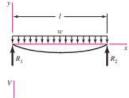
$$M = F(x - l)$$

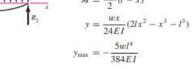
$$y = \frac{Fx^2}{6EI}(x - 3l)$$

$$Fl^3$$

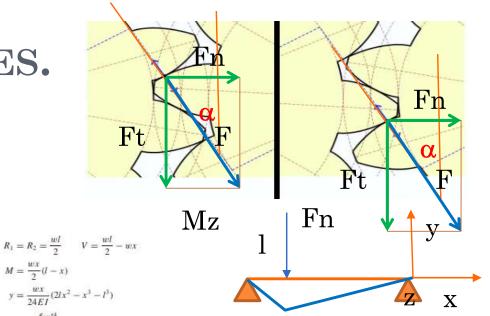


#### 7 Simple supports-uniform load

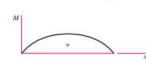






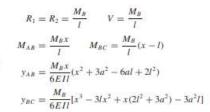


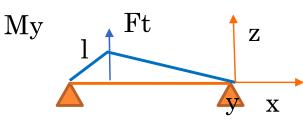






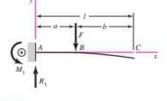








$$Meq = \sqrt{Mz + My^2}$$



2 Cantilever-intermediate load

$$M_{AB} = F(x - a) \qquad M_{BC} = 0$$
$$y_{AB} = \frac{Fx^2}{6EI}(x - 3a)$$
$$y_{BC} = \frac{Fa^2}{6EI}(a - 3x)$$

 $R_1 = V = F$   $M_1 = Fa$ 

LLAMA O ENVÍA WHATSÁPP: 689 45 44 70





Teoría de máquinas.rar

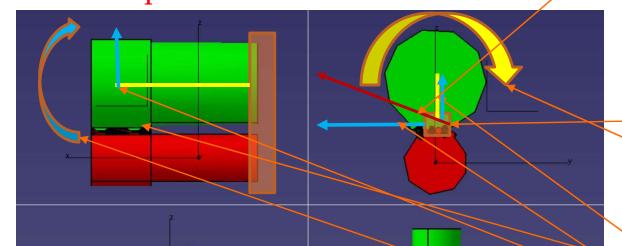
DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES Potencia=ParxVel. angular

P=T<sub>\omega</sub>

#### 4. DISEÑO DE EJES PARA EL ESFUERZO

#### Ubicaciones críticas

• La mayoría de los ejes transmiten la torsión a través de una parte de ellos. El par de torsión suele ser relativamente constante. El esfuerzo cortante debido a torsión será mayor Angulo de presión. en superficies exteriores.



Zona contacto Generadora torsión Tx= Momento Torsor Punto concentración Tensiones.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

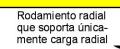


#### <u>Ubicaciones críticas</u>

- Los flectores se determinan por diagramas y habitualmente es necesario construirlos en dos planos. El ángulo de fase no es importante puesto que el eje gira y alternará tracción y compresión en cada sección por cada revolución del eje.
- El esfuerzo normal es mayor en las superficies exteriores.
- Los esfuerzos axiales sobre eje (debidos a engranes helicoidales o cojinetes ahusados de rodillo) casi siempre son despreciables en comparación con el esfuerzo flector. A menudo son constantes por lo que contribuyen poco a la fatiga. En general es aceptable despreciarlos carando hay flexión presente en el eje

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



#### o Esfuerzos en ejes

- Un eje puede estar sometido a esfuerzos de flexión, torsión y axiales, con componentes medias y alternantes.
- Cargas axiales comparativamente menores. Despreciables.
- Esfuerzos fluctuantes:

Flexión 
$$\sigma_a = K_f \frac{M_a c}{I}$$
  $\sigma_m = K_f \frac{M_m c}{I}$   $\sigma = \frac{32M}{\pi d^3}$ 

$$\sigma_{m} = K_{f} \frac{M_{m}c}{I}$$

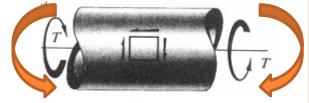
Torsión 
$$\tau_a = K_{fs} \frac{T_a c}{J}$$
  $\tau_m = K_{fs} \frac{T_m c}{J}$   $\tau = \frac{16T}{\pi d^3}$ 

$$\tau_{\scriptscriptstyle m} = K_{\scriptscriptstyle fs} \, \frac{T_{\scriptscriptstyle m} c}{J}$$

Circular

$$\sigma = \frac{32M}{\pi d^3}$$

$$\tau = \frac{16T}{\pi d^3}$$



• Donde las *Ms* representan los momentos flexionantes y las Ts los pares de torsión medio y alternante.

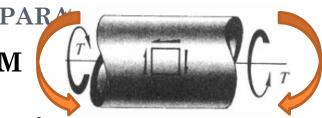
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



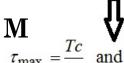
#### DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES

4. DISEÑO DE EJES PAR

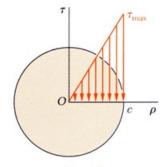
**ESFUERZO** 



$$\int \rho \tau \ dA = \frac{\tau_{\text{max}}}{c} \int \rho^2 \ dA = \frac{\tau_{\text{max}}}{c} J$$



$$\tau_{\text{max}} = \frac{Tc}{J}$$
 and  $\tau = \frac{T\rho}{J}$ 



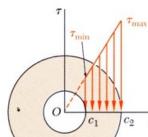
$$J = \frac{1}{2}\pi c^4$$

#### Esfuerzos en ejes

 Un eje puede estar sometido a esfue axiales, con componentes medias v

Tuci Zos en ejes	
<del>-</del>	
TI- oi o od o ostor som otido o ostru	_
Un eje puede estar sometido a esfuc	





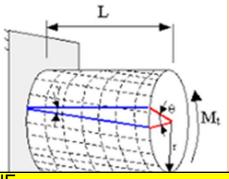
$$J = \frac{1}{2}\pi \left(c_2^4 - c_1^4\right)$$

torsiónaxial
$$\gamma = \frac{\rho \emptyset}{L}$$
 $\varepsilon = \frac{\delta}{L}$ 

$$\tau = \frac{T}{\left(J/\rho\right)}$$

J módulo de torsión o momento de torsión (o inercia torsional)

$$\sigma = \frac{F}{A}$$



## Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



## DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES

#### 4. DISEÑO DE EJES PARA EL ESFUERZO

#### Esfuerzos en ejes

Esfuerzos fluctuantes:

$$\sigma_a = K_f \frac{M_a c}{I}$$

$$\sigma_a = K_f \frac{M_a c}{I}$$

$$\sigma_m = K_f \frac{M_m c}{I}$$

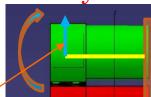
$$\tau_a = K_{fs} \frac{T_a c}{J}$$

$$\tau_a = K_{fs} \frac{T_a c}{J} \qquad \tau_m = K_{fs} \frac{T_m c}{J}$$

- Ms momentos flexionantes y las Ts los pares de torsión.
- Las **K**s son los factores de concentración de esfuerzo por fatiga de flexión y de torsión.

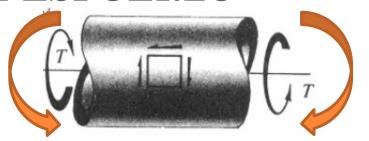
Si es Cte Flexión reversible o altarnada

Cartagena 99



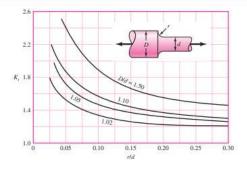


 $K_{fS} = q(K_{tS} - 1) + 1$ 





Kt.

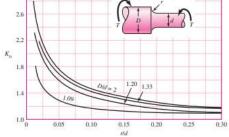


M



Kts





Si es Cte.

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 $\mathbf{M}$ 



#### Esfuerzos en ejes

• Supuesto eje sólido con sección transversal redonda, se pueden introducir términos apropiados para *c*, *I* y *J*.

$$\sigma_{a} = K_{f} \frac{32M_{a}}{\pi d^{3}} \qquad \sigma_{m} = K_{f} \frac{32M_{m}}{\pi d^{3}}$$

$$\tau_{a} = K_{fs} \frac{16T_{a}}{\pi d^{3}} \qquad \tau_{m} = K_{fs} \frac{16T_{m}}{\pi d^{3}}$$

$$\mathbf{M}$$

$$\mathbf{M}$$

• Cuando se combinan estos esfuerzos según la teoría de Von Mises para ejes giratorios, redondos y sólidos sin tener en cuenta las cargas axiales tenemos:

 $\sigma'_{a} = \left(\sigma_{a}^{2} + 3 \cdot \tau_{a}^{2}\right)^{1/2} = \left[\left(\frac{32K_{f}M_{a}}{2}\right)^{2} + 3\left(\frac{16K_{fs}T_{a}}{2}\right)^{2}\right]^{1/2}$ CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena 99

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

umento en virtud al NEBRIJ.

## DISEÑO DE E-16 (14 (KMa) ARED) 1/2 + 1 (Kf Mm) 2 + 3 (Kf STm) 2] 1/2 4. DISEÑO DE EJES PARA EL ESFUERZO

#### Esfuerzos en ejes

- Recordar que, en ocasiones, los factores de concentración del esfuerzo son opcionales para los componentes medios con materiales dúctiles.
- Estos esfuerzos medios y alternantes equivalentes pueden evaluarse usando una curva de falla apropiada sobre el diagrama de Goodman.
- Por ejemplo, si tomamos como referencia la línea de Goodman...

CS 
$$\xrightarrow{n} \frac{1}{n} = \frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_{ad}}$$
 Se sin 1/Kf=Kt porque esta fuera y diferenciado en flexión y torsión.

• Sustituyendo las tensiones media y alternante según las fórmulas anteriores ...

 $16 \left[ 1 \left[ 4(x_1, x_2)^2 \right]^{1/2} \right] \left[ 4(x_1, x_2)^2 \right]^{1/2}$ 

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



## DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES

#### 4. DISEÑO DE EJES PARA EL ESFUERZO

#### o Esfuerzos en ejes

in bending.  $\sigma_0 = Mc/I$ , where c = d/2 and  $I = \pi d^4/64$ .



Kts

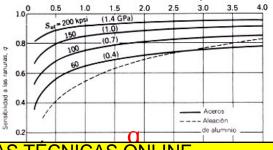
• Según la teoría de Goodman...

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{ut}} \left[ 4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$
• Según Soderberg... 
$$K_f = q(K_t - 1) + 1$$

$$K_{fS} = q(K_{tS} - 1) + 1$$

$$K_{fS} = q(K_{tS} - 1) + 1$$

En ejes es más común utilizar 
$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/2}$$
 Soderberg. No hace falta verificar la fluencia. Según Gerber...



Cartagena99

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



 $d = \left(\frac{8nA}{1+\left[1+\left(\frac{2BS_e}{2}\right)^2\right]^{1/2}}\right)^{1/3}$ 

#### Esfuerzos en ejes

• En caso de eje giratorio con flexión y torsión constantes, el esfuerzo flexionante es reversible y la torsión es constante, por lo que se pueden simplificar las ecuaciones anteriores:

$$M_m = T_a = 0$$

- Siempre es necesario comprobar que no falla estáticamente en el primer ciclo de carga. Arranque régimen transitorio.
- Criterios como Soderberg evita inherentemente la fluencia. En otros hay que comprobarlo...

$$\sigma'_{\text{max}} = \left[ (\sigma_m + \sigma_a)^2 + 3(\tau_m + \tau_a)^2 \right]^{1/2} \qquad n_y = \frac{S_y}{\sigma'}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLÍNE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

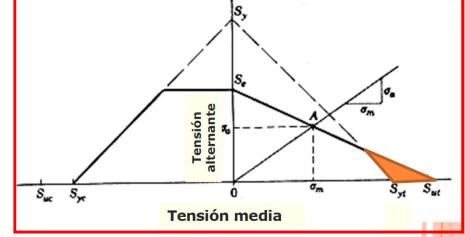


#### o Esfuerzos en ejes

• Criterios como Soderberg evita inherentemente la fluencia. En otros hay que comprobarlo...

$$\sigma_{\text{max}}' = \left[ \left( \sigma_m + \sigma_a \right)^2 + 3 \left( \tau_m + \tau_a \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$n_y = \frac{S_y}{\sigma_y}$$



• Para una verificación rápida y muy conservadora de la fluencia se puede reemplazar  $\sigma'_{max}$  con  $\sigma'_{a} + \sigma'_{m}$ .

Cartagena99

CLASÉS PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

 $\pi d^{\circ}$  max  $\iota^{\circ} u$  . The  $\iota^{\circ}$ 



#### Esfuerzos en ejes

• En caso de eje giratorio con flexión y torsión constantes, el esfuerzo flexionante es reversible y la torsión es constante, por lo que se pueden simplificar las ecuaciones anteriores:

$$\begin{split} M_{m} &= T_{a} = 0 \\ M_{m} &= T_{a} = 0 \end{split} \qquad \sigma_{a} = K_{f} \frac{32M_{a}}{\pi d^{3}} \quad \sigma_{m} = K_{f} \frac{32M_{m}}{\pi d^{3}} = 0 \\ \sigma'_{a} &= (\sigma_{a}^{2} + 3 \cdot \tau_{a}^{2})^{1/2} = \left[ \left( \frac{32 f M_{a}}{\pi d^{3}} \right)^{2} + 3 \left( \frac{16K_{fs}T_{a}}{\pi d^{3}} \right)^{2} \right]^{1/2}; \quad \tau_{a} = K_{fs} \frac{16T_{a}}{\pi d^{3}} = 0 \quad \tau_{m} = K_{fs} \frac{16T_{m}}{\pi d^{3}} \\ \sigma'_{a} &= (\sigma_{a}^{2} + 3 \cdot 0)^{1/2} = \left[ \left( \frac{32K_{f}M_{a}}{\pi d^{3}} \right)^{2} + 0 \right]^{1/2}; \quad \sigma'_{m} = (0 + 3 \cdot \tau_{m}^{2})^{1/2} = \left[ \left( \frac{32K_{f}M_{m}}{\pi d^{3}} \right)^{2} + 3 \left( \frac{16K_{fs}T_{m}}{\pi d^{3}} \right)^{2} \right]^{1/2}; \\ \sigma'_{a} &= \frac{32K_{f}M_{a}}{\pi d^{3}} \qquad \sigma'_{m} = \frac{48K_{fs}T_{m}}{\pi d^{3}} \\ \frac{1}{n} &= \frac{16}{n} \frac{16}{n} \left\{ \frac{1}{S_{e}} \left[ 4(K_{f}M_{a})^{2} + 3(K_{fs}T_{a})^{2} \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{y}} \left[ 4(K_{f}M_{m})^{2} + 3(K_{fs}T_{m})^{2} \right]^{1/2} \right\} \end{split}$$

Sodorborg

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS

Siempre es necesario comprobar que no falla en el primer

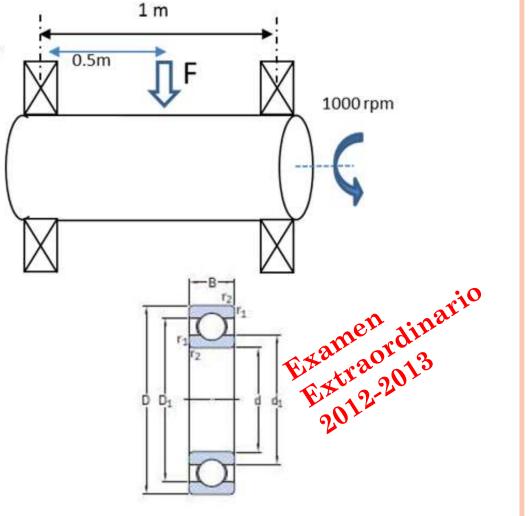
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17,1 de la Ley de Servicios de la Sociecadio de la linformación y de Doniercio Elacino a de la ligidad de la linformación d

Un eje circular, de 60mm de diámetro, de acero SAE 1035, rectificado en su exterior y que gira a una velocidad máxima de 1000 rpm, se emplea para transmitir una potencia máxima a esa velocidad de 62831 W en su movimiento pulsante (girando siempre en la misma dirección, entre el estado de reposo – velocidad nula- y la máxima).

El eje soporta en todo momento una fuerza continua F de 5 kN según se muestra en la figura (siempre con sentido vertical hacia abajo).

El eje está apoyado en sus extremos por dos rodamientos de bolas de referencia 6412, cuyas características se incluyen como dato:

- d=60mm
- D=150mm
- B=35mm
- C=108 kN (dinámica)
- Co=69.5 kN(estática)
- Pu=2.9 kN (carga límite de fatiga)
- Velocidad límite = 6300 rpm



Se pide:



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



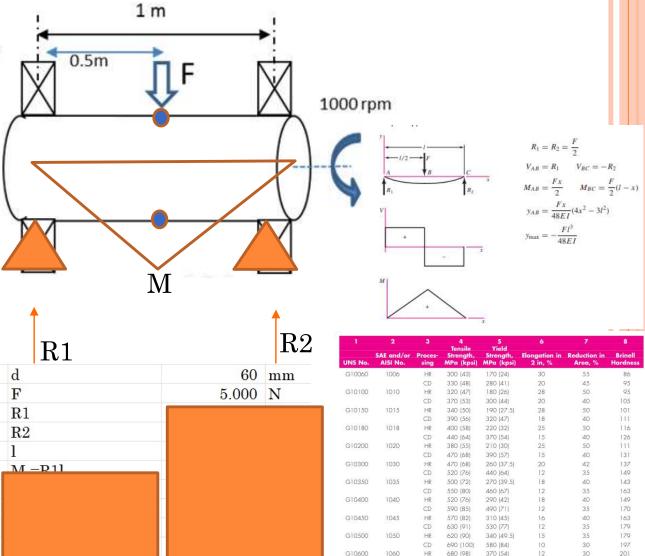
Un eje circular, de 60mm de diámetro, de acero SAE 1035, rectificado en su exterior y que gira a una velocidad máxima de 1000 rpm, se emplea para transmitir una potencia máxima a esa velocidad de 62831 W en su movimiento pulsante (girando siempre en la misma dirección, entre el estado de reposovelociana nula- y la maxima).

El eje soporta en todo momento una fuerza continua F de 5 kN según se muestra en la figura (siempre con sentido vertical hacia abajo).

El eje está apoyado en sus extremos por dos rodamientos de bolas de referencia 6412, cuyas características se incluyen como dato:

- d=60mm
- D=150mm
- B=35mm
- C=108 kN (dinámica)
- Co=69.5 kN(estática)
- Pu=2.9 kN (carga límite de fatiga)
- Velocidad límite = 6300 rpm

Se pide:



G10800

1035

## Cartagena 99

(0.5 puntos) Determinar el límite de fatiga Se del eje superiendo un factor de tamaño.

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

500,0 Mpa

HR

500 (72)

420 (61.5)

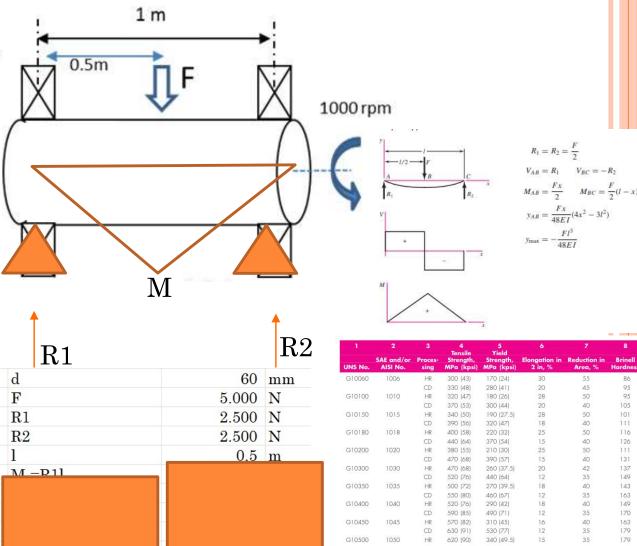
Un eje circular, de 60mm de diámetro, de acero SAE 1035, rectificado en su exterior y que gira a una velocidad máxima de 1000 rpm, se emplea para transmitir una potencia máxima a esa velocidad de 62831 W en su movimiento palsante (girando siempre en la misma dirección, entre el estado de reposovelocidad nuia- y la máxima).

El eje soporta en todo momento una fuerza continua F de 5 kN según se muestra en la figura (siempre con sentido vertical hacia abajo).

El eje está apoyado en sus extremos por dos rodamientos de bolas de referencia 6412, cuyas características se incluyen como dato:

- d=60mm
- D=150mm
- B=35mm
- C=108 kN (dinámica)
- Co=69.5 kN(estática)
- Pu=2.9 kN (carga límite de fatiga)
- Velocidad límite = 6300 rpm

Se pide:



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE

- -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

uı

500,0 Mpa

HR

G10600

G10800

1035

500 (72)

370 (54)

420 (61.5

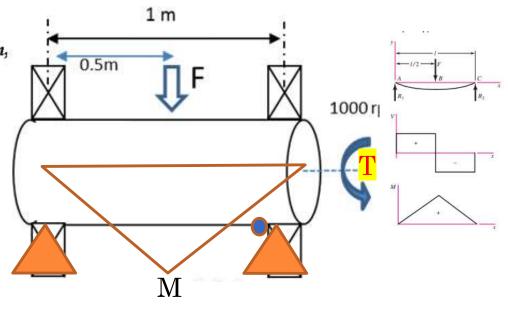
Un eje circular, de 60mm de diámetro, de acero SAE 1035, rectificado en su exterior y que gira a una velocidad máxima de 1000 rpm, se emplea para transmitir una potencia máxima a esa velocidad de 62831 W en su movimiento pulsante (girando siempre en la misma dirección, entre el estado de reposevelocidad nuía- y la máxima).

El eje soporta en todo momento una fuerza continua F de 5 kN según se muestra en la figura (siempre con sentido vertical hacia abajo).

El eje está apoyado en sus extremos por dos rodamientos de bolas de referencia 6412, cuyas características se incluyen como dato:

- d=60mm
- D=150mm
- B=35mm
- C=108 kN (dinámica)
- Co=69.5 kN(estática)
- Pu=2.9 kN (carga límite de fatiga)
- Velocidad límite = 6300 rpm

Se pide:



ightharpoonsR1		R
d	60	mm
F	5.000	N
R1	2.500	N
R2	2.500	N
1	0,5	m
M =R1l	1.250	Nm

	2		4 Tensile	5 Yield			8
UNS No.	SAE and/or AISI No.	Proces- sing	Strength, MPa (kpsi)	Strength, MPa (kpsi)	Elongation in 2 in, %	Reduction in Area, %	Brinell Hardnes
G10060	1006	HR	300 (43)	170 (24)	30	55	86
		CD	330 (48)	280 (41)	20	45	95
G10100	1010	HR	320 (47)	180 (26)	28	50	95
		CD	370 (53)	300 (44)	20	40	105
G10150	1015	HR	340 (50)	190 (27.5)	28	50	101
		CD	390 (56)	320 (47)	18	40	111
G10180	1018	HR	400 (58)	220 (32)	25	50	116
		CD	440 (64)	370 (54)	15	40	126
G10200	1020	HR	380 (55)	210 (30)	25	50	111
		CD	470 (68)	390 (57)	15	40	131
G10300	1030	HR	470 (68)	260 (37.5)	20	42	137
		CD	520 (76)	440 (64)	12	35	149
G10350	1035	HR	500 (72)	270 (39.5)	18	40	143
		CD	550 (80)	460 (67)	12	35	163
G10400	1040	HR	520 (76)	290 (42)	18	40	149
		CD	590 (85)	490 (71)	12	35	170
G10450	1045	HR	570 (82)	310 (45)	16	40	163
		CD	630 (91)	530 (77)	12	35	179
G10500	1050	HR	620 (90)	340 (49.5)	15	35	179
		CD	690 (100)	580 (84)	10	30	197
G10600	1060	HR	680 (98)	370 (54)	12	30	201
G10800	1080	HR	770 (112)	420 (61.5)	10	25	229
G10950	1095	HR	830 (120)	460 (66)	10	25	248

 $y_{AB} = \frac{Fx}{48FI}(4x^2 - 3l^2)$ 

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

ь 500,0 Мра

1035

HR

500 (72

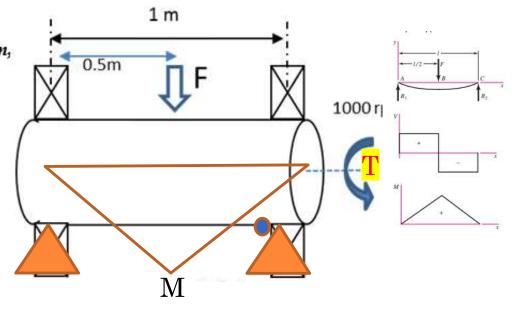
Un eje circular, de 60mm de diámetro, de acero SAE 1035, rectificado en su exterior y que gira a una velocidad máxima de 1000 rpm. se emplea para transmitir una potencia máxima a esa velocidad de 62831 W en su movimiento pulsante (girando siempre en la misma dirección, entre el estado de reposoveiocidad nala- y la máxima).

El eje soporta en todo momento una fuerza continua F de 5 kN según se muestra en la figura (siempre con sentido vertical hacia abajo).

El eje está apoyado en sus extremos por dos rodamientos de bolas de referencia 6412, cuyas características se incluyen como dato:

- d=60mm
- D=150mm
- B=35mm
- C=108 kN (dinámica)
- Co=69.5 kN(estática)
- Pu=2.9 kN (carga límite de fatiga)
- Velocidad límite = 6300 rpm

Se pide:



R1 2.5	00	N
		11
	00	N
R2 2.5	00	N
1	),5	m
M = R11  1.2	50	Nm
Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω		

	2		4 Tensile	5 Yield			8
UNS No.	SAE and/or AISI No.	Proces- sing	Strength, MPa (kpsi)	Strength, MPa (kpsi)	Elongation in 2 in, %	Reduction in Area, %	Brinell Hardnes
G10060	1006	HR	300 (43)	170 (24)	30	55	86
		CD	330 (48)	280 (41)	20	45	95
G10100	1010	HR	320 (47)	180 (26)	28	50	95
		CD	370 (53)	300 (44)	20	40	105
G10150	1015	HR	340 (50)	190 (27.5)	28	50	101
		CD	390 (56)	320 (47)	18	40	111
G10180	1018	HR	400 (58)	220 (32)	25	50	116
		CD	440 (64)	370 (54)	15	40	126
G10200	1020	HR	380 (55)	210 (30)	25	50	111
		CD	470 (68)	390 (57)	15	40	131
G10300	1030	HR	470 (68)	260 (37.5)	20	42	137
		CD	520 (76)	440 (64)	12	35	149
G10350	1035	HR	500 (72)	270 (39.5)	18	40	143
		CD	550 (80)	460 (67)	12	3.5	163
G10400	1040	HR	520 (76)	290 (42)	18	40	149
		CD	590 (85)	490 (71)	12	35	170
G10450	1045	HR	570 (82)	310 (45)	16	40	163
		CD	630 (91)	530 (77)	12	35	179
G10500	1050	HR	620 (90)	340 (49.5)	15	35	179
		CD	690 (100)	580 (84)	10	30	197
G10600	1060	HR	680 (98)	370 (54)	12	30	201
G10800	1080	HR	770 (112)	420 (61.5)	10	25	229
G10950	1095	HR	830 (120)	460 (66)	10	25	248

## ∠artagena

(0.5 puntos) Determinar el límite de fatiga Se del eje superiordo un factor de tamaño.

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE

LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS **CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70** 

500,0 Mpa

1035

HR

500 (72)

270 (39.5)

 $y_{AB} = \frac{Fx}{48FI}(4x^2 - 3l^2)$ 

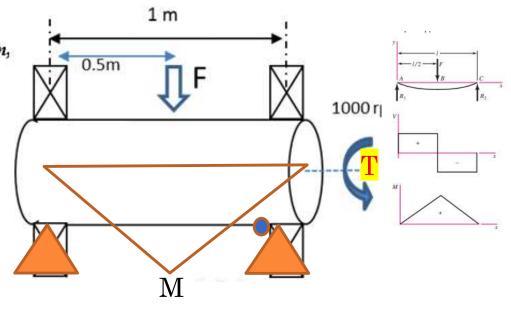
Un eje circular, de 60mm de diámetro, de acero SAE 1035, rectificado en su exterior y que gira a una velocidad máxima de 1000 rpm, se emplea para transmitir una potencia máxima a esa velocidad de 62831 W en su movimiento pulsante (girando siempre en la misma dirección, entre el estado de reposevelocidad nuía- y la máxima).

El eje soporta en todo momento una fuerza continua F de 5 kN según se muestra en la figura (siempre con sentido vertical hacia abajo).

El eje está apoyado en sus extremos por dos rodamientos de bolas de referencia 6412, cuyas características se incluyen como dato:

- d=60mm
- D=150mm
- B=35mm
- C=108 kN (dinámica)
- Co=69.5 kN(estática)
- Pu=2.9 kN (carga límite de fatiga)
- Velocidad límite = 6300 rpm

Se pide:



ightharpoonsR1		ightharpoonupR
d	60	$\mathbf{m}\mathbf{m}$
F	5.000	N
R1	2.500	N
R2	2.500	N
1	0,5	m
M = R11	1.250	Nm
$P=T\omega; T=P/\omega$		
ω=	1.000,0	rpm

- 1	2	3	4 Tensile	5 Yield	6	7	8
UNS No.	SAE and/or AISI No.	Proces- sing	Strength, MPa (kpsi)	Strength, MPa (kpsi)	Elongation in 2 in, %	Reduction in Area, %	Brinell Hardness
G10060	1006	HR	300 (43)	170 (24)	30	55	86
		CD	330 (48)	280 (41)	20	45	95
G10100	1010	HR	320 (47)	180 (26)	28	50	95
		CD	370 (53)	300 (44)	20	40	105
G10150	1015	HR	340 (50)	190 (27.5)	28	50	101
		CD	390 (56)	320 (47)	18	40	111
G10180	1018	HR	400 (58)	220 (32)	25	50	116
		CD	440 (64)	370 (54)	15	40	126
G10200	1020	HR	380 (55)	210 (30)	25	50	111
		CD	470 (68)	390 (57)	15	40	131
G10300	1030	HR	470 (68)	260 (37.5)	20	42	137
		CD	520 (76)	440 (64)	12	35	149
G10350	1035	HR	500 (72)	270 (39.5)	18	40	143
		CD	550 (80)	460 (67)	12	3.5	163
G10400	1040	HR	520 (76)	290 (42)	18	40	149
		CD	590 (85)	490 (71)	12	35	170
G10450	1045	HR	570 (82)	310 (45)	16	40	163
		CD	630 (91)	530 (77)	12	35	179
G10500	1050	HR	620 (90)	340 (49.5)	15	35	179
		CD	690 (100)	580 (84)	10	30	197
G10600	1060	HR	680 (98)	370 (54)	12	30	201
G10800	1080	HR	770 (112)	420 (61.5)	10	25	229
G10950	1095	HR	830 (120)	460 (66)	10	25	248

 $y_{AB} = \frac{Fx}{48FI}(4x^2 - 3l^2)$ 

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

t 500,0 Mpa

1035

HR

500 (72

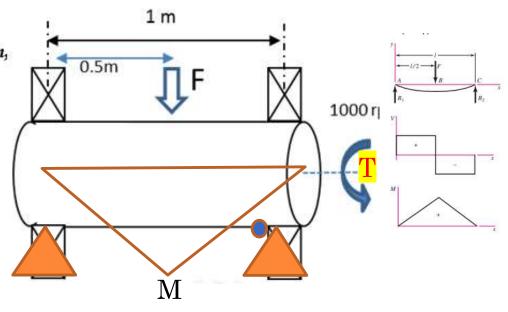
Un eje circular, de 60mm de diámetro, de acero SAE 1035, rectificado en su exterior y que gira a una velocidad máxima de 1000 rpm, se emplea para transmitir una potencia máxima a esa velocidad de 62831 W en su movimiento palsante (girando siempre en la misma dirección, entre el estado de reposovelocidad nuia- y la máxima).

El eje soporta en todo momento una fuerza continua F de 5 kN según se muestra en la figura (siempre con sentido vertical hacia abajo).

El eje está apoyado en sus extremos por dos rodamientos de bolas de referencia 6412, cuyas características se incluyen como dato:

- d=60mm
- D=150mm
- B=35mm
- C=108 kN (dinámica)
- Co=69.5 kN(estática)
- Pu=2.9 kN (carga límite de fatiga)
- Velocidad límite = 6300 rpm

Se pide:



R1		$\mathbf{R}$
d	60	mm
F	5.000	N
R1	2.500	N
R2	2.500	N
1	0,5	m
M = R11	1.250	Nm
Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω		
ω=	1.000,0	rpm
$\omega = 1000*2\pi/60 \text{ rad/s}$	104,7	rad/s
P=	62.831,0	W
Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω		

	2		4 Tensile	5 Yield			8
UNS No.	SAE and/or AISI No.	Proces- sing		Strength, MPa (kpsi)	Elongation in 2 in, %	Reduction in Area, %	Brinell Hardness
G10060	1006	HR	300 (43)	170 (24)	30	55	86
		CD	330 (48)	280 (41)	20	45	95
G10100	1010	HR	320 (47)	180 (26)	28	50	95
		CD	370 (53)	300 (44)	20	40	105
G10150	1015	HR	340 (50)	190 (27.5)	28	50	101
		CD	390 (56)	320 (47)	18	40	111
G10180	1018	HR	400 (58)	220 (32)	25	50	116
		CD	440 (64)	370 (54)	15	40	126
G10200	1020	HR	380 (55)	210 (30)	25	50	111
		CD	470 (68)	390 (57)	15	40	131
G10300	1030	HR	470 (68)	260 (37.5)	20	42	137
		CD	520 (76)	440 (64)	12	35	149
G10350	1035	HR	500 (72)	270 (39.5)	18	40	143
		CD	550 (80)	460 (67)	12	35	163
G10400	1040	HR	520 (76)	290 (42)	18	40	149
		CD	590 (85)	490 (71)	12	35	170
G10450	1045	HR	570 (82)	310 (45)	16	40	163
		CD	630 (91)	530 (77)	12	35	179
G10500	1050	HR	620 (90)	340 (49.5)	15	35	179
		CD	690 (100)	580 (84)	10	30	197
G10600	1060	HR	680 (98)	370 (54)	12	30	201
G10800	1080	HR	770 (112)	420 (61.5)	10	25	229
G10950	1095	HR	830 (120)	460 (66)	10	25	248

## Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

-

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

DUI

500,0 Mpa

1035

HR

500 (72

270 (39.5)

 $M_{BC} = \frac{F}{2}(I - x)$ 

 $y_{AB} = \frac{Fx}{48FI}(4x^2 - 3l^2)$ 

Un eje circular, de 60mm de diámetro, de acero SAE 1035, rectificado en su exterior y que gira a una velocidad máxima de 1000 rp se emplea para transmitir una potencia máxima a esa velocidad de 62831 W en su movimiento pulsante (girando siempre en la misma dirección, entre el estado de reposevelocidad nuia- y la máxima).

El eje soporta en todo momento una fuerza continua F de 5 kN según se muestra en la figura (siempre con sentido vertical hacia abajo).

El eje está apoyado en sus extremos por dos rodamientos de bolas de referencia 6412, cuyas características se incluyen como dato:

- d=60mm
- D=150mm
- B=35mm
- C=108 kN (dinámica)
- Co=69.5 kN(estática)
- Pu=2.9 kN (carga límite de fatiga)
- Velocidad límite = 6300 rpm

Se pide:

20	1	m	46111	W-11			
UNS No.	SAE and/or AISI No.	Proces- sing	Tensile Strength, MPa (kpsi)	Yield Strength, MPa (kpsi)	Elongation in 2 in, %	Reduction in Area, %	Brinell Hardness
G10060	1006	HR CD	300 (43) 330 (48)	170 (24) 280 (41)	30 20	55 45	86 95
			1		l		
acer	o estira	ado (	en frío	1			
M				<del>Y</del>			
		<b>N</b> /I	ac	ero la	minado	en cal	iente
<b>A</b>		M					

d	60	$\mathbf{m}\mathbf{m}$
F	5.000	N
R1	2.500	N
R2	2.500	N
1	0,5	m
M = R1l	1.250	Nm
Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω		
ω=	1.000,0	rpm
$\omega = 1000*2\pi/60 \text{ rad/s}$	104,7	rad/s
P=	62.831,0	W
Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω	600,0	Nm

1	2	3	4 Tensile	5 Yield	6	7	8
UNS No.	SAE and/or AISI No.	Proces- sing	Strength, MPa (kpsi)	Strength, MPa (kpsi)	Elongation in 2 in, %	Reduction in Area, %	Brinell Hardnes
G10060	1006	HR	300 (43)	170 (24)	30	55	86
		CD	330 (48)	280 (41)	20	45	95
G10100	1010	HR	320 (47)	180 (26)	28	50	95
		CD	370 (53)	300 (44)	20	40	105
G10150	1015	HR	340 (50)	190 (27.5)	28	50	101
		CD	390 (56)	320 (47)	18	40	111
G10180	1018	HR	400 (58)	220 (32)	25	50	116
		CD	440 (64)	370 (54)	1.5	40	126
G10200	1020	HR	380 (55)	210 (30)	25	50	111
		CD	470 (68)	390 (57)	15	40	131
G10300	1030	HR	470 (68)	260 (37.5)	20	42	137
		CD	520 (76)	440 (64)	12	35	149
G10350	1035	HR	500 (72)	270 (39.5)	18	40	143
		CD	550 (80)	460 (67)	12	3.5	163
G10400	1040	HR	520 (76)	290 (42)	18	40	149
		CD	590 (85)	490 (71)	12	35	170
G10450	1045	HR	570 (82)	310 (45)	16	40	163
		CD	630 (91)	530 (77)	12	35	179
G10500	1050	HR	620 (90)	340 (49.5)	15	35	179
		CD	690 (100)	580 (84)	10	30	197
G10600	1060	HR	680 (98)	370 (54)	12	30	201
G10800	1080	HR	770 (112)	420 (61.5)	10	25	229
G10950	1095	HR	830 (120)	460 (66)	10	25	248

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

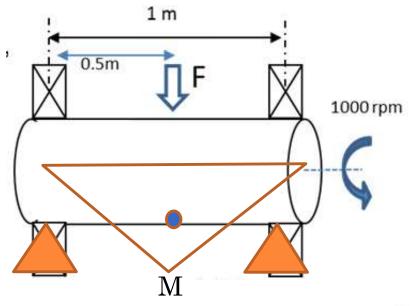
DUL

500,0 Mpa

1035

R

00 (72)



d	60	$\mathbf{m}\mathbf{m}$
F	5.000	N
R1	2.500	N
R2	2.500	N
1	0,5	m
M = R11	1.250	Nm
$P=T\omega$ ; $T=P/\omega$		
ω=	1.000,0	rpm
$\omega = 1000*2\pi/60 \text{ rad/s}$	104,7	rad/s
P=	62.831,0	W
Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω	600,0	Nm

a) (0,5 puntos) Determinar el límite de fatiga Se del eje, suponiendo un factor de tam Kb=0.8 y una fiabilidad del 50%.

SAE 1035
Sut
Sy
Sy
Se'=0,5 \*Sut acero
Ka rectificado
Acabado superficial
Acabado fino (esmerilado, rect
Kb (dado)
Kc: Factor de modificación de c
KC=
Kd: Factor de temperatura.
Kd=
Ke: Factor de fiabilidad.
Ke=

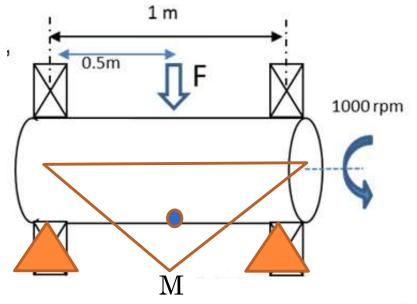
Cartagena99

R1

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70





d	60	mm
F	5.000	N
R1	2.500	N
R2	2.500	N
1	0,5	m
M = R11	1.250	Nm
$P=T\omega$ ; $T=P/\omega$		
ω=	1.000,0	$\mathbf{rpm}$
$\omega$ =1000*2 $\pi$ /60 rad/s	104,7	rad/s
P=	62.831,0	W
Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω	600,0	Nm

a) (0,5 puntos) Determinar el límite de fatiga Se del eje, suponiendo un factor de tam Kb=0.8 y una fiabilidad del 50%.

**SAE 1035** 500,0 Mpa Sut Sy 270,0 Mpa K = a.S.bSe'=0,5 \*Sut acero 250,0 Mpa Ka rectificado Acabado superficial Acabado fino (esmerilado, rect Kb (dado) Kc: Factor de modificación de c KC= Kd: Factor de temperatura. Kd= Ke: Factor de fiabilidad.

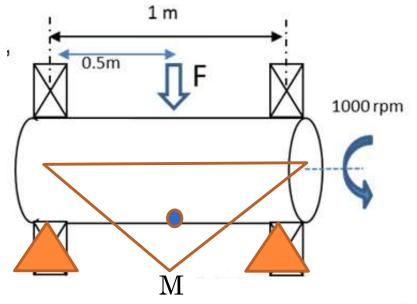
Cartagena99

R1

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70





d	60	$\mathbf{m}\mathbf{m}$
F	5.000	N
R1	2.500	N
R2	2.500	N
1	0,5	m
M = R11	1.250	Nm
$P=T\omega; T=P/\omega$		
ω=	1.000,0	rpm
ω=1000*2π/60  rad/s	104,7	rad/s
P=	62.831,0	W
$P=T\omega$ ; $T=P/\omega$	600,0	Nm

a) (0,5 puntos) Determinar el límite de fatiga Se del eje, suponiendo un factor de tam Kb=0.8 y una fiabilidad del 50%.

**SAE 1035** 500,0 Mpa Sut Sy 270,0 Mpa K = a.S.bSe'=0,5 \*Sut acero 250,0 Mpa Ka rectificado Acabado superficial Acabado fino (esmerilado, rect Kb (dado) Kc: Factor de modificación de c KC= Kd: Factor de temperatura. Kd= Ke: Factor de fiabilidad.

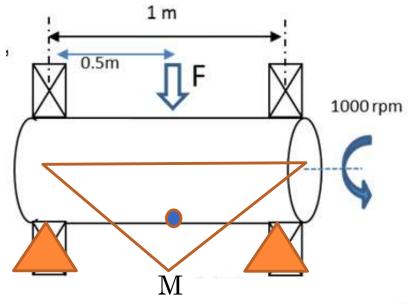
Cartagena99

R1

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70





60	$\mathbf{m}\mathbf{m}$
5.000	N
2.500	N
2.500	N
0,5	m
1.250	Nm
1.000,0	rpm
104,7	rad/s
62.831,0	W
600,0	Nm
	5.000 2.500 2.500 0,5 1.250 1.000,0 104,7 62.831,0

a) (0,5 puntos) Determinar el límite de fatiga Se del eje, suponiendo un factor de tam Kb=0.8 y una fiabilidad del 50%.

**SAE 1035** 500,0 Mpa Sut Sy 270,0 Mpa Se'=0,5 \*Sut acero  $K_a = a \cdot S_{ut}^b$ 250,0 Mpa Ka rectificado 0.932 Acabado superficial a (Mpa) Sut Formula Ka b(Mpa) Acabado fino (esmerilado, rect -0,085 1.58 500.0 0,932 0,932 Kb (dado) Kc: Factor de modificación de c KC= Kd: Factor de temperatura. Kd= Ke: Factor de fiabilidad.

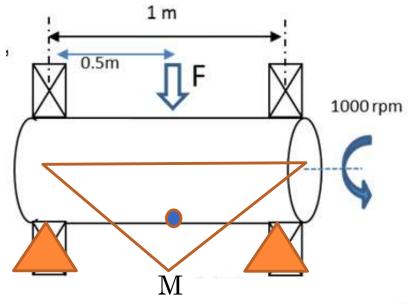
Cartagena99

R1

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70





d	60	mm
F	5.000	N
R1	2.500	N
R2	2.500	N
1	0,5	m
M = R11	1.250	Nm
Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω		
ω=	1.000,0	rpm
$\omega$ =1000*2 $\pi$ /60 rad/s	104,7	rad/s
P=	62.831,0	W
Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω	600,0	Nm

a) (0,5 puntos) Determinar el límite de fatiga Se del eje, suponiendo un factor de tam Kb=0.8 y una fiabilidad del 50%.

**SAE 1035** 500,0 Mpa Sut Sy 270,0 Mpa  $K_a = a \cdot S_{ut}^b$ Se'=0,5 \*Sut acero 250,0 Mpa 0.932 Ka rectificado Acabado superficial a (Mpa) b(Mpa) Sut Formula Ka Acabado fino (esmerilado, rect -0,085 1.58 500,0 0,932 0,932 Kb (dado) 0.8 Kc: Factor de modificación de c Torsion con flexión KC= Kd: Factor de temperatura. Kd= Ke: Factor de fiabilidad.

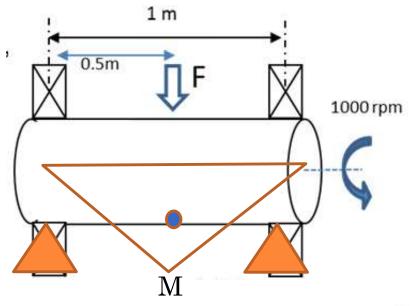
Cartagena99

R1

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70





60	$\mathbf{m}\mathbf{m}$
5.000	N
2.500	N
2.500	N
0,5	m
1.250	Nm
1.000,0	rpm
104,7	rad/s
62.831,0	W
600,0	Nm
	5.000 2.500 2.500 0,5 1.250 1.000,0 104,7 62.831,0

a) (0,5 puntos) Determinar el límite de fatiga Se del eje, suponiendo un factor de tam Kb=0.8 y una fiabilidad del 50%.

**SAE 1035** 500,0 Mpa Sut Sy 270,0 Mpa  $K_a = a \cdot S_{ut}^b$ Se'=0,5 \*Sut acero 250,0 Mpa 0.932 Ka rectificado Acabado superficial a (Mpa) Sut Formula Ka b(Mpa) Acabado fino (esmerilado, rect -0,085 1.58 500,0 0,932 0,932 Kb (dado) 0.8 Kc: Factor de modificación de c Torsion con flexión KC= Kd: Factor de temperatura. Kd= Ke: Factor de fiabilidad.

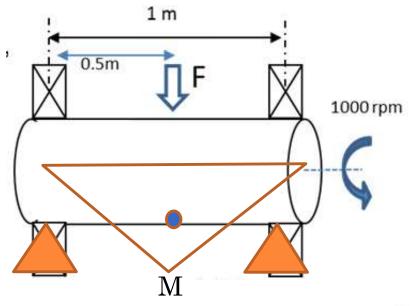
Cartagena99

R1

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70





1	20	
d	60	mm
F	5.000	N
R1	2.500	N
R2	2.500	N
1	0,5	m
M = R11	1.250	Nm
Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω		
ω=	1.000,0	rpm
$\omega = 1000*2\pi/60 \text{ rad/s}$	104,7	rad/s
P=	62.831,0	W
Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω	600,0	Nm

a) (0,5 puntos) Determinar el límite de fatiga Se del eje, suponiendo un factor de tam Kb=0.8 y una fiabilidad del 50%.

**SAE 1035** 500,0 Mpa Sut Sy 270,0 Mpa  $K_a = a \cdot S_{ut}^b$ Se'=0,5 \*Sut acero 250,0 Mpa 0.932 Ka rectificado Acabado superficial a (Mpa) Sut Formula Ka b(Mpa) Acabado fino (esmerilado, rect -0,085 1.58 500,0 0,932 0,932 Kb (dado) 0.8 Kc: Factor de modificación de c Torsion con flexión KC= Kd: Factor de temperatura. Tº Amb Kd= Ke: Factor de fiabilidad.

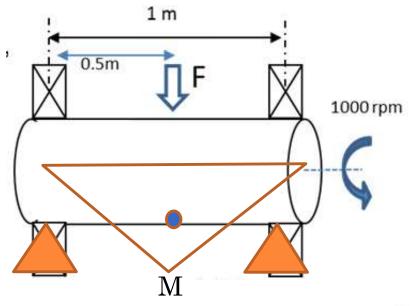
Cartagena99

R1

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70





60	$\mathbf{m}\mathbf{m}$
5.000	N
2.500	N
2.500	N
0,5	m
1.250	Nm
1.000,0	rpm
104,7	rad/s
62.831,0	W
600,0	Nm
	5.000 2.500 2.500 0,5 1.250 1.000,0 104,7 62.831,0

a) (0,5 puntos) Determinar el límite de fatiga Se del eje, suponiendo un factor de tam Kb=0.8 y una fiabilidad del 50%.

**SAE 1035** 500,0 Mpa Sut Sy 270,0 Mpa  $K_a = a \cdot S_{ut}^b$ Se'=0,5 \*Sut acero 250,0 Mpa 0.932 Ka rectificado Acabado superficial a (Mpa) Sut Formula Ka b(Mpa) Acabado fino (esmerilado, rect -0,085 1.58 500,0 0,932 0,932 Kb (dado) 0.8 Kc: Factor de modificación de c Torsion con flexión KC= 1 Kd: Factor de temperatura. Tº Amb Kd= 1 Ke: Factor de fiabilidad.

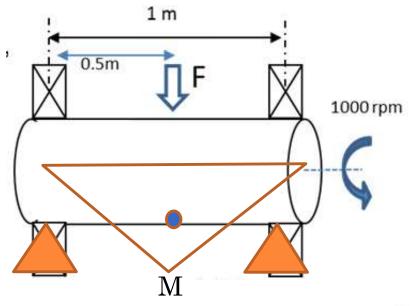
Cartagena99

R1

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70





60	$\mathbf{m}\mathbf{m}$
5.000	N
2.500	N
2.500	N
0,5	m
1.250	Nm
1.000,0	rpm
104,7	rad/s
62.831,0	W
600,0	Nm
	5.000 2.500 2.500 0,5 1.250 1.000,0 104,7 62.831,0

a) (0,5 puntos) Determinar el límite de fatiga Se del eje, suponiendo un factor de tam Kb=0.8 y una fiabilidad del 50%.

**SAE 1035** 500,0 Mpa Sut Sy 270,0 Mpa  $K_a = a \cdot S_{ut}^b$ Se'=0,5 \*Sut acero 250,0 Mpa 0.932 Ka rectificado Acabado superficial a (Mpa) Sut Formula Ka b(Mpa) Acabado fino (esmerilado, rect -0,085 1.58 500,0 0,932 0,932 Kb (dado) 0.8 Kc: Factor de modificación de c Torsion con flexión KC= Kd: Factor de temperatura. Tº Amb Kd= 1 Ke: Factor de fiabilidad. 50%

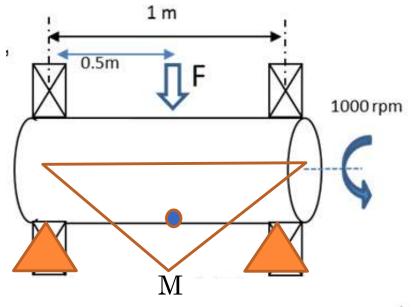
Cartagena99

R1

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70





d	60	mm
F	5.000	N
R1	2.500	N
R2	2.500	N
1	0,5	m
M = R11	1.250	Nm
Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω		
ω=	1.000,0	$\mathbf{rpm}$
$\omega = 1000*2\pi/60 \text{ rad/s}$	104,7	rad/s
P=	62.831,0	W
Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω	600,0	Nm

 a) (0,5 puntos) Determinar el límite de fatiga Se del eje, suponiendo un factor de tam Kb=0.8 y una fiabilidad del 50%.

SAE 1035					
Sut	500,0	Mpa			
Sy	270,0	Mpa			
Se'=0,5 *Sut acero	250,0	Mpa	K =	a·S <sub>ut</sub> t	)
Ka rectificado	0,932		' <b>`a</b>	ut out	
Acabado superficial	a (Mpa)	b(Mpa)	Sut	Formula	Ka
Acabado fino (esmerilado, rect	1,58	-0,085	500,0	0,932	0,932
Kb (dado)	0,8				
Kc: Factor <mark>d</mark> e modificación de c	Torsion con flexión				
KC=	1				
Kd: Factor de temperatura.	Tº Amb				
Kd=	1				
Ke: Factor de fiabilidad.	50%				
Ke=	1				

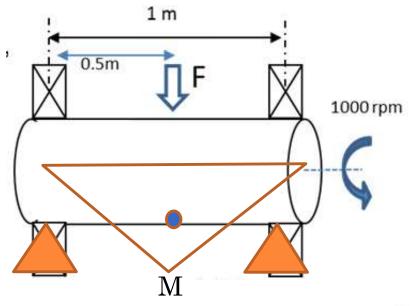
Cartagena99

R1

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70





		_
d	60	$\mathbf{m}\mathbf{m}$
F	5.000	N
R1	2.500	N
R2	2.500	N
1	0,5	m
M = R11	1.250	Nm
P=Tω; T=P/ω		
ω=	1.000,0	$\mathbf{rpm}$
$\omega = 1000*2\pi/60 \text{ rad/s}$	104,7	rad/s
P=	62.831,0	W
P=Tω; T=P/ω	600,0	Nm

 a) (0,5 puntos) Determinar el límite de fatiga Se del eje, suponiendo un factor de tam Kb=0.8 y una fiabilidad del 50%.

SAE 1035					
Sut	500,0	Mpa			
Sy	270,0	Mpa			
Se'=0,5 *Sut acero	250,0	Mpa	K =	$K_a = a \cdot S_{ut}^b$	
Ka rectificado	0,932		' <b>`</b> a		
Acabado superficial	a (Mpa)	b(Mpa)	Sut	Formula	Ka
Acabado fino (esmerilado, rect 1,58		-0,085	500,0	0,932	0,932
Kb (dado)	0,8				
Kc: Factor de modificación de	c Torsion con flexión				
KC=	1				
Kd: Factor de temperatura.	Tº Amb				
Kd=	1				
Ke: Factor de fiabilidad.	50%				
Ke=	1				
O	5 . 1				

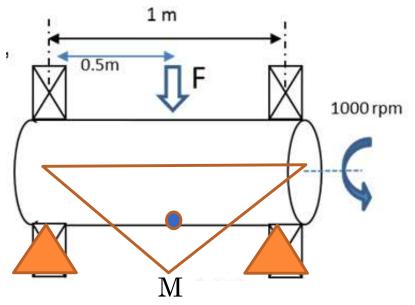
Cartagena99

R1

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70





d	60	mm
F	5.000	N
R1	2.500	N
R2	2.500	N
1	0,5	m
M = R11	1.250	Nm
Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω		
ω=	1.000,0	$\mathbf{rpm}$
$\omega = 1000*2\pi/60 \text{ rad/s}$	104,7	rad/s
P=	62.831,0	W
Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω	600,0	Nm

a) (0,5 puntos) Determinar el límite de fatiga Se del eje, suponiendo un factor de tam Kb=0.8 y una fiabilidad del 50%.

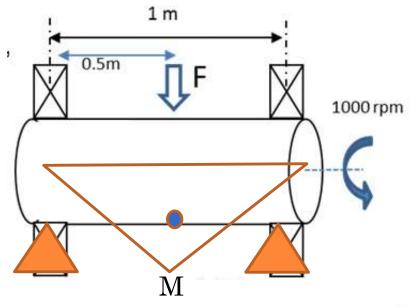
SAE 1035					
Sut	500,0	Mpa			
Sy	270,0	Mpa			
Se'=0,5 *Sut acero	250,0	Mpa	K =	a·S <sub>ut</sub> t	)
Ka rectificado	0,932		' <b>`</b> a	ut out	
Acabado superficial	a (Mpa)	b(Mpa)	Sut	Formula	Ka
Acabado fino (esmerilado, rect 1,58		-0,085	500,0	0,932	0,932
Kb (dado)	0,8				
Kc: Factor de modificación de	c Torsion con flexión				
KC=	1				
Kd: Factor de temperatura.	Tº Amb				
Kd=	1				
Ke: Factor de fiabilidad.	50%				
Ke=	1				
0	5 . 1				

Cartagena99

R1

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



d	60	mm
F	5.000	N
R1	2.500	N
R2	2.500	N
1	0,5	m
M = R11	1.250	Nm
Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω		
ω=	1.000,0	$\mathbf{rpm}$
$\omega = 1000*2\pi/60 \text{ rad/s}$	104,7	rad/s
P=	62.831,0	W
Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω	600,0	Nm

a) (0,5 puntos) Determinar el límite de fatiga Se del eje, suponiendo un factor de tam Kb=0.8 y una fiabilidad del 50%.

**SAE 1035** 500,0 Mpa Sut Sy 270,0 Mpa  $K_a = a \cdot S_{ut}^b$ Se'=0,5 \*Sut acero 250,0 Mpa Ka rectificado 0.932 Acabado superficial a (Mpa) Sut Formula Ka b(Mpa) Acabado fino (esmerilado, rect -0,085 1.58 500,0 0,932 0,932 Kb (dado) 0.8 Kc: Factor de modificación de c Torsion con flexión KC= Kd: Factor de temperatura. Tº Amb Kd= 1 Ke: Factor de fiabilidad. 50%

Cartagena99

R1

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

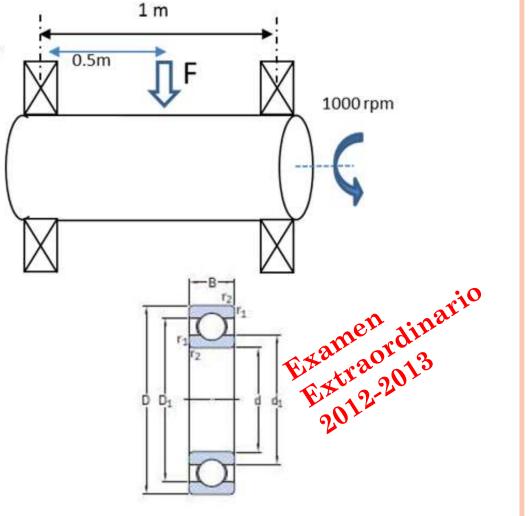
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Un eje circular, de 60mm de diámetro, de acero SAE 1035, rectificado en su exterior y que gira a una velocidad máxima de 1000 rpm, se emplea para transmitir una potencia máxima a esa velocidad de 62831 W en su movimiento pulsante (girando siempre en la misma dirección, entre el estado de reposo – velocidad nula- y la máxima).

El eje soporta en todo momento una fuerza continua F de 5 kN según se muestra en la figura (siempre con sentido vertical hacia abajo).

El eje está apoyado en sus extremos por dos rodamientos de bolas de referencia 6412, cuyas características se incluyen como dato:

- d=60mm
- D=150mm
- B=35mm
- C=108 kN (dinámica)
- Co=69.5 kN(estática)
- Pu=2.9 kN (carga límite de fatiga)
- Velocidad límite = 6300 rpm



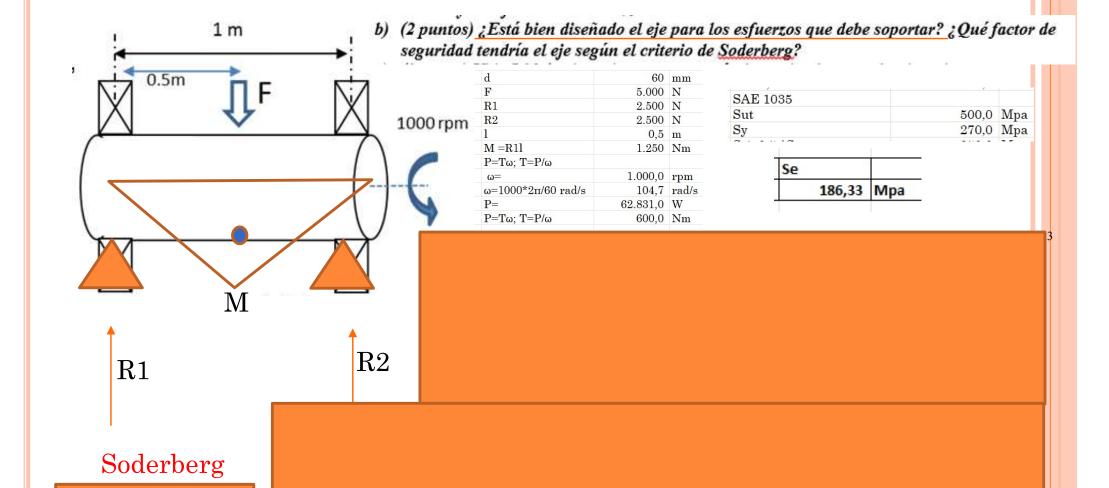
Se pide:



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

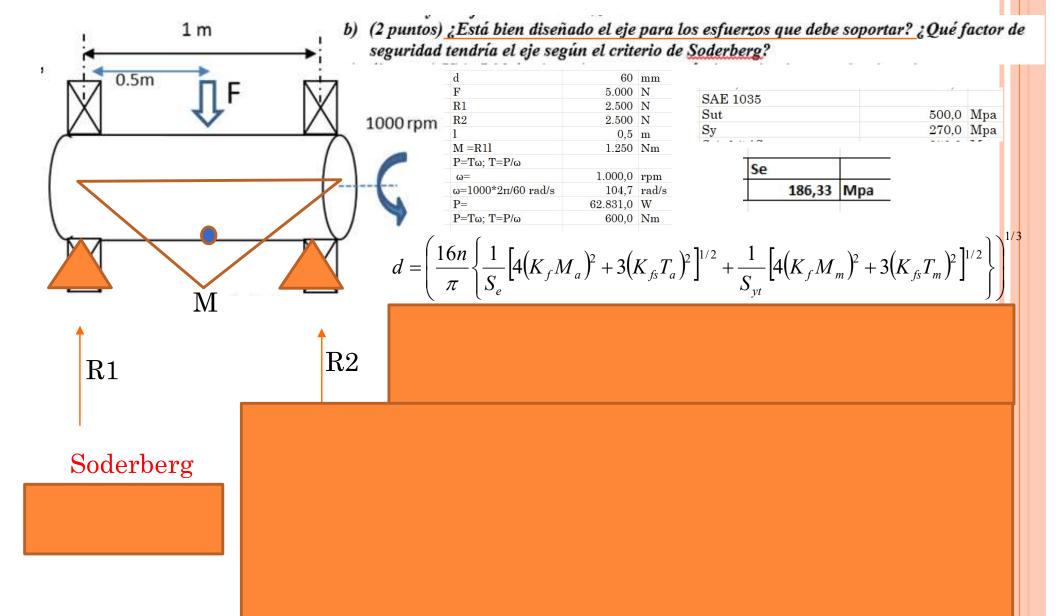
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70





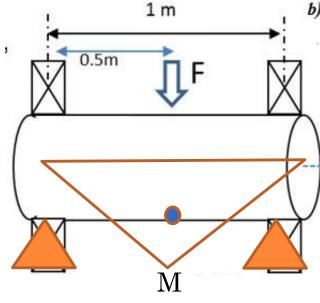
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



b) (2 puntos) ¿Está bien diseñado el eje para los esfuerzos que debe soportar? ¿Qué factor de seguridad tendría el eje según el criterio de Soderberg?

8	d	60	$\mathbf{m}\mathbf{m}$
	F	5.000	N
	R1	2.500	N
	R2	2.500	N
	1	0,5	m
	M = R11	1.250	Nm
	Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω		
	ω=	1.000,0	rpm
	$\omega$ =1000*2 $\pi$ /60 rad/s	104,7	rad/s
	P=	62.831,0	W
	P=Tω; T=P/ω	600,0	Nm

1000 rpm

SAE 1 Sut	033			500,0	Mpa
Sy				270,0	Mpa
~	~		_		
	Se				
		186,33	Mna		

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

R1

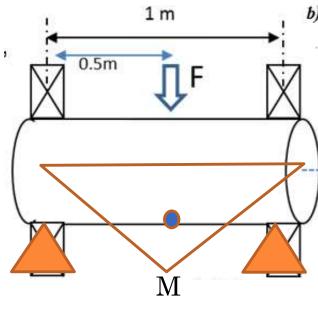
R2 
$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 0 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 0 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

Soderberg

$$M_m = T_a = 0$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



	D	60	$\mathbf{m}\mathbf{m}$
•	r	5.000	N
1000 rpm	R1	2.500	N
	R2	2.500	N
100010111	1	0,5	m
	M = R11	1.250	Nm
A STATE OF THE PARTY OF THE PAR	$P=T\omega; T=P/\omega$		
-(	ω=	1.000,0	rpm
	$\omega = 1000*2\pi/60 \text{ rad/s}$	104,7	rad/s
M	P=	62.831,0	W
7	$P=T\omega; T=P/\omega$	600,0	Nm

035				
			500,0	Mpa
			270,0	
Se				
3.	186.33	Mna	•	
	035 Se	Se	035 Se 186,33 Mpa	035 500,0 270,0

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$R2 d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 0 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 0 + 3(K_f S_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = \left( \frac{16x1}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(1xM_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 3(1xT_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

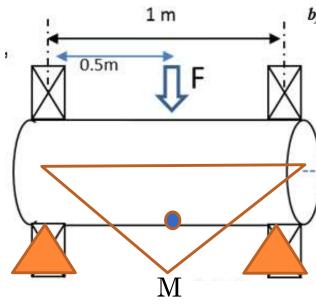
Soderberg

$$M_m = T_a = 0$$

Situación límite. (Singular) Kf=1

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



	ע	60	mm
•	r	5.000	N
1000 rpm	R1	2.500	N
	R2	2.500	N
100010111	1	0,5	m
(	M = R11	1.250	Nm
	$P=T\omega; T=P/\omega$		
	ω=	1.000,0	rpm
	$\omega = 1000*2\pi/60 \text{ rad/s}$	104,7	rad/s
	P=	62.831,0	W
7	$P=T\omega$ ; $T=P/\omega$	600,0	Nm

SAE :	1035			
Sut			500,0	Mpa
Sy			270,0	Mpa
~	Se			
		 Mpa		

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

R1

Soderberg

$$M_m = T_a = 0$$

Situación límite. (Singular) Kf=1

$$R2 d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 0 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 0 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = \left( \frac{16x1}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(1xM_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 3(1xT_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

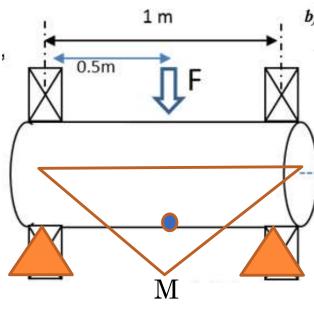
$$d = \left( \frac{16}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4M_a^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 3(T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = \left( \frac{16}{\pi} \left\{ \frac{2M_a}{S_e} + \frac{\sqrt{3}T_m}{S_{yt}} \right\} \right)^{1/3} ; d = \left( \frac{16}{\pi} \left\{ \frac{2x1250}{186,3x10^6} + \frac{\sqrt{3}x600}{270x10^6} \right\} \right)^{1/3}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



	D	60	mm
•	r	5.000	N
	R1	2.500	N
1000 rpm	R2	2.500	N
100010111	1	0,5	m
(	M = R11	1.250	Nm
	$P=T\omega; T=P/\omega$		
	ω=	1.000,0	rpm
	$\omega = 1000*2\pi/60 \text{ rad/s}$	104,7	rad/s
	P=	62.831,0	W
7	$P=T\omega$ ; $T=P/\omega$	600,0	Nm
-			

SAE 10	35			,	
Sut				500,0	Mpa
Sy				270,0	Mpa
~	. ~		<u> </u>	_	
	Se			_	
		186,33	Mpa		

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

R1

Soderberg

$$M_m = T_a = 0$$

Situación límite. (Singular) Kf=1

Cartagena99

R2 
$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 0 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 0 + 3(K_f S_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = \left( \frac{16x1}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(1xM_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 3(1xT_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = \left( \frac{16}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4M_a^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 3(T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = \left( \frac{16}{\pi} \left\{ \frac{2M_a}{S_e} + \frac{\sqrt{3}T_m}{S_{yt}} \right\} \right)^{1/3}; d = \left( \frac{16}{\pi} \left\{ \frac{2x1250}{186,3x10^6} + \frac{\sqrt{3}x600}{270x10^6} \right\} \right)^{1/3}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

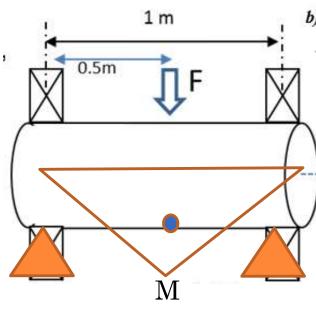
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.ca<mark>rtagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al</mark> Artículo 17,1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electr**ónico** de 11 de judio de 2002.

ercero háganosló saber y será retirada.

44,4706

mm



	D	60	$\mathbf{m}\mathbf{m}$
•	r	5.000	N
1000 rpm	R1	2.500	N
	R2	2.500	N
	1	0,5	m
	M = R11	1.250	Nm
	Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω		
	ω=	1.000,0	$_{\mathrm{rpm}}$
-	$\omega$ =1000*2 $\pi$ /60 rad/s	104,7	rad/s
	P=	62.831,0	W
7	$P=T\omega$ ; $T=P/\omega$	600,0	Nm
-			

035				
			500,0	Mpa
			270,0	Mpa
Se	31			
-				
	035 Se	Se		500,0 270,0

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

R1

Soderberg

$$M_m = T_a = 0$$

Situación límite. (Singular) Kf=1

⊿artagena99

$$R2 d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 0 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 0 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = \left( \frac{16x1}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(1xM_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 3(1xT_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = \left( \frac{16}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4M_a^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 3(T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = \left( \frac{16}{\pi} \left\{ \frac{2M_a}{S_e} + \frac{\sqrt{3}T_m}{S_{yt}} \right\} \right)^{1/3} ; d = \left( \frac{16}{\pi} \left\{ \frac{2x1250}{186,3x10^6} + \frac{\sqrt{3}x600}{270x10^6} \right\} \right)^{1/3}$$

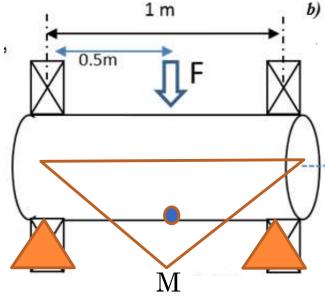
ASES PARTICULARES, TUTORÍAS TECNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17,1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información de Comercio Electr**ónico**, de 11 de julio de 2002,

44,4706

mm



	d	60	mm
	F	5.000	N
1000 rpm	R1	2.500	N
	R2	2.500	N
	1	0,5	m
-	M = R11	1.250	Nm
A STATE OF THE PARTY OF THE PAR	$P=T\omega$ ; $T=P/\omega$		
	ω=	1.000,0	rpm
	$\omega$ =1000*2 $\pi$ /60 rad/s	104,7	rad/s
M.	P=	62.831,0	W
7	$P=T\omega$ ; $T=P/\omega$	600,0	Nm

SAE 1	035			
Sut			500,0	Mpa
Sy			270,0	
~	~			-
	Se			
	186,33	Mpa		

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/2}$$

R1

Soderberg

$$M_m = T_a = 0$$

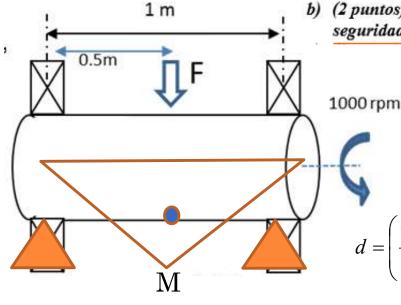
Kf=1

Cartagena99

R2  $d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 0 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 0 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$ 

$$\frac{1}{CS} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(1xM_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 3(1xT_m)^2 \right]^{1/2} \right\}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



d	60	$\mathbf{m}\mathbf{m}$
F	5.000	N
R1	2.500	N
R2	2.500	N
1	0,5	m
M = R11	1.250	Nm
Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω		
ω=	1.000,0	rpm
$\omega = 1000*2\pi/60 \text{ rad/s}$	104,7	rad/s
P=	62.831,0	W
Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω	600,0	Nm

SAE 1	035				
Sut				500,0	Mpa
Sy				270,0	Mpa
~	~				
	Se	3			
		186,33	Mpa	-	
	1			•	

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

R1

Soderberg

$$M_m = T_a = 0$$

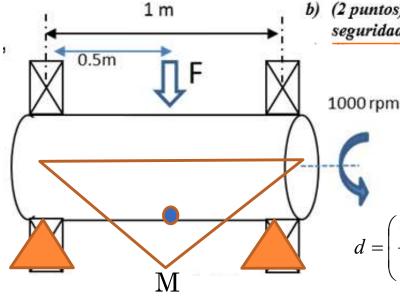
Kf=1

Cartagena99

R2  $d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 0 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 0 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$ 

$$\frac{1}{CS} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(1xM_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 3(1xT_m)^2 \right]^{1/2} \right\}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



d	60	$\mathbf{m}\mathbf{m}$
F	5.000	N
R1	2.500	N
R2	2.500	N
l	0,5	m
M = R11	1.250	Nm
P=Tω; T=P/ω		
ω=	1.000,0	rpm
ω=1000*2π/60 rad/s	104,7	rad/s
P=	62.831,0	W
$P=T\omega; T=P/\omega$	600,0	Nm

1035			
		500,0	Mpa
		270,0	Mpa
Se			
196 22	Mna		
			500,0 270,0

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

R1

Soderberg

$$M_m = T_a = 0$$

$$M_m = T_a = 0$$

Kf=1

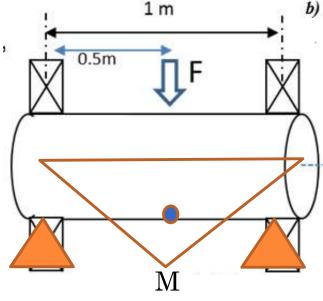
Cartagena 99

 $R2 d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_{\rho}} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 0 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{v,t}} \left[ 0 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$ 

$$\frac{1}{CS} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(1xM_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 3(1xT_m)^2 \right]^{1/2} \right\}$$

$$\frac{1}{cS} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} 2xMa + \frac{1}{S_{yt}} \sqrt{3}Tm \right\}; \frac{1}{cS} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} 2xMa + \frac{1}{S_{yt}} \sqrt{3}Tm \right\};$$

CLASES PARTICULARES. TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSÁPP: 689 45 44 70



d	60	$\mathbf{m}\mathbf{m}$
F	5.000	N
R1	2.500	N
R2	2.500	N
l	0,5	m
M = R11	1.250	Nm
P=Tω; T=P/ω		
ω=	1.000,0	rpm
$\omega = 1000*2\pi/60 \text{ rad/s}$	104,7	rad/s
P=	62.831,0	W
Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω	600,0	Nm

1000 rpm

SAE 1	.035			
Sut			500,0	Mpa
Sy			270,0	Mpa
~	Se			
		 Mpa		

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

R1

Soderberg

$$M_m = T_a = 0$$

Kf=1

R2 
$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 0 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 0 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

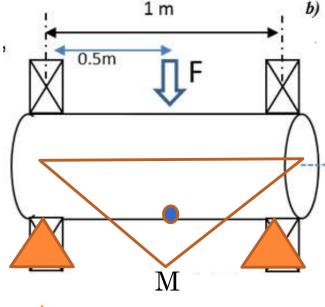
$$\frac{1}{CS} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(1xM_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 3(1xT_m)^2 \right]^{1/2} \right\}$$

$$\frac{1}{CS} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} 2xMa + \frac{1}{S_{yt}} \sqrt{3}Tm \right\}; \frac{1}{CS} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} 2xMa + \frac{1}{S_{yt}} \sqrt{3}Tm \right\};$$

$$\frac{1}{CS} = \frac{16}{\pi 0.06^3} \left\{ \frac{1}{186.3 \times 10^6} 2x1250 + \frac{1}{270x} \sqrt{3}x600 \right\};$$

### Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



	d	60	$\mathbf{m}\mathbf{m}$
	F	5.000	N
	R1	2.500	N
	R2	2.500	N
	1	0,5	m
	M = R11	1.250	Nm
	$P=T\omega; T=P/\omega$		
	ω=	1.000,0	rpm
	$\omega = 1000*2\pi/60 \text{ rad/s}$	104,7	rad/s
	P=	62.831,0	W
	P=Tω; T=P/ω	600,0	Nm

.035		500.0	Mpa
		270,0	
~			
Se			
186,33	Mpa		
	Se		500,0 270,0

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/2}$$

R1

Soderberg

$$M_m = T_a = 0$$

Kf=1

R2 
$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 0 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 0 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$\frac{1}{CS} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(1xM_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 3(1xT_m)^2 \right]^{1/2} \right\}$$

$$\frac{1}{CS} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} 2xMa + \frac{1}{S_{yt}} \sqrt{3}Tm \right\}; \frac{1}{CS} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} 2xMa + \frac{1}{S_{yt}} \sqrt{3}Tm \right\};$$

$$\frac{1}{CS} = \frac{16}{\pi 0.06^3} \left\{ \frac{1}{186.3 \times 10^6} 2x1250 + \frac{1}{270 \times 10^6} \sqrt{3} \times 600 \right\};$$

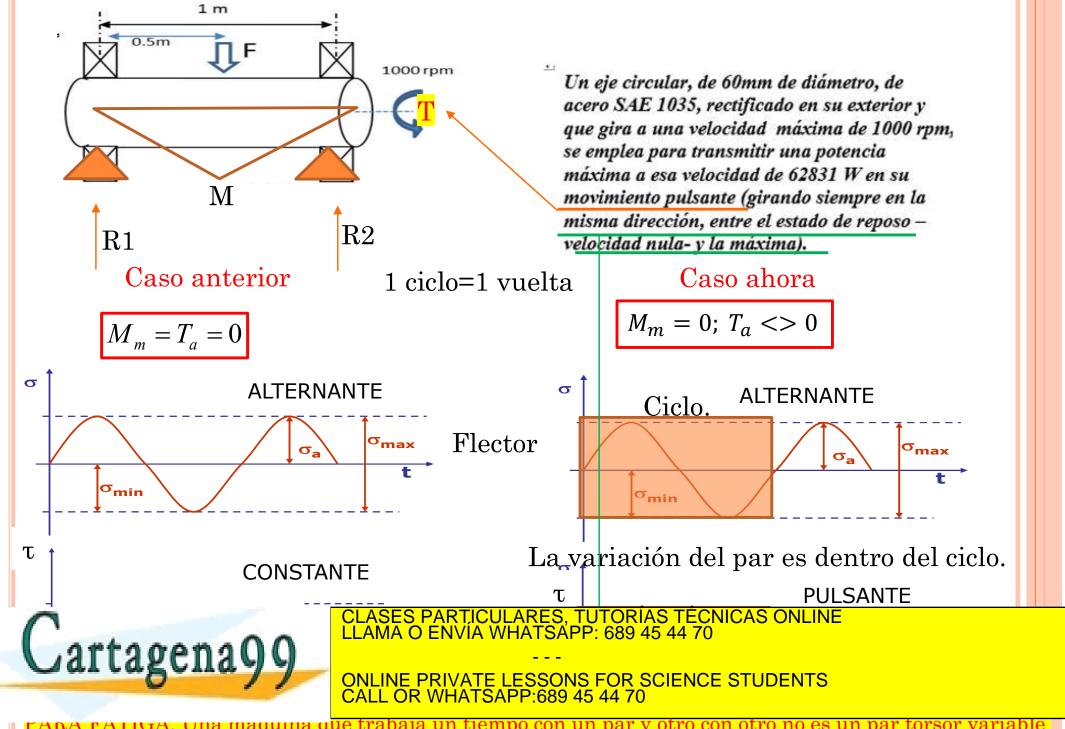
### Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

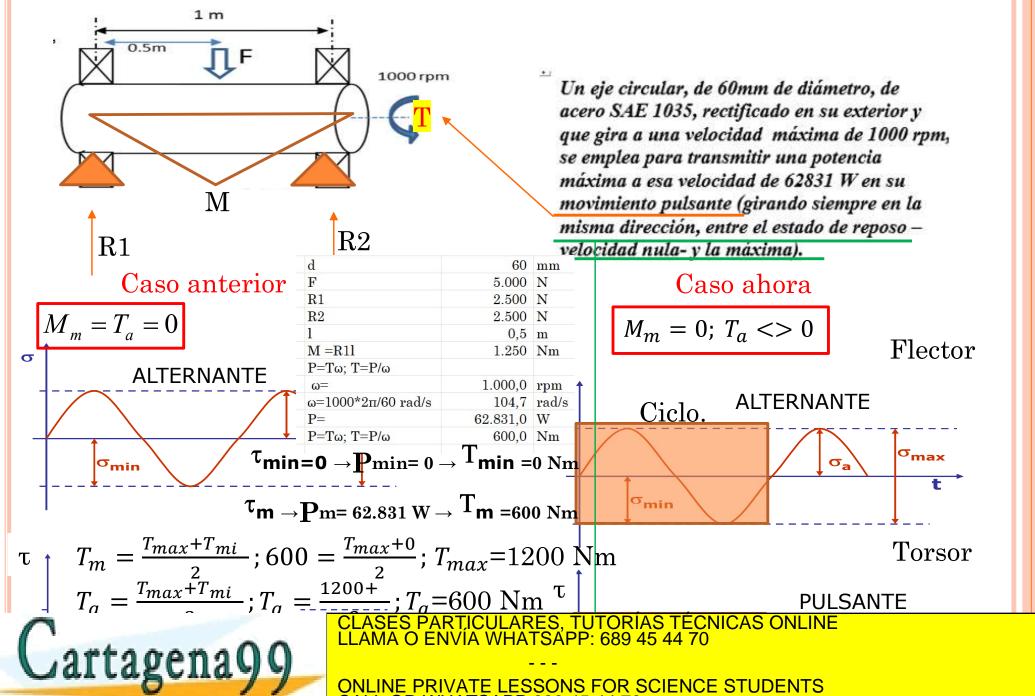
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

CS

1000 rpm

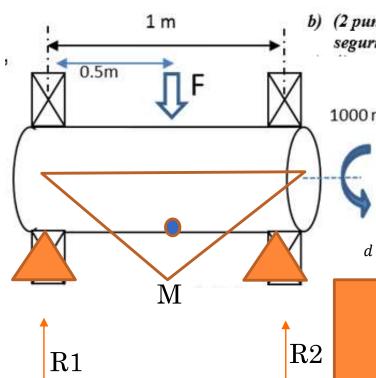


www.cartagéna99.com no se lhace responsable de la información contenida en el dresente documento en virtud allicar varias pares distintos (Miner). Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electronico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el drecurgo no esculpida en el drecurgo



ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

rana raitga. Una maguma g<mark>ue trabaja un tiempo con un par y otro con otro no es un par torsor variable</mark> www.ca<mark>rtagena99.com ne selhace responsable de la información contenida en el dresente documento en virtud allicar varias pares distintos (Miner).</mark>
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilijcital o lesión a bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.



	d	60	mm
nr	F	5.000	N
	R1	2.500	N
	R2	2.500	N
	1	0,5	m
	M = R11	1.250	Nm
	P=Tω; T=P/ω		
	ω=	1.000,0	rpm
	$\omega$ =1000*2 $\pi$ /60 rad/s	104,7	rad/s
	P=	62.831,0	W
	P=Tω; T=P/ω	600,0	Nm

	Se	$T_{a}$ =600 Nm
~ -		´-  *
Sy		270,0 Mpa
Sut		500,0 Mpa
SAE	1035	

 $^{1}$  m =600 Nm  $^{-1/2}$   $^{1/3}$ 

186,33 Mpa

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4 \left( K_f M_a \right)^2 + 3 \left( K_{fs} T_a \right)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 4 \left( K_f M_m \right)^2 + 3 \left( K_{fs} T_m \right)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

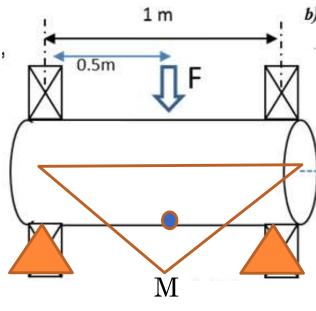
Soderberg

Situación límite. Kf=1 (Singular)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70





	d	60	mm
1000 rpr	F	5.000	
	R1	2.500	N
	R2	2.500	N
Tooothi	1	0,5	m
-	M = R11	1.250	Nm
	Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω		
	ω=	1.000,0	rpm
100	$\omega$ =1000*2 $\pi$ /60 rad/s	104,7	rad/s
M	P=	62.831,0	W
7	P=Tω; T=P/ω	600,0	Nm
-			

Sut Sy		500,0 Mps 270,0 Mps	
~	So	$T_{a}=600$	NI-
	36	$I_{\alpha}$ – $000$	IN.

Se	- 2		$T_{a}$ =600 N	m
	186,33	Mpa	- u - T	
			$^{-1}$ m =600 Nm	

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

R1

Soderberg

$$M_m = 0$$

Situación límite. Kf=1 (Singular)

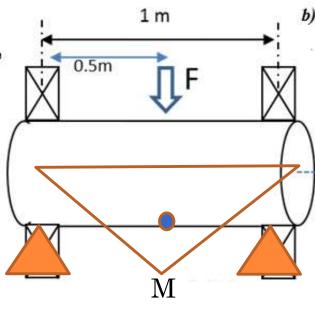
Cartagena99

$$R2 d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 0 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = \left( \frac{16x1}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(1xM_a)^2 + 3(1xT_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 3(1xT_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70





	d	60	mm
1000 rpr	F	5.000	N
	R1	2.500	N
	R2	2.500	N
1000161	1	0,5	m
	M = R11	1.250	Nm
	Ρ=Τω; Τ=Ρ/ω		
	ω=	1.000,0	$_{\mathrm{rpm}}$
-	$\omega$ =1000*2 $\pi$ /60 rad/s	104,7	rad/s
M	P=	62.831,0	W
7	P=Tω; T=P/ω	600,0	Nm

SAE 1035		
Sut	500,0	Mpa
Sy	270,0	Mpa
~ ~		-

Se	- 2		$T_{a}$ =600 N	m
	186,33	Mpa	- u - T	
			$^{1}$ m =600 Nm	

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4 \left( K_f M_a \right)^2 + 3 \left( K_{fs} T_a \right)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 4 \left( K_f M_m \right)^2 + 3 \left( K_{fs} T_m \right)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

R1

Soderberg

$$M_m = 0$$

Situación límite. Kf=1 (Singular)

Cartagena99

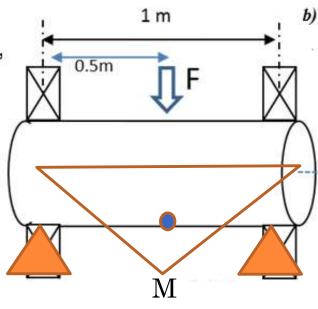
$$R2 d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 0 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = \left(\frac{16x1}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(1xM_a)^2 + 3(1xT_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 3(1xT_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = \left(\frac{16}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4M_a^2 + 3T_a^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} [3(T_m)^2]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70





	d	60	mm
1000 rpr	F	5.000	N
	R1	2.500	N
	R2	2.500	N
	1	0,5	m
	M = R11	1.250	Nm
	P=Tω; T=P/ω		
	ω=	1.000,0	rpm
-	$\omega$ =1000*2 $\pi$ /60 rad/s	104,7	rad/s
	P=	62.831,0	W
7	P=Tω; T=P/ω	600,0	Nm

Sut	500,0	Mpa
Sy	270,0	_

Se	3		$T_{a}$ =600 N	m
	186,33	Mpa	- u - T	
			$^{1}$ m =600 Nm	

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

R1

Soderberg

$$M_m = 0$$

Situación límite. Kf=1 (Singular)

Cartagena99

$$R2 d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 0 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

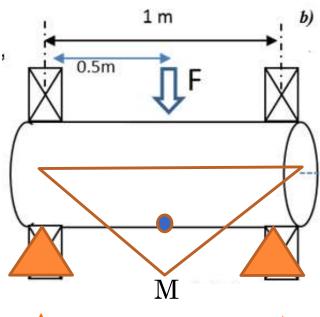
$$d = \left( \frac{16x1}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(1xM_a)^2 + 3(1xT_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 3(1xT_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = \left( \frac{16}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4M_a^2 + 3T_a^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 3(T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = \left( \frac{16}{\pi} \left\{ \frac{\left[ 4M_a^2 + 3T_a^2 \right]^{1/2}}{S_e} + \frac{\sqrt{3}T_m}{S_{yt}} \right\} \right)^{1/3} ;$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70





	d	60	$\mathbf{m}\mathbf{m}$
1000 rp	F	5.000	N
	R1	2.500	N
	R2	2.500	N
	1	0,5	m
	M = R11	1.250	Nm
A STATE OF THE PARTY OF THE PAR	P=Tω; T=P/ω		
	ω=	1.000,0	rpm
1	$\omega$ =1000*2 $\pi$ /60 rad/s	104,7	rad/s
M	P=	62.831,0	W
7	P=Tω; T=P/ω	600,0	Nm

	Se	196 22	 $T_a = 60$	00 N <mark>m</mark>
Sy			270,0	Mpa
Sut			500,0	_
DAL	1000			

 $T_{m = 600 \text{ Nm}}$ 

600

1000000

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

R1Soderberg

$$M_m = 0$$

Situación límite. (Singular) CS=n=1

$$d (n=1) < D$$

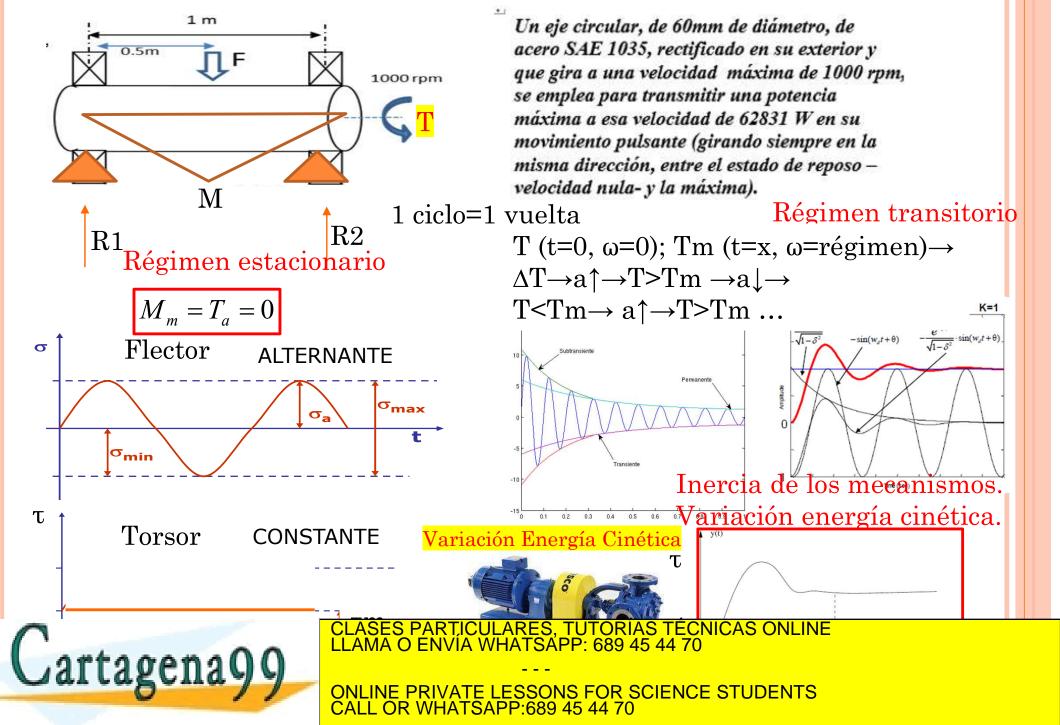
artagena99

 $R2 d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_o} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{out}} \left[ 0 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)$  $d = \left(\frac{16x1}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(1xM_a)^2 + 3(1xT_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{vit}} \left[ 3(1xT_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$  $d = \left(\frac{16}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_a} \left[ 4M_a^2 + 3T_a^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{vt}} \left[ 3(T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/2}$  $d = \left(\frac{16}{\pi} \left\{ \frac{\left[4M_a^2 + 3T_a^2\right]^{1/2}}{S_e} + \frac{\sqrt{3}T_m}{S_{yt}} \right\} \right)^{1/3};$  $d = \left(\frac{16}{\pi} \left\{ \frac{\sqrt{4x1250^2 + \sqrt{3}x600^2}}{1863x10^6} + \frac{\sqrt{3}x600}{270x10^6} \right\} \right)^{1/2}$ 

#### ASES PARTICULARES. TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSÁPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

mmm nace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al vicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de ju<del>lio de 2002,</del> el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.



otro no es un par tors<mark>or variable seria un estudio de l'ares contantes con ,</mark>

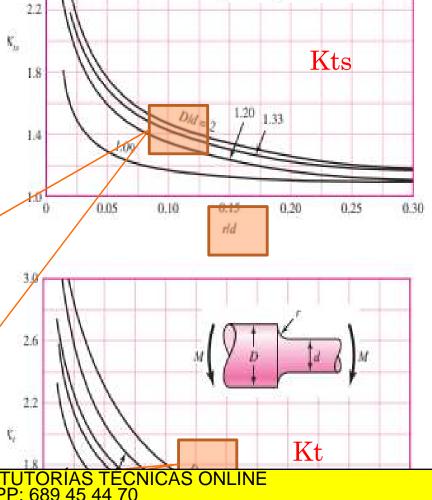
NEBRIJA

## DISEÑO DE EJES Y ÁI 4. DISEÑO DE EJES PARA

<u>Estimación de</u>
 <u>concentraciones de</u>
 <u>esfuerzo</u>

• Kf y Kfs dependen de q ya que son necesarios para el calculo de Kt y Kts. Por lo que es un proceso iterativo.

• Están establecidos ratios para arrancar el proceso.



0.15

0.20

0.25

0.30

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TECNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la info**rmación es celeta en el documento es** ilicita**lo les ib**na bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

### o Estimación de concentraciones de esfuerzo

- Las concentraciones de esfuerzo en hombros y chavetas dependen de las especificaciones de tamaño, que inicialmente son desconocidas.
- Estimar inicialmente y afinar en iteraciones sucesivas.
- Apoyos de cojinetes: seguir indicaciones catálogo. P.e. D/d entre 1,2 y 1,5. Coger el peor ... D/d=1,5 para una primera aproximación.
- Radio de apoyo: r/d entre 0.02 y 0,06. K varía mucho en ese rango, muy sensible, pero los momentos en esas zonas suelen ser pequeños.

Cartagena99

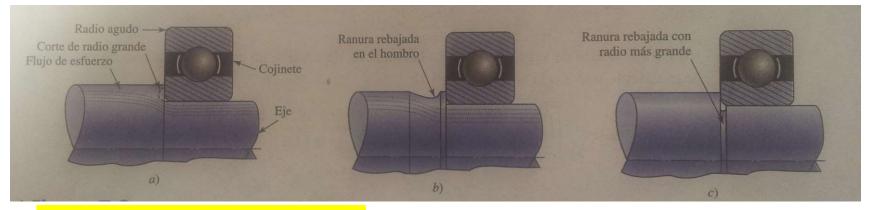
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -



#### Estimación de concentraciones de esfuerzo

En casos donde hombro del cojinete es crítico, dar radio de filete generoso o radio más grande sobre eje.



Para hombro estándar seleccionar un r/d en el que se pueda obtener Kt. P.e. r/d=0.02 y D/d=1,5, Kt=2.7 para flexión, 2,2 para torsión y 3,0 para esfuerzo axial (para r/d=0.1 –bien rodondondo Vt-1.7 on flovión 1.5 on torgión v 1.0 oviol)
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE

Cartagena (

LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



### O DE EJES Y ÁRBOLES

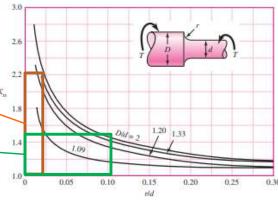
EÑO DE EJES PARA EL ESFUERZO

Para hombro estándar seleccionar un r/d en el que se pueda obtener Kt. P.e. r/d=0.02 y D/d=1.5, Kt=2.7para flexión, 2,2 para torsión y 3,0 para esfuerzo axial (para r/d=0.1 –bien redondeado- Kt=1,7 en flexión, 1,5 en torsión y 1,9 axial). Chaveteros.

Para cuñeros las primeras etapas se pueden estimar

Figure A-15-7 Round shaft with shoulder fillet in tension.  $\sigma_0 = F/A$ , where  $A = \pi d^2/4$ Figure A-15-8

= d/2 and  $J = \pi d^4/32$ .



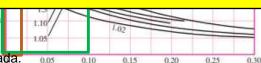
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE

LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contériida en el presente documento en virtud al Artículo 17,1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información conterior de contenida en el documento en virtud al Artículo 17,1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento en virtud al Artículo 17,1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17,1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17,1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17,1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información de servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.



Chaveteros.

Para cuñeros las primeras etapas se pueden estimar suponiendo una relación r/d=0.02, con Kt=2.2 para flexión y 3.0 para torsión (con la cuña en su lugar).



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



### RODAMIENTOS

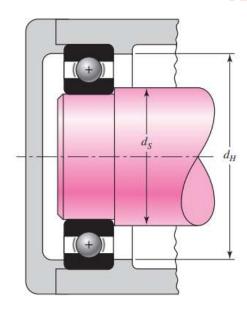
Table 11-2

Dimensions and Load Ratings for Single-Row 02-Series Deep-Groove and Angular-Contact Ball Bearings

			Fillet	llet Shoulder		Load Ratings, kN			
Bore,	OD,	Width,	Radius,	Diamet	ter, mm	Deep (	roove	Angular	Contact
mm	mm	mm	mm	ds	d <sub>H</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>0</sub>	C <sub>10</sub>	Co
10	30	9	0.6	12.5	27	5.07	2.24	4.94	2.12
12	32	10	0.6	14.5	28	6.89	3.10	7.02	3.05
15	35	11	0.6	17.5	31	7.80	3.55	8.06	3.65
17	40	12	0.6	19.5	34	9.56	4.50	9.95	4.75
20	47	14	1.0	25	41	12.7	6.20	13.3	6.55
25	52	15	1.0	30	47	14.0	6.95	14.8	7.65
30	62	16	1.0	35	55	19.5	10.0	20.3	11.0
35	72	17	1.0	41	65	25.5	13.7	27.0	15.0
40	80	18	1.0	46	72	30.7	16.6	31.9	18.6
45	85	19	1.0	52	77	33.2	18.6	35.8	21.2
50	90	20	1.0	56	82	35.1	19.6	37.7	22.8
55	100	21	1.5	63	90	43.6	25.0	46.2	28.5
60	110	22	1.5	70	99	47.5	28.0	55.9	35.5
65	120	23	1.5	74	109	55.9	34.0	63.7	41.5
70	125	24	1.5	79	114	61.8	37.5	68.9	45.5
75	130	25	1.5	86	119	66.3	40.5	71.5	49.0
80	140	26	2.0	93	127	70.2	45.0	80.6	55.0
85	150	28	2.0	99	136	83.2	53.0	90.4	63.0
90	160	30	2.0	104	146	95.6	62.0	106	73.5
95	170	32	2.0	110	156	108	69.5	121	85.0

#### Figure 11-8

Shaft and housing shoulder diameters  $d_S$  and  $d_H$  should be adequate to ensure good bearing support.

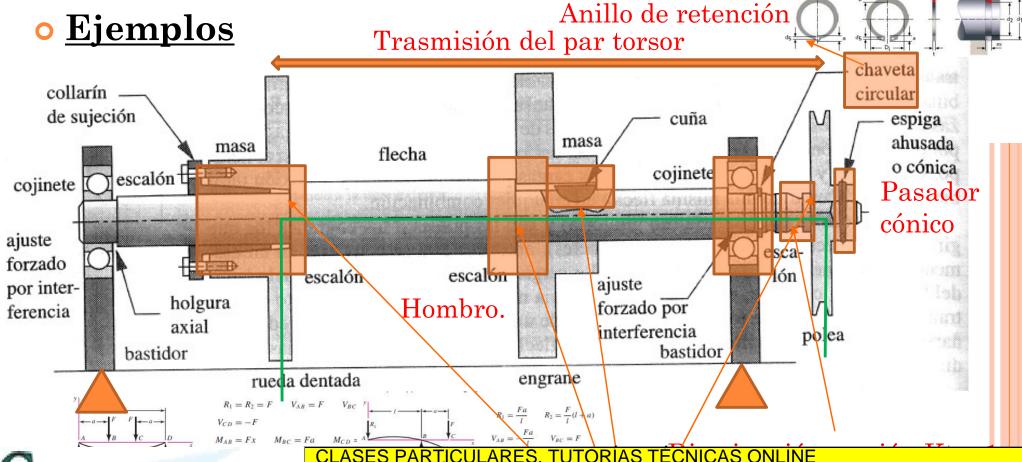


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -





Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTÓRÍAS TÉCNICAS ONLÍNE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

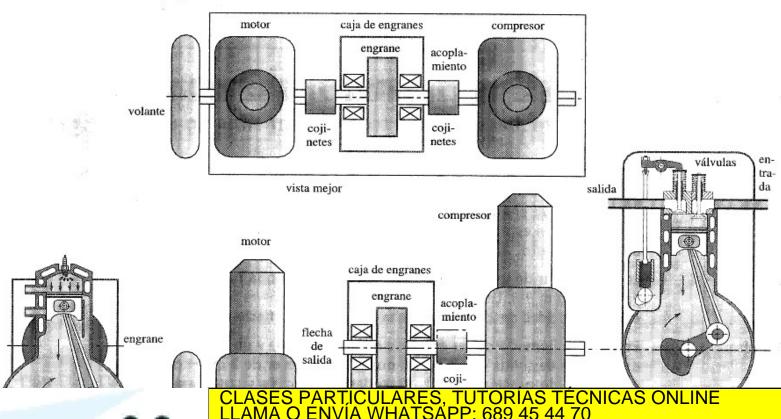
rareciuo,

funcione el dispositivo



www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilicita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

### Ejemplos



Cartagena99

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

NEBRIJA

### Ejemplos

- 1 Suponga que el árbol de un motor debe soportar un par de torsión máximo de 2500 lbf in totalmente alternante. ¿Qué diámetro mínimo, d, debería tener el árbol mecanizado si tiene un chavetero de perfil y es de acero SAE 1050 laminado en frío? Tomar factor de seguridad N = 2 con una confiabilidad del 99%.
- a) Usando Goodman modificada
- b) Usando Soderberg
- o Solución d = 1.30 in (usando Goodman modificada o Soderberg).



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

S NEDKIJA

### Ejemplos

- 1 Suponga que el árbol de un motor debe soportar un par de torsión máximo de 2500 lbf in totalmente alternante. ¿Qué diámetro mínimo, d, debería tener el árbol mecanizado si tiene un chavetero de perfil y es de acero SAE 1050 laminado en frío? Tomar factor de seguridad N = 2 con una confiabilidad del 99%.
- a) Usando Goodman modificada
- b) Usando Soderberg
- Solución d = 1.30 in (usando Goodman modificada o Soderberg).
- T: totalmente alternante. Tm=0 Ta=T

  No existe M luego Ma=Mm=0  $d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

S NEDKIJA

### Ejemplos

- 1 Suponga que el árbol de un motor debe soportar un par de torsión máximo de 2500 lbf in totalmente alternante. ¿Qué diámetro mínimo, d, debería tener el árbol mecanizado si tiene un chavetero de perfil y es de acero SAE 1050 laminado en frío? Tomar factor de seguridad N = 2 con una confiabilidad del 99%.
- Usando Goodman modificada
- Usando Soderberg
- Solución d = 1.30 in (usando Goodman modificada o Soderberg).
- T: totalmente alternante. Tm=0 Ta=T

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{vt}} \left[ 4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

No existe M luego Ma=Mm=0

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 0 + 3(K_{fs}T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} [0 + 0]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \frac{\sqrt{3}K_{fs}T_a}{S_e}\right)^{1/3}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

NEDNIA

### Ejemplos

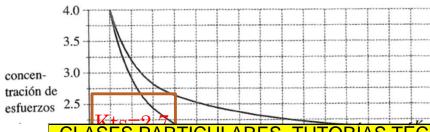
- 1 Suponga que el árbol de un motor debe soportar un par de torsión máximo de 2500 lbf in totalmente alternante. ¿Qué diámetro mínimo, d, debería tener el árbol mecanizado si tiene un chavetero de perfil y es de acero SAE 1050 laminado en frío? Tomar factor de seguridad N = 2 con una confiabilidad del 99%.
- a) Usando Goodman modificada
- b) Usando Soderberg
- Solución d = 1.30 in (usando Goodman modificada o Soderberg).
- T: totalmente alternante. Tm=0 Ta=T

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

o No existe M luego Ma=Mm=0

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 0 + 3 \left( K_{fs} T_a \right)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{vt}} \left[ 0 + 0 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \frac{\sqrt{3}K_{fs}T_a}{S_e}\right)^{1/3}$$





Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

EIGHBA A 40<mark>r/d=0.0</mark>2

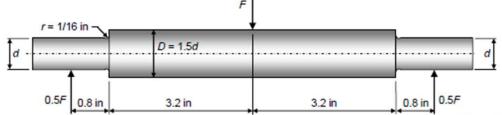
NEBRIJA

#### Ejemplos

• 3 Una máquina tiene un eje escalonado de sección circular, de acero SAE 1050 laminado en frío. Se mecaniza y soporta una fuerza F producida por una polea loca montada en el eje mediante un rodamiento. La fuerza F varía entre 500 lbf y 1500 lbf, y el eje se apoya en sus extremos, generándose las reacciones indicadas. Determinar el diámetro d para una duración indefinida, una confiabilidad del 50% y un factor de seguridad de 1 5

a) Usando Goodman modificada

- b) Usando Soderberg
- o T= Tm=Ta=0
- o M Ma y Mm

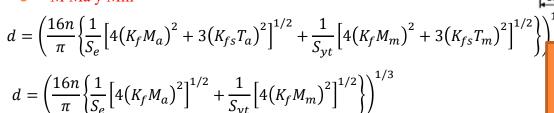


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

#### Ejemplos

- 3 Una máquina tiene un eje escalonado de sección circular, de acero SAE 1050 laminado en frío. Se mecaniza y soporta una fuerza F producida por una polea loca montada en el eje mediante un rodamiento. La fuerza F varía entre 500 lbf y 1500 lbf, y el eje se apoya en sus extremos, generándose las reacciones indicadas. Determinar el diámetro d para una duración indefinida, una confiabilidad del 50% y un factor de seguridad de 1 5
  - a) Usando Goodman modificada
  - b) Usando Soderberg
- $\circ$  T= Tm=Ta=0
- o M Ma y Mm



$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{2K_f M_a}{S_e} + \frac{2K_f M_m}{S_{vt}} \right\} \right)^{1/3}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

3.2 in

3.2 in

0.8 in

Figura E-5.3

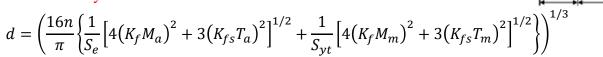
- - -

### DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES

### 4. DISEÑO DE EJES PARA EL ESFUERZO

#### Ejemplos

- 3 Una máquina tiene un eje escalonado de sección circular, de acero SAE 1050 laminado en frío. Se mecaniza y soporta una fuerza F producida por una polea loca montada en el eje mediante un rodamiento. La fuerza F varía entre 500 lbf y 1500 lbf, y el eje se apoya en sus extremos, generándose las reacciones indicadas. Determinar el diámetro d para una duración indefinida, una confiabilidad del 50% y un factor de seguridad de 1.5.
  - Usando Goodman modificada
  - Usando Soderberg
- T = Tm = Ta = 0
- M Ma y Mm



$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4 \left( K_f M_a \right)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 4 \left( K_f M_m \right)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{2K_f M_a}{S_e} + \frac{2K_f M_m}{S_{yt}} \right\} \right)^{1/3}$$

#### Figure A-15-9

Round shaft with shoulder fillet in bending,  $\sigma_0 = Mc/I$ , where c = d/2 and  $l = \pi d^4/64$ 



3.2 in

0.8 in

Figura E-5.3

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

3.2 in

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS **CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70** 

propar r/u-0,02



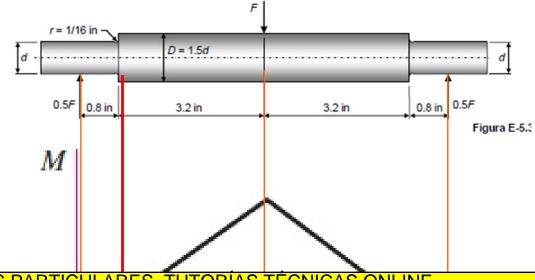
#### Ejemplos

- 3 Una máquina tiene un eje escalonado de sección circular, de acero SAE 1050 laminado en frío. Se mecaniza y soporta una fuerza F producida por una polea loca montada en el eje mediante un rodamiento. La fuerza F varía entre 500 lbf y 1500 lbf, y el eje se apoya en sus extremos, generándose las reacciones indicadas. Determinar el diámetro d para una duración indefinida, una confiabilidad del 50% y un factor de seguridad de 1.5.
  - a) Usando Goodman modificada
  - b) Usando Soderberg
- $\circ$  T= Tm=Ta=0
- o M Ma y Mm

$$R_1 = R_2 = \frac{F}{2}$$

$$V_{AB} = R_1 \qquad V_{BC} = -R_2$$

$$M_{AB} = \frac{Fx}{2} \qquad M_{BC} = \frac{F}{2}(l-x)$$



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

TOL



#### Ejemplos

- 4 Una máquina tiene un eje escalonado de sección circular, de acero SAE 1050 laminado en frío, es mecanizado y soporta una fuerza F producida por una polea que se monta a presión sobre el eje, girando solidariamente con éste, y que el eje está apoyado mediante rodamientos en los extremos. Suponga además que F es constante e igual a 1500 lbf y que el radio de los redondeos es r = 0.25 in.
  - a) Usando Goodman modificada

b) Usando Soderberg



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

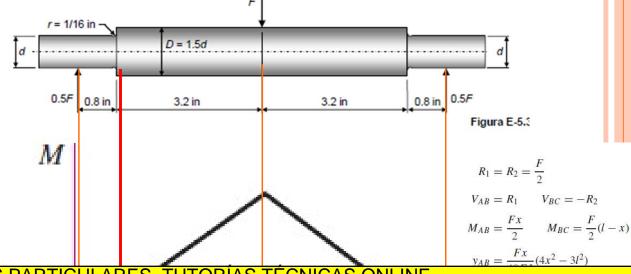
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



#### Ejemplos

- 4 Una máquina tiene un eje escalonado de sección circular, de acero SAE 1050 laminado en frío, es mecanizado y soporta una fuerza F producida por una polea que se monta a presión sobre el eje, girando solidariamente con éste, y que el eje está apoyado mediante rodamientos en los extremos. Suponga además que F es constante e igual a 1500 lbf y que el radio de los redondeos es r = 0.25 in.
  - Usando Goodman modificada
  - Usando Soderberg
- T=Tm=Ta=0
- M alternante pura Ma = M Mm= 0



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70





 $R_1 = R_2 = \frac{F}{2}$ 

### DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES

### 4. DISEÑO DE EJES PARA EL ESFUERZO

### Ejemplos

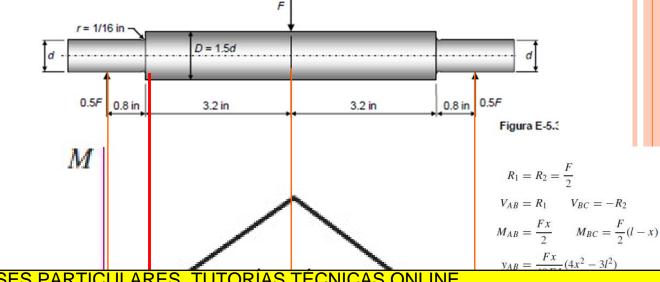
- 4 Una máquina tiene un eje escalonado de sección circular, de acero SAE 1050 laminado en frío, es mecanizado y soporta una fuerza F producida por una polea que se monta a presión sobre el eje, girando solidariamente con éste, y que el eje está apoyado mediante rodamientos en los extremos. Suponga además que F es constante e igual a 1500 lbf y que el radio de los redondeos es r = 0.25 in.
  - Usando Goodman modificada
  - Usando Soderberg
- T = Tm = Ta = 0
- M alternante pura Ma = M Mm= 0

$$d = \left(\frac{32nK_f}{\pi} \left\{ \frac{M_a}{S_e} + \frac{M_m}{S_{yt}} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = \left(\frac{32nK_f}{\pi} \left\{ \frac{M_a}{S_e} + 0 \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = \left(\frac{32nK_f}{\pi} \frac{M_a}{S_e}\right)^{1/3}$$

Cartagena99

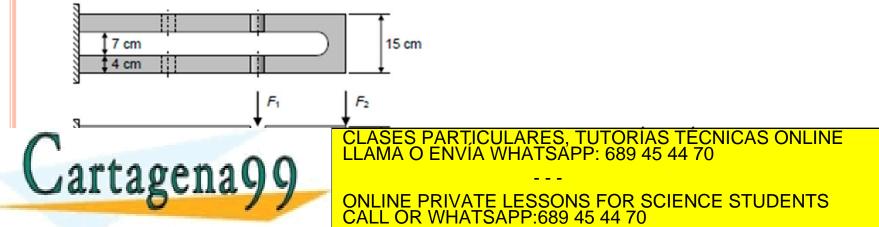


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



### Ejemplos

- 6 La viga de la figura se construirá mediante dos placas de acero laminado en frío SAE 1040. Las dos entallas y el agujero están mecanizados. La viga está sometida a una fuerza constante F1 = 2 kN y una fuerza F2 que varía desde 2 kN hasta 4 kN. Calcular el factor de seguridad de la viga, asumiendo q = 1 y que no hay concentración de esfuerzos en el empotramiento. La confiabilidad es del 99.9%.
  - a) Usando Goodman modificada
  - b) Usando Soderberg





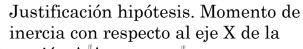
### 4. DISEÑO DE EJES PARA EL ESFUERZO

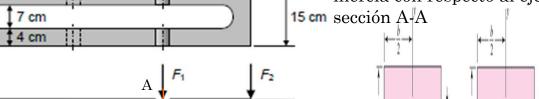
### Ejemplos

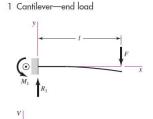
- 6 La viga de la figura se construirá mediante dos placas de acero laminado en frío SAE 1040. Las dos entallas y el agujerestán mecanizados. La viga está sometida a una fuerza constante F1 = 2 kN y una fuerza F2 que varía desde 2 kN hasta 4 kN. Calcular el factor de seguridad de la viga, asumiendo q = 1 y que no hay concentración de esfuerzos en  $\epsilon$ empotramiento. La confiabilidad es del 99.9%.

  - **Usando Soderberg**

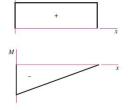
#### Usando Goodman modificada SON DOS PLETINAS CONSIDERAR LA MITAD DE FUERZA PARA CADA UNA DE LAS DOS PLETINAS.

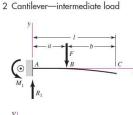


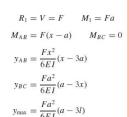


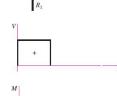














# Cartagena

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ÓNLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Sección

$$A = bh$$
  $I_x = \frac{bh^3}{12}$   $I_y = \frac{b^3h}{12}$   $I_{xy} = \frac{b^3h}{12}$ 

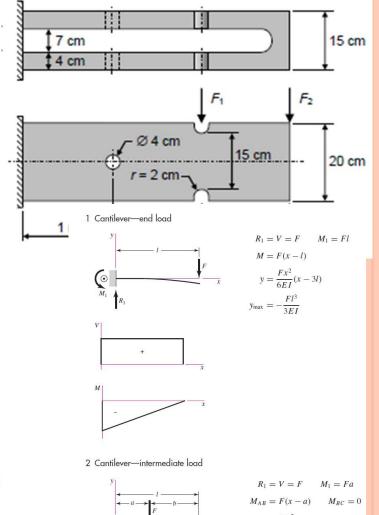
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente decumento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comerció Efectrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el la comerción de la com

### 4. DISEÑO DE EJES PARA EL

### Ejemplos

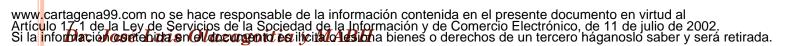
- 6 La viga de la figura se construirá mediante dos placas de acero laminado en frío SAE 1040. Las dos entallas y el agujero están mecanizados. La viga está sometida a una fuerza constante F1 = 2 kN y una fuerza F2 que varía desde 2 kN hasta 4 kN. Calcular el factor de seguridad de la viga, asumiendo q = 1 y que no hay concentración de esfuerzos en el empotramiento. La confiabilidad es del 99.9%.
  - a) Usando Goodman modificada
  - b) Usando Soderberg

	1					
SON DOS PLETINAS CONSIDERAR L	A MITAD PARA CADA UI	NA DE LAS DO	S PLETINAS.			
<b>FUERZAS APLICADAS A SECCIONES</b>	TOTAL		POR P	LETINA		
	MIN	MAX	MIN	MAX		
F1	2000	2000	1000	1000		
F2	2000	4000	1000 200			
MOMENTOS DES	SDE EMPOTRAMIENTO S	E COGE DESD	E LA SECCIÓN	Y SE MIRA A L	A IZQUIERDA (LA RE	ACCION)
	DISTANCIA A	FUERZA (N)		MOME	NTO RA (Nm)	
	EMPOTRAMIENTO (m)	MIN	MAX	MIN	MAX	



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

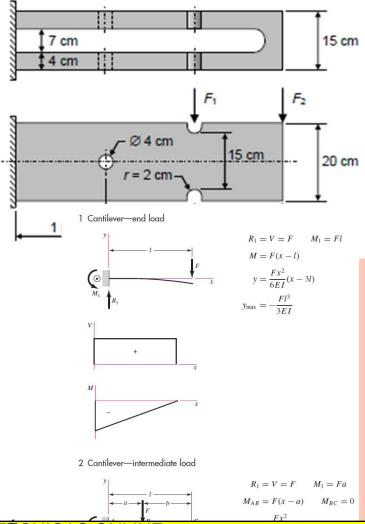


### 4. DISEÑO DE EJES PARA EL

### Ejemplos

- 6 La viga de la figura se construirá mediante dos placas de acero laminado en frío SAE 1040. Las dos entallas y el agujero están mecanizados. La viga está sometida a una fuerza constante F1 = 2 kN y una fuerza F2 que varía desde 2 kN hasta 4 kN. Calcular el factor de seguridad de la viga, asumiendo q = 1 y que no hay concentración de esfuerzos en el empotramiento. La confiabilidad es del 99.9%.
  - a) Usando Goodman modificada
  - b) Usando Soderberg

			а	l .	
	EMPOTRAMIENTO	AGUJERO	RANURAS	EXTREMO	
MOMENTOS FLECTORES DE LAS FL		0 / 1	1 / 2	/ 3	
MF1	2.000	1.000	/ 0	0	Max F1 (X-a)
MF2 MIN	3.000	2000	1000	/ 0	Mx F2 (X-I)
MF2 MAX	6.000	4000	2000	0	Mx F2 (X-I)
			1	,	
x /	/-	/ 1	/2	3	
MOMENTO FLECTOR MIN	- / 5.000	3.000	- 1.000	-	Nm
MOMENTO FLECTOR MIN	- 8.000	5.000	- 2.000	-	Nm
		AGUJERO	RANURA		



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



### 4. DISEÑO DE EJES PARA EL

### **Ejemplos**

- 6 La viga de la figura se construirá mediante dos placas de acero laminado en frío SAE 1040. Las dos entallas y el agujero están mecanizados. La viga está sometida a una fuerza constante F1 = 2 kN y una fuerza F2 que varía desde 2 kN hasta 4 kN. Calcular el factor de seguridad de la viga, asumiendo q = 1 y que no hay concentración de Figure A-15-4 esfuerzos en el empotramiento. La confiabilidad es del Notched rectangular bar in bending,  $\sigma_0 = Mc/I$ , where  $c = d/2, I = td^3/12$ , and t is 99.9%
  - Usando Goodman modificada

Usando Soderberg

Cartagena 99

			a	I		
	EMPOTRAMIENTO	AGUJERO	RANURAS	EXTREMO		
MOMENTOS FLECTORES DE LAS FU	/ 0	1	2	/ 3		
MF1	2.000	1.000	/ 0	/ 0	Max F1 (X-a)	
MF2 MIN	3.000	2000	1000	0	Mx F2 (X-I)	
MF2 MAX	6.000	4000	2000	0	Mx F2 (X-I)	2.
)			/			Opposite single U-shaped
x /	/ -	/ 1	/2	3		
MOMENTO FLECTOR MIN	- / 5.000	- /3.000	- 1.000	-	Nm	notches in finite-width plate
MOMENTO FLECTOR MIN	- / 8.000	- / 5.000	- 2.000	-	Nm	<u> </u>
		AGUJERO	RANURA			)   h )
DIAGRAMA	MOMENTOS FLECT	rores				h

b. In-plane bending

7 cm

1 m

 $\sigma_{\text{max}} = \sigma_A = K_t \sigma_{\text{nom}},$  $\sigma_{\text{nom}} = 6M/d^2t$  $K_t = C_1 + C_2 \frac{2h}{D} + C_3 \left(\frac{2h}{D}\right)^2 + C_4 \left(\frac{2h}{D}\right)$ 2.0 < h/r < 50.0 $1.024 + 2.092\sqrt{h/r} - 0.051h/r$  $1.113 + 1.957\sqrt{h/r}$  $-0.630 - 7.194\sqrt{h/r} + 1.288h/r$  $-2.579 - 4.017\sqrt{h/r} - 0.013h/r$ 

15 cm

1 m

r = 2 cm

1 m

CLASES PARTICULÁRES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

At edge of plate,

 $\sigma_{\text{max}} = \sigma_{P} = K_{t}\sigma_{\text{nom}}$ 

 $K_t = 2$  (independent of a/D)

 $\sigma_{\text{nom}} = 6MD/(D^3 - d^3)t$ 

15 cm

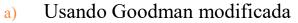
20 cm

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julió de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

### 4. DISEÑO DE EJES PARA EL

### Ejemplos

o 6 La viga de la figura se construirá mediante dos placas de acero laminado en frío SAE 1040. Las dos entallas y el agujero están mecanizados. La viga está sometida a una fuerza constante F1 = 2 kN y una fuerza F2 que varía desde 2 kN hasta 4 kN. Calcular el factor de seguridad de la viga, asumiendo q = 1 y que no hay concentración de esfuerzos en el empotramiento. La confiabilidad es del 99.9%.

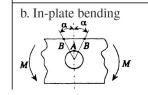


b) Usando Soderberg

/		$\mathcal{C}$			
			a	I	
	EMPOTRAMIENTO	AGUJERO	RANURAS	EXTREMO	
MOMENTOS FLECTORES DE LAS FL		1	2	/ 3	
MF1	2.000	1.000	/ 0	/ 0	Max F1 (X-a)
MF2 MIN	3.000	2000	1000	/ 0	Mx F2 (X-I)
MF2 MAX	6.000	4000	2000	/ 0	Mx F2 (X-I)
			1		
x /	/-	/ 1	/2	3	
MOMENTO FLECTOR MIN	- / 5,000	- /3.000	- 1.000	-	Nm
MOMENTO FLECTOR MIN	- 8.000	- / 5.000	- 2.000	-	Nm
		AGUJERO	RANURA		
DIAGRAMA	MOMENTOS FLEC	TORES			

b. In-plane bending  $\sigma_{\max} = \sigma_A = K_I \sigma_{\text{nom}}, \quad \sigma_{\text{nom}} = 6M/d^2t$   $K_I = C_1 + C_2 \frac{2h}{D} + C_3 \left(\frac{2h}{D}\right)^2 + C_4 \left(\frac{2h}{D}\right)^3$   $0.1 \le h/r < 2.0 \qquad 2.0 \le h/r \le 50.0$   $C_1 \qquad 1.024 + 2.092\sqrt{h/r} - 0.051h/r \qquad 1.113 + 1.957\sqrt{h/r}$   $C_2 \qquad -0.630 - 7.194\sqrt{h/r} + 1.288h/r \qquad -2.579 - 4.017\sqrt{h/r} - 0.013h/r$   $C_3 \qquad 2.117 + 8.574\sqrt{h/r} - 2.160h/r \qquad 4.100 + 3.922\sqrt{h/r} + 0.083h/r$   $C_4 \qquad -1.420 - 3.494\sqrt{h/r} + 0.932h/r \qquad -1.528 - 1.893\sqrt{h/r} - 0.066h/r$  for semicircular notch (h/r = 1.0)  $K_I = 3.065 - 6.637 \left(\frac{2h}{D}\right) + 8.229 \left(\frac{2h}{D}\right)^2 - 3.636 \left(\frac{2h}{D}\right)^3$ 

r = 2 cm



(1) At edge of hole,  $\sigma_{\text{max}} = \sigma_A = K_t \sigma_{\text{nom}}, \quad \sigma_{\text{nom}} = 6Md/(D^3 - d^3)t$  $K_t = 2$  (independent of d/D)

15 cm

15 cm

20 cm

(2) At edge of plate,  $\sigma_{\text{max}} = \sigma_P = K_t \sigma_{\text{nom}}$   $\sigma_{\text{nom}} = 6MD/(D^3 - d^3)t$ 

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

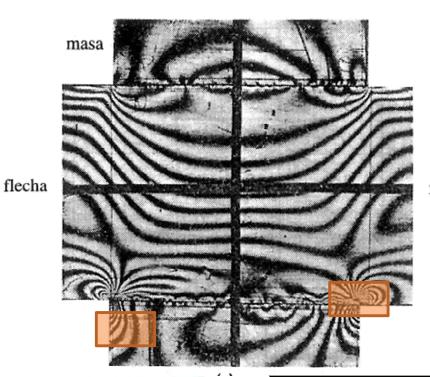
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

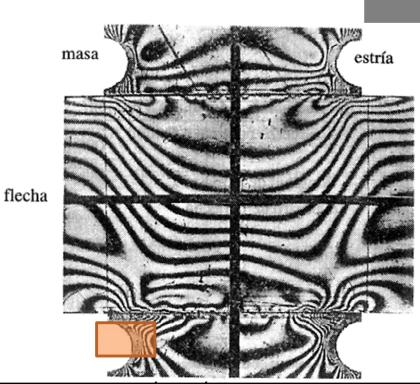
<del>Tension meura y anternada en agujero</del>

7 cm

### 4. DISEÑO DE EJES PARA EL ESFUER

Ejemplos





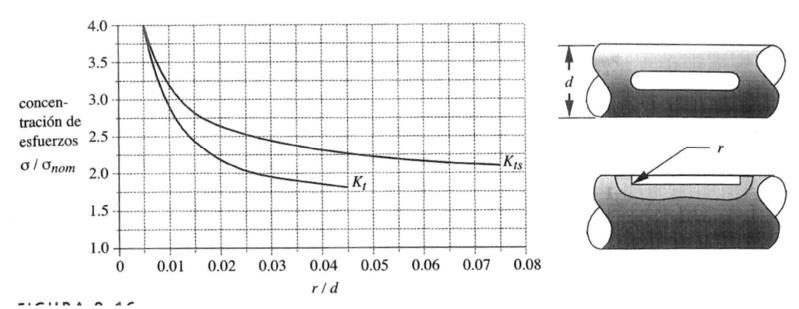
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

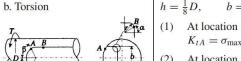


### Ejemplos

\_artagena



IV. Miscellaneous Elements Type of Stress Raiser Stress Concentration Factor **Loading Conditions** a. Bending  $\sigma = 32M/\pi D^3$  $\sigma_{\max} = K_t \sigma$ Round shaft with semicircular end key seat



 $h=\frac{1}{8}D$ , b = D/r $\alpha = 15^{\circ}$  $\beta = 50^{\circ}$ 

(1) At location A on surface:  $\tau = 16T/\pi D^{3}$  $K_{tA} = \sigma_{\text{max}}/\tau \simeq 3.4$ 

(2) At location B in fillet:

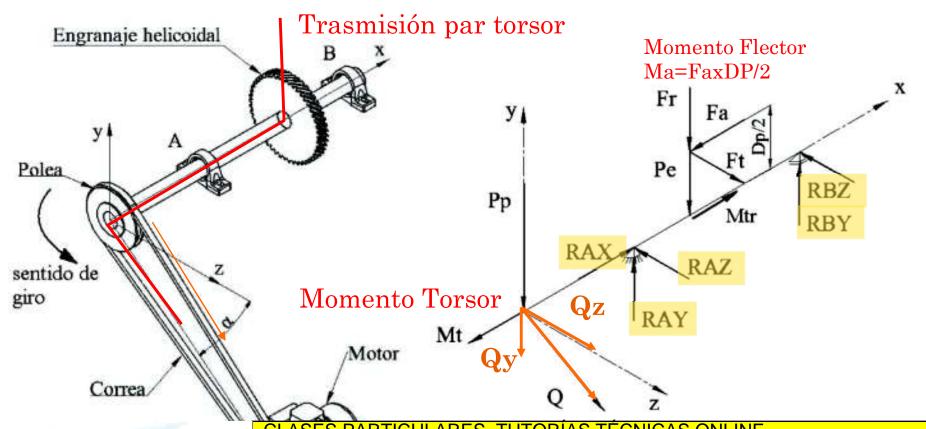
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS

LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

h/D = 0.125



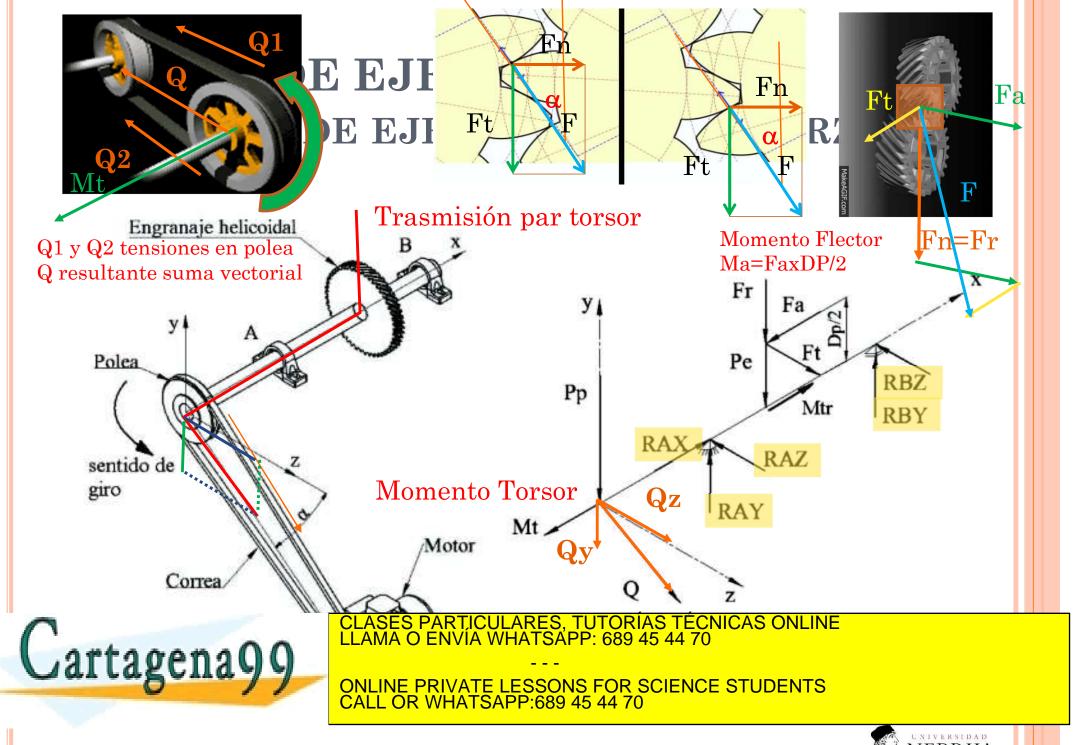


Cartagena99

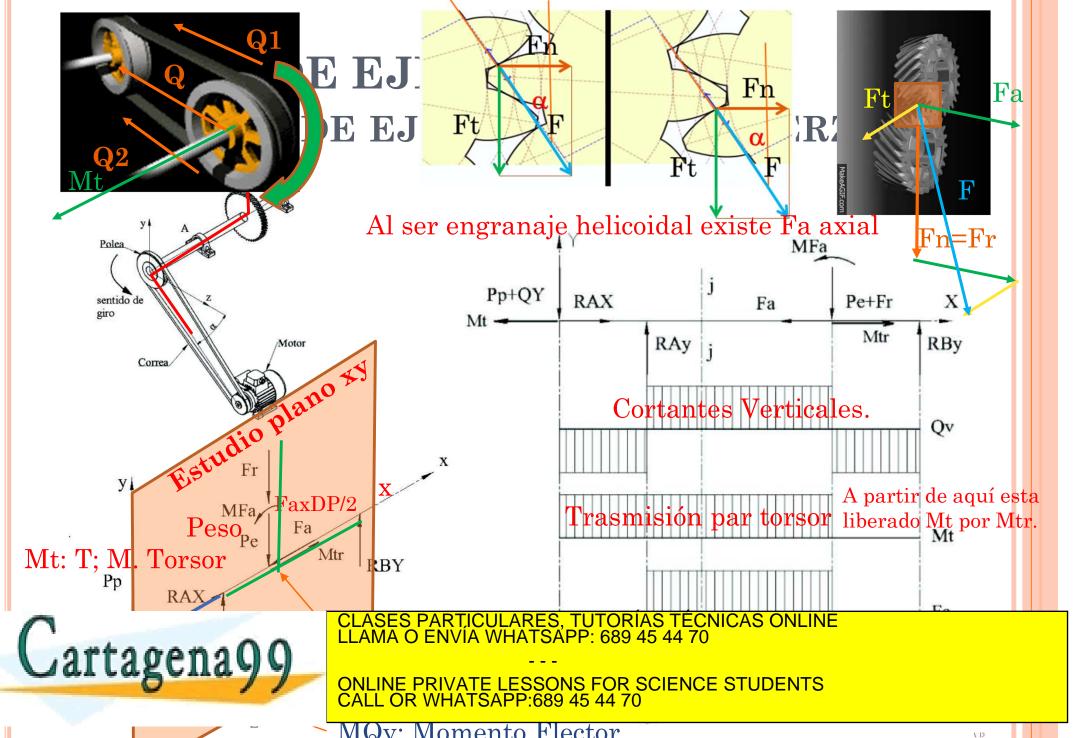
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -



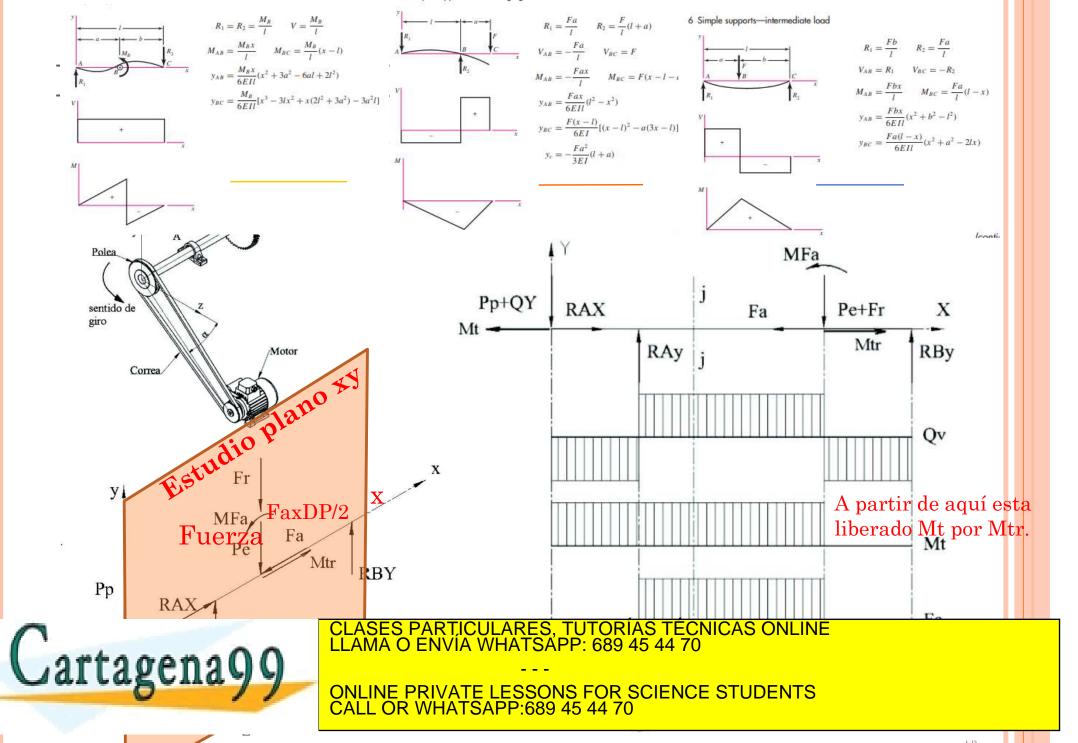




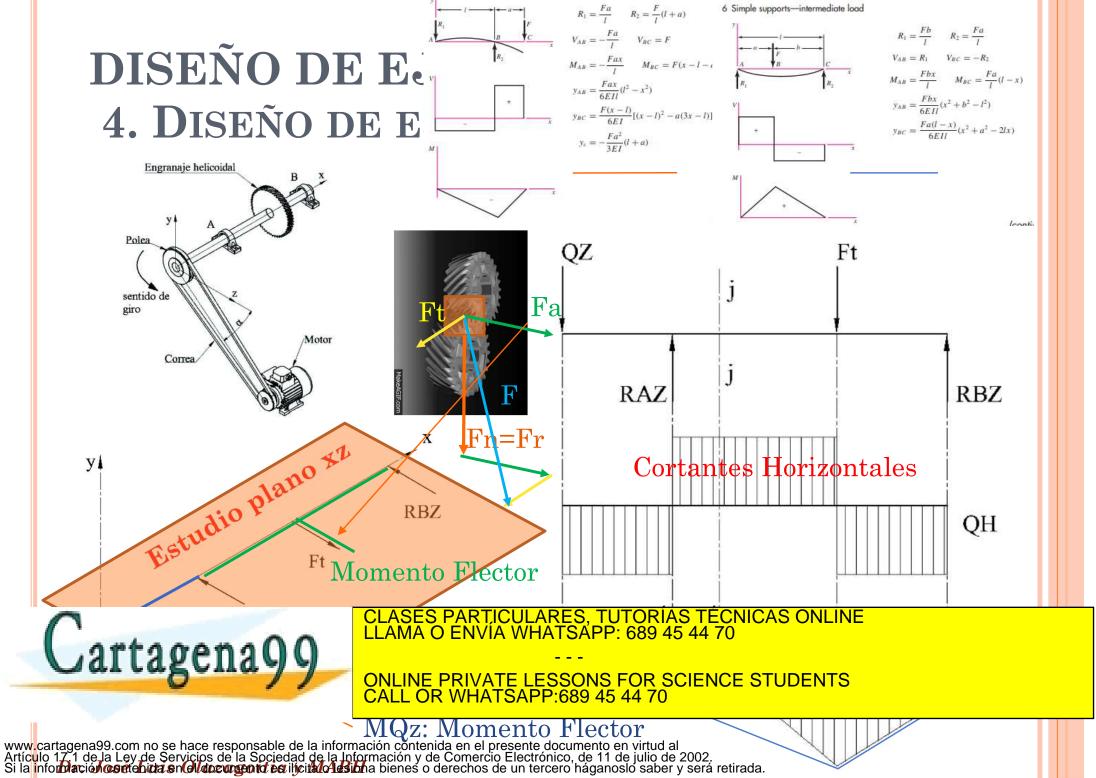


www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento ex ilícitado lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

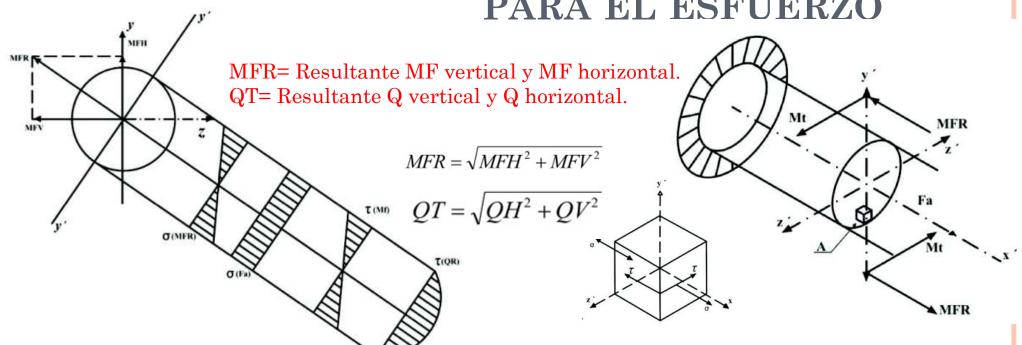
NEBRIJA



NEBRIJA



PARA EL ESFUERZO

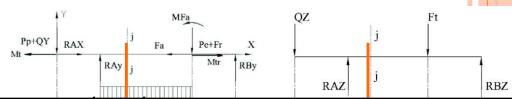


$$\sigma = \frac{MFR}{W}$$

Tensión normal debida al MFR.

$$\sigma = \frac{F_a}{S}$$

Tensión normal debida a la carga axial.



MFH

Tensiones en sección j-j

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TECNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

• PROBLEMA TIPO: Diseñar flecha para soportar los elementos de la figura (Norton 4ªEd. Ej. 6-1 y 6-2)

#### EJEMPLO 6-1

Diseño de ejes para torsión constante y ciclo de flexión invertida

Problema Diseñe un eje para sostener los accesorios mostrados en la figura 6-5 con un

factor de seguridad mínimo de diseño igual a 2.5.

Se proporciona En la figura 6-5 se muestra un diseño preliminar de la configuración del eje.

Debe transmitir 2 hp a 1 725 rpm. El torque y la fuerza sobre el engrane

son constantes en el tiempo.

Suposiciones No existen cargas axiales aplicadas. Se usará acero para vida infinita.

Suponga un factor de concentración de esfuerzos de 3.5 para los radios de los escalones en flexión, 2 para los radios de los escalones en torsión y 4 en

Cartagena99

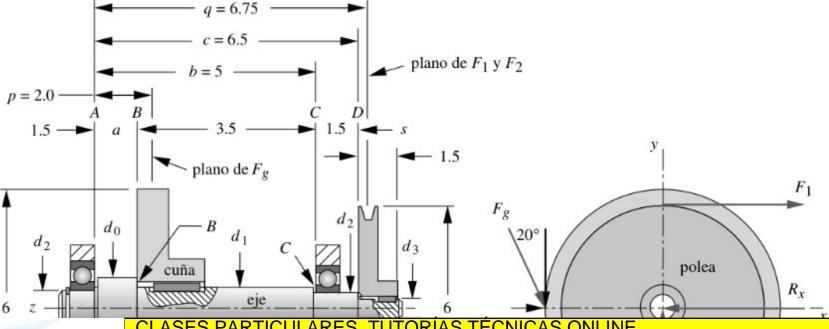
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLÍNE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



### 4. DISEÑO DE EJES PARA EL ESFUERZO

En la figura (ejercicio 6.1 de Norton) se muestra un diseño preliminar de la configuración del eje. Debe transmitir 1491.4 W a 1725 rpm. El par y la fuerza sobre el engrane son constantes en el tiempo. No existen cargas axiales aplicadas. Se usará acero para vida infinita (SAE 1020). Supóngase un factor de concentración de esfuerzos de 3.5 para los radios de los escalones en flexión, 2 para los radios de los escalones en torsión y 4 en los cuñeros. Se empleará el criterio

de Soderberg.

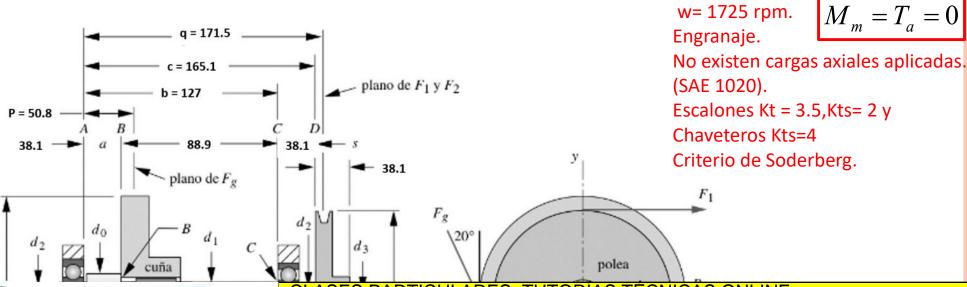


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

### 4. DISEÑO DE EJES PARA EL ESFUERZO

En la figura (ejercicio 6.1 de Norton) se muestra un diseño preliminar de la configuración del eje. Debe transmitir 1491.4 W a 1725 rpm. El par y la fuerza sobre el engrane son constantes en el tiempo. No existen cargas axiales aplicadas. Se usará acero para vida infinita (SAE 1020). Supóngase un factor de concentración de esfuerzos de 3.5 para los radios de los escalones en flexión, 2 para los radios de los escalones en torsión y 4 en los cuñeros. Se empleará el criterio de Soderberg.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



# 4. DISEÑO DE EJES PARA EL ESFUERZO =1491.4 W $M_m = T_a = 0$ $P = Tw \rightarrow T = \frac{P}{w} = \frac{1491.4}{1725} \frac{60}{2\pi} = 8.26[Nm]$ T=T

w= 1725 rpm.

Eje. P =1491.4 W 
$$M_m = T_a = 0$$
 w= 1725 rpm. Polea:

 $\rightarrow$  T=Tm= 8,26Nm

Engranaje.

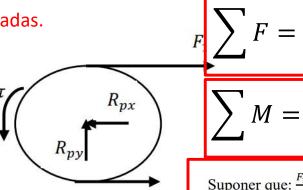
No existen cargas axiales aplicadas.

(SAE 1020).

Escalones Kt = 3.5,Kts= 2 y

Chaveteros Kts=4

Criterio de Soderberg.



$$F_1 - 0$$
 $F_1 + F_2 - R_{px} = 0$ 
 $F_1 = 135.5 [N]$ 
 $F_1 = 0$ 
 $F_2 = 162.5 [N]$ 
 $F_3 = 0$ 
 $F_4 = 0$ 
 $F_5 = 0$ 
 $F_7 = 0$ 
 $F_8 = 0$ 
 $F_9 = 0$ 

$$F_1 = 135.5 [N]$$
  
 $F_2 = 27.1 [N]$   
 $R_{px} = 162.5 [N]$ 

Suponer que:  $\frac{F_1}{F_2} = 5$  $F_{2}$ 

Hipótesis

T=Tm=tao 8,26 Nm	Fn = F1 - f2	Rp=Dp/2=0,1524	/2=	0,0762 m			
Fuerza neta asociada al par tor	sor Fs=F1+F2	Fn=	108,40 N	Tors	or		
Fn=F1-F2		$F_{m} - T$	8,26Nn	$\frac{n}{}$ = 108.4N	-	q = 171.5	
Fuerza del momento flexor	F1=5F2	$\Gamma H - \frac{1}{Rp}$	$-{0,762m}$	$\frac{1}{2}$ = 108,410	-	c = 165.1	
Fs=F1+F2	Fn=4F2		,		<b>—</b>	— b = 127 — ►	plano de $F_1$ y $F_2$
Además suponemos	Fs=6F2	F2=Fn/4=	27,10 N		P 50.8 — A B		
F1=5F2		F1=5F2=	135,50 N	Flector	38.1 — a	88.9 38.1	
	Fs=3/2Fn=1,5Fn	Fs=6F2=Rpx	162,60 N	1100001		plano de F <sub>g</sub>	<b>4</b> ─ 38.1
					1	1	_
					T	n' n	F

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

polea bastidor www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícitado de sibria bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

no está

### 4. DISEÑO DE EJES PARA EL ESFUERZO

T=8,26Nm Engranaje.

$$M_m = T_a = 0$$

No existen cargas axiales aplicadas. (SAE 1020).

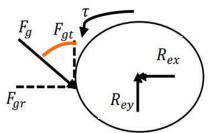
Escalones Kt = 3.5,Kts= 2 y

Chaveteros Kts=4

Criterio de Soderberg.

Engranaje:

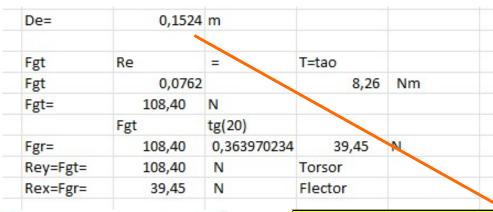
20° Normalizado

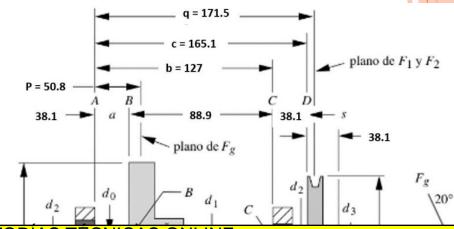


T=8,26 N

$$F_{gt}R_e = \tau$$
 $F_{gr} = F_{gt}tan20$ 
 $R_{ey} = F_{gt}$ 
 $R_{ex} = F_{gr}$ 

$$F_{gt}R_e = \tau$$
 $r = F_{gt}tan20$ 
 $R_{ey} = F_{gt}$ 
 $R_{ex} = F_{gr}$ 
 $R_{ey} = F_{gr}$ 
 $R_{ey} = 108.3 [N]$ 
 $R_{gt} = 108.3 [N]$ 
 $R_{gt} = 39.4 [N]$ 
 $R_{ex} = 39.4 [N]$ 
 $R_{ey} = 108.34 [N]$ 





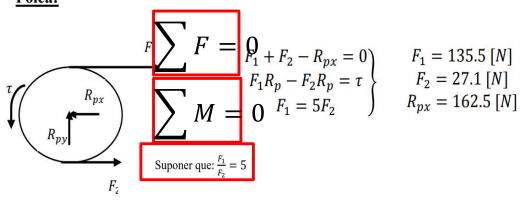
bastidor

Cartagena 99

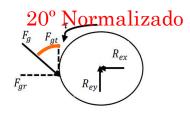
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

### 1 DISEÑO DE EJES PARA EL ESFUERZO

#### Polea:



#### Engranaje:



$$T=8,26 \text{ N} \\ F_{gt}R_e = \tau \\ F_{gr} = F_{gt}tan20 \\ R_{ey} = F_{gt} \\ R_{ex} = F_{gr} \\ R_{ey} = 108.3 [N] \\ R_{ex} = 39.4 [N] \\ R_{ey} = 108.34 [N]$$

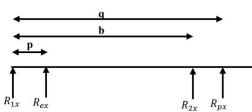
q = 171.5

c = 165.1

∽ plano de F<sub>a</sub>



0,0508



Tomar momentos respecto R1

$$\begin{array}{l} p*R_{ex} + b*R_{2x} + q*R_{px} = 0 \\ R_{1x} + R_{ex} + R_{2x} + R_{px} = 0 \end{array} \} \quad \begin{array}{l} R_{2x} = -235.2 \; [N] \\ R_{1x} = 33.2 \; [N] \end{array}$$



Jartagena99

0,1715 m

0,127

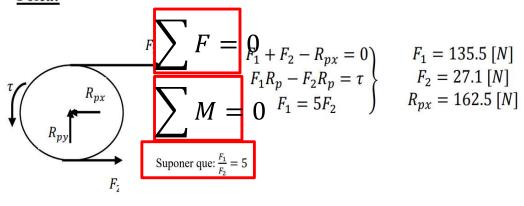
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

235,35 www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

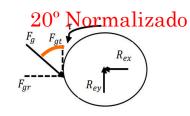
plano de F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>

### 1 DISEÑO DE EJES PARA EL ESFUERZO





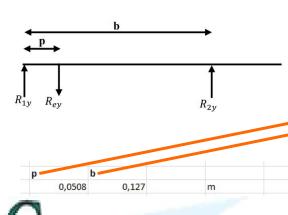
#### Engranaje:



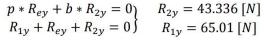
$$\begin{array}{c} T=8,26 \ N \\ F_{gt}R_{e}=\tau \\ F_{gr}=F_{gt}tan20 \\ R_{ey}=F_{gt} \\ R_{ex}=F_{gr} \end{array} \hspace{0.2cm} \begin{array}{c} F_{gt}=108.3 \ [N] \\ F_{gr}=39.4 \ [N] \\ R_{ex}=39.4 \ [N] \\ R_{ey}=108.34 \ [N] \end{array}$$

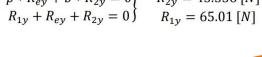
#### Plano YZ

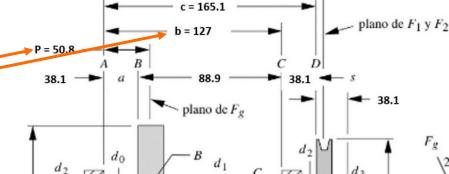




Cartagena 99





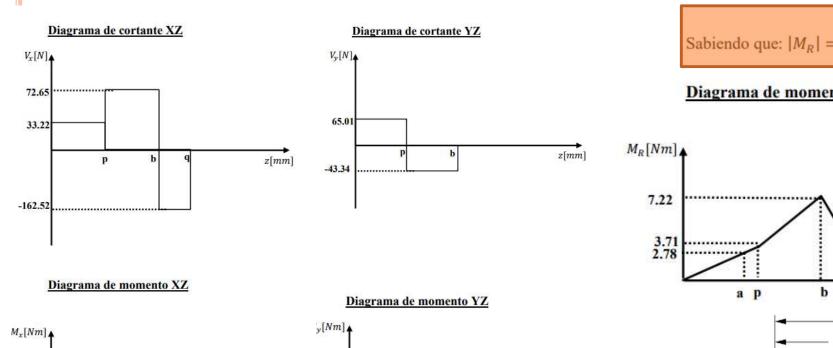


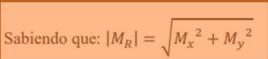
q = 171.5

#### TICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE FNVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

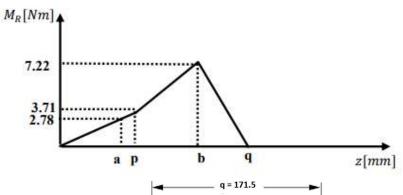
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

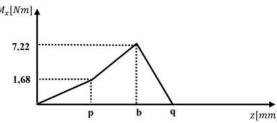
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.





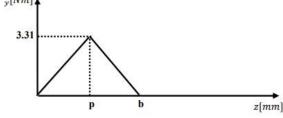
#### Diagrama de momento resultante

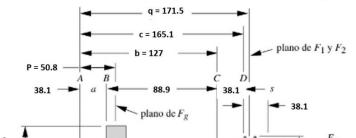












PARTICULARES, TUTORÍAS TECNICAS ONLINE ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70



### 4. DISEÑO DE EJES PARA EL ESFUERZO

-1	2	3	4 Tensile	5 Yield
UNS No.	SAE and/or AISI No.	Proces- sing	Strength, MPa (kpsi)	Strength, I MPa (kpsi)
G10060	1006	HR	300 (43)	170 (24)
		CD	330 (48)	280 (41)
G10100	1010	HR	320 (47)	180 (26)
		CD	370 (53)	300 (44)
G10150	1015	HR	340 (50)	190 (27.5)
		CD	390 (56)	320 (47)
G10180	1018	HR	400 (58)	220 (32)
		CD	440 (64)	370 (54)
G10200	1020	HR	380 (55)	210 (30)
		CD	470 (68)	390 (57)

Se intentará primero con un acerd barato laminado (rolado) en frío con bajo contenido carbono, como un SAE 1020 con  $S_{ut} = 448.16 \, [Mpa] \, \text{y} \, S_v = 262 \, [Mpa]$ .

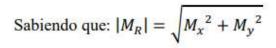
$$S'_{e} = 0.5S_{ut} = 0.5 * 448.16 = 224.075 [Mpa]$$

Aplicando la ecuación de Marin:

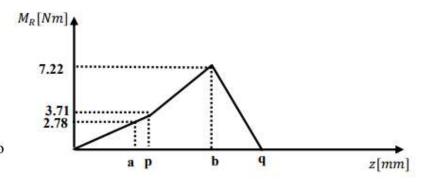
$$S_e = K_a K_b K_c K_d K_e S'_e$$
 Sin Kf (q.Kt. Kts

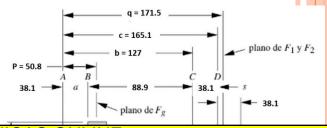
 $S_o = (0.894)(1)(1)(1)(1)(224.075) = 200.413[Mpa]$ 





#### Diagrama de momento resultante



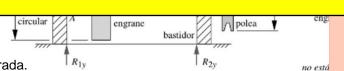


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Suponiendo un radio de la muesca igual a 0.254 mm, con la siguiente ecuación se obtiene la www.cartagenassicomino se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.



Suponiendo un radio de la muesca igual a 0.254 mm, con la siguiente ecuación se obtiene la sensibilidad de la muesca:

Se intentará primero con un acero barato laminado (rolado) en frío con bajo contenido carbono, como un SAE 1020 con  $S_{ut} = 448.16 [Mpa]$  y  $S_v = 262 [Mpa]$ .



Para Flexión Para Torsión

$$\sqrt{a} = 0.528$$
 $\sqrt{a} = 0.37$ 
 $q = 0.528$ 
 $\sqrt{a} = 0.576$ 

(ksi)

#### Diagrama de momento resultante

Torsión

(mm<sup>0.5</sup>

(in<sup>0.5</sup>

$I_R[Nm]$	•
7.22	$\wedge$

Carga axial v flexión

 $(mm^{0.5})$ 

El factor de concentración de esfuerzos por fatiga el

Para flexión	$K_f = 1 + q(K_t - 1) =$
Para torsión	$K_{fs} = 1 + q_s(K_t - 1)$

Utilizando la ecuación de Soderberg:

			20.00
d -	(16n)	1 [A(V M )2   2	$(V T)^{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2}$
<i>u</i> –	$\frac{\pi}{\pi}$	$\left[\frac{1}{S_e}\left[4(K_f M_a)^2 + 3\right]\right]$	$(\Lambda_{fs}I_a)$ $+ \frac{1}{g_{vt}}$
	1		y

1)	50	345	0.130	0.66	0.093	0.47	
[	55	380	0.118	0.59	0.087	0.44	
	60	415	0.108	0.54	0.080	0.40	
n	70	485	0.093	0.47	0.070	0.35	
$\mathbf{x}$	80	550	0.080	0.40	0.062	0.31	
1	90	620	0.070	0.35	0.055	0.28	
[	100	690	0.062	0.31	0.049	0.25	
$S_{yt}$	110	760	0.055	0.28	0.044	0.22	

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

(MPa)

Cartagena99

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS

1515 0.013 0.07 0.009 0.05 www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 20029. Si la información contenida en el documento es ilícitado de sibria bienes o derechos de un tercero háganosió saber y será retirada. 0.05 no está

Suponiendo un radio de la muesca igual a 0.254 mm, con la siguiente ecuación se obtiene la sensibilidad de la muesca:

$$q = \frac{1}{1 + \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{r}}}$$

Para Flexión

 $\sqrt{a} = 0.5$ 

q = 0.528

Para Torsión

 $\sqrt{a} = 0.37$  $q_s = 0.576$ 

El factor de concentración de esfuerzos por fatiga en el escalón del punto C es:

Para flexión

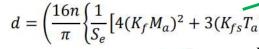
$$K_f = 1 + q(K_t - 1) = 1 + 0.528(3.5 - 1) = 2.25$$

Para torsión

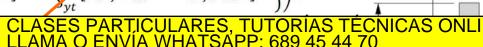
$$K_{fs} = 1 + q_s(K_t - 1) = 1 + 0.576(2 - 1) = 1.57$$

Utilizando la ecuación de Soderberg:

$$M_m = T_a = 0$$



 $d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} \left[ 4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$ 



 $M_R[Nm]$ 

2.78

Cartagena 99

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



c = 165.1

plano de  $F_g$ 

z[mm]

plano de F1 v F2

Diagrama de momento resultante

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícitado de sibria bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

En el punto E, debajo del engrane, el momento es menor, pero los factores de concentración de esfuerzo por fatiga son mayores, los cuales son:

Para flexión 
$$K_f = 1 + q(K_t - 1) = 1 + 0.528(4 - 1) = 2.58$$
  
Para torsión  $K_{fs} = 1 + q_s(K_t - 1) = 1 + 0.576(4 - 1) = 2.73$ 

Utilizamos nuevamente la ecuación de Soderberg para averiguar el diámetro mínimo:

$$d = \left(\frac{16(2.5)}{\pi} \left\{ \frac{1}{200.41 \times 10^6} \left[ 4((2.58)(2.78))^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{262 \times 10^6} \left[ 3((2.73)(8.26))^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = 14.11 [mm]$$

$$M_m = T_a = 0$$

$$d = 14.11 [mm]$$

$$M_{p=50.8}$$

$$38.1$$

$$M_{p=50.8}$$

$$38.1$$

$$M_{p=50.8}$$

$$38.1$$

$$M_{p=50.8}$$

$$M_{p$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17,1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la info**rbación es** en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

no está

• PROBLEMA TIPO: Diseñar flecha para soportar los elementos de la figura (Norton 4ªEd. Ej. 6-1 y 6-2)

#### EJEMPLO 6-2

Diseño de un eje para torsión repetida con flexión repetida

Problema

Diseñe un eje para soportar los accesorios mostrados en la figura 6-5 (p. 423) con un factor de seguridad de diseño mínimo de 2.5.

Se proporciona El torque y el momento sobre el eje son variables con el tiempo y en modo repetido, es decir, sus componentes alternante y media son de igual magnitud. Las componentes alternante y media del torque son ambas de 73 lb-in, lo que hace que el torque pico sea del doble del valor medio del ejemplo 6-1. Las componentes media y alternante de momento son iguales en magnitud. La figura 6-9 muestra el momento pico y el torque pico, los cuales son dos veces el valor de sus contrapartes de ciclo invertido de la figura 6-5 y del ejemplo 6-1, debido a la presencia del momento medio.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



Deformación problemas de geometría por contactos con otros elementos.

# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES

### 5. CONSIDERACIONES SOBRE DEFLEXION

- Cualquier análisis de deflexión requiere info completa de la geometría de todo el eje.
- Antes de un análisis de este tipo es deseable diseñar las ubicaciones críticas para manejar los esfuerzos, y encontrar estimaciones razonables en las otras dimensiones.
- La deflexión de un eje debe verificarse en engranes y cojinetes. La deflexión permisibles dependen de muchos factores. Consultar los catálogos como guía.
- En un eje escalonado, las propiedades de la sección transversal cambian a lo largo del eje en cada escalón, lo que aumenta la complejidad de la integración, debido a que tanto M como I varían.
- o Por fortuna sólo es necesario incluir las dimensiones geométricas gruesas ya que los factores locales (filetes, ranuras, etc.) no tienen mucho efecto en la deflexión.

Cartagena99

CLÁSES PARTÍCULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

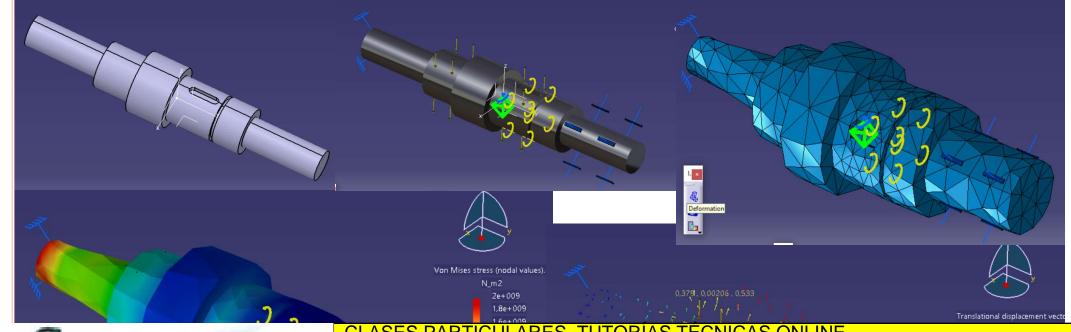
COPINGITALITATION COLORDO

finite element analysis

# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES con otros elementos. 5. CONSIDERACIONES SOBRE DEFLEXIÓN

- En un eje escalonado, las propiedades de la sección transversal cambian a lo largo del eje en cada escalón, lo que aumenta la complejidad de la integración, debido a que tanto M como I varían.
- o Por fortuna sólo es necesario incluir las dimensiones geométricas gruesas ya que los factores locales (filetes, ranuras, etc.) no tienen mucho efecto en la deflexión.
- Software. FEA o programas de cálculo de vigas (p.e. Letsconstruct)

INFORME.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES 5. Consideraciones sobre deflexión



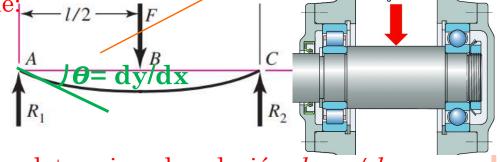
• Una vez se tiene la deflexión en varios puntos, si cualquier valor es mayor que la deflexión permisible en alguno de ellos, se puede encontrar un nuevo diámetro a partir de:

Aproximación para corregir diámetro  $d_{nuevo} = d_{anterior}$   $\frac{n_d y_{anterior}}{y_{perm}}$ PRENDIENTE EN MAXIMO **EL EXTREMO** 

o Donde  $y_{perm}$  es la deflexión permisible y  $n_d$  es el factor de diseño.

De igual manera, si alguna inclinación es mayor que la permisible, se puede calcular un nuevo diámetro a partir de:

$$d_{nuevo} = d_{anterior} \left| \frac{n_d (dy/dx)_{anterior}}{pendiente_{perm}} \right|^{1/4}$$



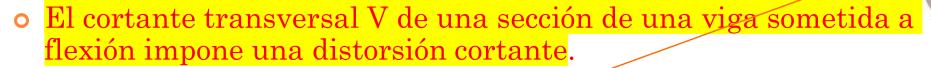
Como resultado de todos estos cálculos, determinar la relación  $d_{nuevo}/d_{anterior}$ más grande v multin<u>licar todos los diámetros por esta relación</u>

Cartagena 99

LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



### 5. CONSIDERACIONES SOBRE DEFLEXIÓN



- La deflexión por cortante suele ser menor que la de flexión y rara vez se evalúa.
- Sin embargo, en ejes cortos, con relación longitud a diámetro <10 la componente cortante de la deflexión transversal merece atención.
- Para un eje escalonado, con longitud individual de cilindro  $l_i$  y par de torsión  $T_i$ , la deflexión angular puede estimarse mediante.

Par importante,

Par importante,
Deformación por torsión,  $\boldsymbol{\theta} = \sum \boldsymbol{\theta}_i = \frac{T_i l_i}{G_i l_i} \quad G = \frac{E}{1+\mu} \quad \text{Modulo de Elasticidad}$ Nodulo de Poisson

Deflexión por torsión.

O para un par de torsión constante en todo el material homogéneo...

Deformación

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS **CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70** 

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtudado Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comención (de la Información o de la Información o de la Información y de Comencia de Información de la Información y de Comencia de Información y de Info

A carga

### 5. CONSIDERACIONES SOBRE DEFLEXIÓN

• Para un eje escalonado, con longitud individual de cilindro  $l_i$  y par de torsión  $T_i$ , la deflexión angular puede estimarse mediante.

$$\boldsymbol{\theta} = \sum \boldsymbol{\theta}_i = \frac{T_i l_i}{G_i J_i}$$

\_artagena99

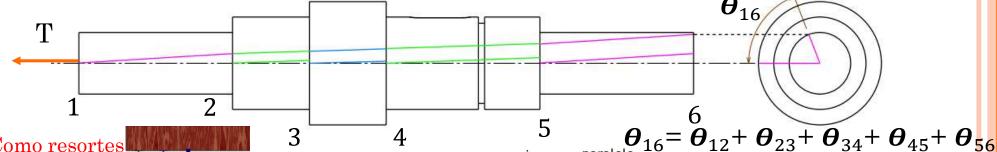
$$\boldsymbol{\theta} = \sum \boldsymbol{\theta}_i = \frac{T_i l_i}{G_i J_i}$$
  $\theta = \frac{T_i \sum l_i}{J_i}$  Cte. A lo largo de la sección Cte. Mismo material

$$\boldsymbol{\theta} = \frac{32LT}{G\pi d^4}$$

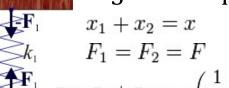
$$\theta_{12} = \theta_{56}$$

$$oldsymbol{ heta}_{23} \approx oldsymbol{ heta}_4$$

$${\boldsymbol{\theta}}_{12} = {\boldsymbol{\theta}}_{56} \quad {\boldsymbol{\theta}}_{23} \approx {\boldsymbol{\theta}}_{45} \quad {\boldsymbol{\theta}}_{12} = {\boldsymbol{\theta}}_{56} > {\boldsymbol{\theta}}_{45} > {\boldsymbol{\theta}}_{23} > {\boldsymbol{\theta}}_{34}$$



Como resortes en serie que comparten la fuerza.



 $x = x_1 + x_2 = -\left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}\right)F$ 

Solo para recordar

$$x_1 = x_2 = x$$

LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

d es el diámetro del alambre

# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES 5. Consideraciones sobre deflexión

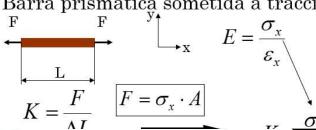
o Para el par de torsión constante, si se define la rigidez torsional como  $k_i = T_i / \theta_i$ , se deduce que la rigidez del eje k en términos de rigideces de segmentos es:

$$\frac{1}{k} = \sum \frac{1}{k_i} \qquad \boldsymbol{\theta}_i = \frac{T_i l_i}{G_i J_i} \qquad k_i = \frac{T_i}{\theta_i} = \frac{T_i}{\frac{T_i l_i}{G_i J_i}} = \frac{G_i J_i}{l_i}$$

Rigidez

Relación entre fuerza y desplazamiento.

o Barra prismática sometida a tracción.



 $K = \frac{1}{m}$  Unidades: [N/m] Sección transversal  $A = a \cdot b$ 

Como resortes

 $F_1 = F_2 = F$ 

 $x_1 + x_2 = x$ 



# DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES 6. VELOCIDADES CRÍTICAS DE EJES

- Los elementos de máquinas están fabricados de materiales elásticos y, por tanto, actúan como resortes (almacenando energía potencial elástica).
- o Todos estos elementos tienen masa, por lo que almacenarán **energía cinética** cuando adquieren velocidad.
- Cuando un sistema dinámico vibra existe una transferencia repetida de energía cinética a potencial.
- Las flechas o árboles cumplen estas condiciones:

Giran a gran velocidad

Gartagena 99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

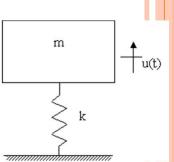


### FRECUENCIA NATURAL EN SISTEMAS MECANICOS.

Frecuencia cíclica es igual al número de ciclos (oscilaciones, revoluciones) en 2π segundos. La frecuencia se mide en rad/s para el SI. Pero un Hz es número de ciclos en un segundo por lo que la frecuencia en Hercios sería.

 $f(Hz) = \frac{\omega}{2\pi}$ 

Frecuencia natural. Las frecuencias a las que vibra un sistema bajo vibración libre. Son propiedades del sistema dinámico que dependen de su distribución de masa y rigidez. Para el caso de un sistema mecánico con un único grado de libertad u(t), formado por una masa m (puntual) unida al suelo mediante un resorte de rigidez K, sólo existe una frecuencia natural (wo).



- Al separar la masa de la posición de equilibrio vibra de forma infinita a la frecuencia. Como no se produce disipación de energía y solo existe intercambio entre energía elástica y potenciales. Maquina de movimiento perpetuo.
- $g_o = 2.\pi \cdot f_o = \sqrt{\frac{k}{m}}$
- Sistema con dos masas y por tanto con 2gdl (DOF) puesto que el anterior tenia uno Ej. Modelo de(1/4 Coche) m1 (llanta, disco, rueda), k1 contante neumático, m2 (carrocería y resto) k2 (suspensión vehículo). Este sistema tiene 2 Frecuencias naturales W1 y W2 que tienen asociado modo de vibración modo1 y modo2.
- Modo de vibración-relación de movimiento entre los grados de libertad. En el modo 1 vibran en fase y en el modo 2 en contrafase.
- m2 x1
- Modo 1 (fase) cuando la masa 1 se separa la masa 2 se separa. Cuando la masas llegan al tope las dos se contraen.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

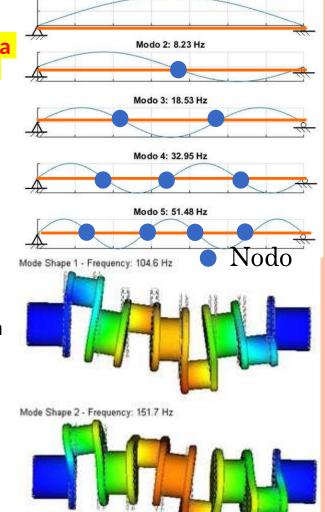
esta todo comprimido luego runciona con el modo 1.

k2

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al contenida en el presente documento en virtud al contenida en el la contenid

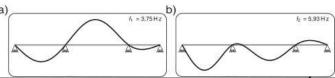
### FRECUENCIA NATURAL EN SISTEMAS MECÁNICOS.

- Para el caso de un eje esta biapoyada esta afectada por dos tipos de esfuerzos de flexión y de torsión. La masa ya no podemos considerarla discreta, es masa continua ya que la posición de unas partículas con respecto a otras debido a los esfuerzos fluctúa. Esta masa esta caracterizada por la longitud y la sección. Ahora el que el número de grados de libertad sea infinito, y con lo que existen "n" frecuencias naturales (w1. w2, w3...) ligadas a "n" modos de vibración.
- La excitación de estas frecuencias (velocidades angulares) se deben evitar porque generaran.
- Modo de vibración- El modo 1 es el de frecuencia más baja. El resto conforme se numeran conforme aumenta la frecuencia.
- Las deformadas de cada uno de los modos de vibración se denomina forma modal. Cada modo se excita de un modo y con una frecuencia determinada. Por Ej. El modo 1 El máximo esta en el centro de la barra con lo que deformando por el centro soltando provocaríamos una vibración a su frecuencia natural y con su forma modal.
- Nodos son los puntos que no vibran dentro de su forma modal.



Modo 1: 2.05 Hz





CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

### FRECUENCIA NATURAL EN SISTEMAS MECÁNICOS

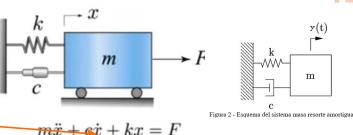
• Los sistemas en la realidad no tienen movimientos perpetuos. O sea, las vibraciones no son infinitas porque los sistemas van disipando energía. Esta energía que pierde el sistema hace que las resistencia. vibraciones se atenúen incluso cambien las frecuencias. Para ello, en los sistemas siempre existen elementos amortiguadores (c) que atenúan las vibraciones, las filtran. Ejemplos:

- El amortiguador de un coche.
- En un bache. El neumático se deforma pero al volver a su forma original tiene un ciclo de histéresis disipa parte de la energía.

 Los amortiguadores hacen que cuando lleguemos a la frecuencia natural (del modo 1)

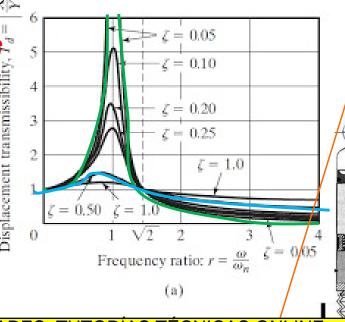
Cartagena 99

Amortiguador despacio ofrece poca resistencia. Si se hace más rápido entonces si ofrece



 $\underline{\dot{x}} = \begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_2 \\ -\frac{k}{m}x_1 - \frac{c}{m}x_2 + \frac{1}{m}F \end{bmatrix}$ 

CARROCERÍA



ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS

OR WHATSAPP:689 45 44 70

Amortiguacion muy dura.

www.cartagenage.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilicitado les ibna bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y sera militar tiguación blanda.

Fluic



- Si una flecha o cualquier elemento está sujeto a una carga que varía con el tiempo, vibrará.
- Aun si sólo recibe una carga transitoria (martillazo), vibrará a sus <u>frecuencias naturales</u> (como una campana golpeada).
- Esta vibración se conoce como <u>vibración libre</u>.
- La vibración libre, al final, desaparece por el amortiguamiento que existe en los sistemas.
- Si la carga que varía con el tiempo no desaparece (p.e. senoidal) el elemento seguirá vibrando a la frecuencia de excitación.
- Si esta frecuencia de excitación <u>coincide</u> con alguna de las frecuencias naturales del sistema la <u>amplitud en la respuesta será mucho mayor</u> que la amplitud en la fuerza de excitación. Puente de Tacoma.
- En estas condiciones se dice que el elemento entra en <u>resonancia</u>.
- PROBLEMA: Si la frecuencia natural coincide con la velocidad de giro del eje como seguramente exista algún desequilibrio en el eje entrará en resonancia, vibrará el elemento ostensiblemente y fallará en poco tiempo.
- Por ej. Las turbinas de gas giran por encima de su frecuencia natural. Se tiene que pasar por la velocidad critica lo más rápido posible.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE

LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

 $\beta = 0 \qquad LC\omega_o^2 - 1 = 0$   $1 \qquad 1$ 

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganosio saber y será retirada.

Cylinders

# z l x

## DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES

 $m = \frac{\pi d^2 l \rho}{4g}$   $I_x = \frac{md^2}{8}$   $I_y = I_z = \frac{m}{48}(3d^2 + 4l^2)$ 

### 6. VELOCIDADES CRÍTICAS DE EJES

- El giro de un eje no equilibrado, con excentricidad ocasiona una deflexión debida a la fuerza centrífuga originada.
- Esta fuerza se aguanta por la rigidez a flexión del eje EI. En deflexiones pequeñas no hay problema.
- o Pero... a ciertas velocidades el eje es inestable, y las deflexiones se incrementan sin límite. Esto ocurre a las velocidades críticas del eje.
- Esta puede estimarse razonablemente bien a partir de la curva de deflexión estática.
- El eje, por su propia masa, tiene una velocidad crítica. Además, cada vez que añadimos componentes al eje la velocidad crítica se hace menor.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -



Estas formulas aproximativas te dan un orden de magnitud. Además permite hacer un análisis dimensional de las variables.

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$$
 Rigidez

## DISENO DE EJES Y ÁRBOLES

### 6. VELOCIDADES CRÍTICAS DE EJES

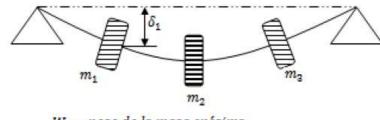
En geometría simple, como un eje de diámetro uniforme, simplemente apoyado se expresa como: Gravedad Modulo de Young

Longitud eje 
$$\omega_1 = \left(\frac{\pi}{l}\right)^2 \sqrt{\frac{EI}{m}} = \left(\frac{\pi}{l}\right)^2 \sqrt{\frac{gEI}{A\gamma}}$$
 Momento de inercia. Velocidad critica modo de vibración 1

- o Donde m es la masa por unidad de longitud, A el área de la sección transversal y  $\gamma$  el peso específico (N/m3).
- En el caso de <mark>un ensamble de elementos, el <u>método Rayleigh</u> para masas concentradas establece...</mark>

Lo importante son las masas que cuelgan del eje depreciando la masa del eje. Se considera la frecuencia teniendo en cuenta masas puntuales sobre la

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{g\sum w_i \delta_i}{\sum w_i \delta_i^2}}$$



 $W_n = peso de la masa enésima.$  $\delta_n = deformacion estatica en la masa enesima.$ 

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



## DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES

### 6. VELOCIDADES CRÍTICAS DE EJES

- Las ecuaciones anteriores pueden particularizarse en casos concretos:
  - Para un eje con una única masa en su centro, mucho mayor

que la propia masa del eje que gira:

\_\_\_\_\_ gravedad

$$\omega_{1} = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{W/\delta}{W/g}} = \sqrt{\frac{g}{\delta}} en \frac{rad}{sg} = 300 \cdot \sqrt{\frac{1}{\delta[cm]}}; [rpm]$$





 $\operatorname{Para}_{v}^{R_{1}=R_{2}=\frac{F}{2}}$ eje de sección transversal constante, simplemente

ASES PARTICULARES, TÚTORÍAS TÉCNICAS ONLINE AMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS

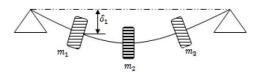


Otra aproximación para la primera velocidad crítica n<sub>c</sub>
de un sistema de masas múltiple en un eje de sección
conocida biapoyado viene dado por la <u>Ecuación de</u>

**Dunkerley** 

$$\frac{1}{n_c^2} = \frac{1}{n_1^2} + \frac{1}{n_2^2} + \frac{1}{n_3^2} + \cdots$$

Masas concentradas. Suma casos individualizadas.



 $W_n = peso de la masa enésima.$   $\delta_n = deformacion estatica en la masa enesima.$ i = número de masas.

• Donde n<sub>1</sub> es la velocidad crítica que existiría con la presencia de la masa 1 aislada, n<sub>2</sub> la que existiría con la presencia de la masa 2 aislada, ...

Cartagena 99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TECNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

\_ .



- Es preferible tener velocidad crítica grande, mucho mayor que la velocidad de funcionamiento
- Para ello:
  - La rigidez debe ser grande y la masa pequeña. Aumentando el diámetro y reducir distancias apoyos (en menor medida)
  - Control del diseñador sobre E, ρ (densidad), D y L:
  - Ejes más grandes tienen mayor rigidez
  - Longitudes cortas reducen deflexiones
  - Se recomienda situar los elementos cargados en el eje cerca de los rodamientos de soporte.
  - Reducir peso de los elementos soportados por el eje reduce la deflexión
  - Deseable material de eje con alta relación E/p.
  - Cojinetes deben tener alta rigidez radial vs carga

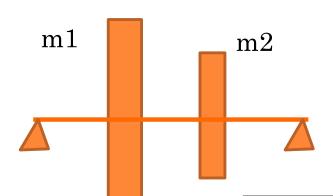


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TECNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

W. = peso de la masa enésima.  $\delta_n = deformacion estatica en la masa enesima$ 

• Las dos masas m1 y m2 unidas al eje de la figura pesan 140N y 60 N respectivamente. Mediante un análisis de deformaciones se ha encontrado que los coeficientes de influencia para el eje son las especificadas. Determinar la primera velocidad critica ignorando la masa del eje.



a11=	5,08E-08	m/N
a22=	3,048E-07	m/N
a12=a21=	1,016E-07	m/N

aij es la deformación en la localización de la masa i originada por una fuerza unitaria en el punto j.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

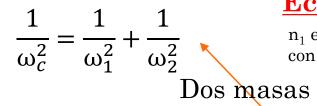


aij es la deformación en la localización de la masa i originada por una fuerza unitaria en el punto j.

## https://www.youtube.com/watch?v=1ZWZJTE1cNU https://www.youtube.com/watch?v=gLzmJ-sHb8Y

• Las dos masas m1 y m2 unidas al eje de la figura pesan 140N y 60 N respectivamente. Mediante un análisis de deformaciones se ha encontrado que los coeficientes de influencia para el eje son las especificadas. Determinar la primera velocidad critica ignorando la masa del eje.

a11=	5,08E-08	m/N	
a22=	3,048E-07	m/N	
a12=a21=	1,016E-07	m/N	



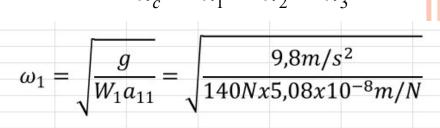
### Ecuación de Dunkerley

n<sub>1</sub> es la velocidad crítica que existiría con la presencia de la masa 1 aislada,



$$\omega_1 = \sqrt{\frac{g}{\delta}} = \sqrt{\frac{g}{W_1 a_{11}}}$$

$$\delta = W_1 a_{11}$$
Deformación= Peso x influencia unitaria.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena 99

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al

Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.

Si la información contenida en el presente documento en virtud al

Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.

Si la información contenida en el presente documento en virtud al

Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.

Si la información contenida en el presente documento en virtud al

Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.

Si la información contenida en el presente documento en virtud al

Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.

Si la información contenida en el presente documento en virtud al

Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.

Si la información contenida en el presente documento en virtud al

Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.

Biología de la Servicio de la Servicio de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.

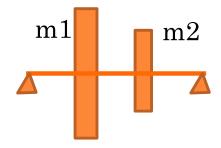
Biología de la Servicio de la Servicio de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.

Biología de la Servicio de

aij es la deformación en la localización de la masa i originada por una fuerza unitaria en el punto j.

• Las dos masas m1 y m2 unidas al eje de la figura pesan 140N y 60 N respectivamente. Mediante un análisis de deformaciones se ha encontrado que los coeficientes de influencia para el eje son las especificadas. Determinar la primera velocidad critica ignorando la masa del eje.

a11=	5,08E-08	m/N
a22=	3,048E-07	m/N
a12=a21=	1,016E-07	m/N



eje con una única masa en su centro

Cartagena99

				9,8m/s	2	
ω	$v_1 = \sqrt{\frac{W_1 a}{W_1 a}}$	$\frac{1}{u_{11}} = \sqrt{1}$	140Nx	5,08 <i>x</i> 1	$0^{-8}m/l$	V
w <b>1</b> =	(	9,8 140	5,08E-08	)^1/2	1.173,86	rad/s
	g	[		),8m/s <sup>2</sup>		
$\omega_2$	$=\sqrt{W_2a_2}$	$\frac{1}{22} - \sqrt{60}$	0 <i>Nx</i> 3,0	045x10	$^{-7}m/N$	
w2=	(	9,8		)^1/2	732,03	rad/s
		60	3,048E-07		-	-

### Ecuación de Dunkerley

n<sub>1</sub> es la velocidad crítica que existiría con la presencia de la masa 1 aislada,

$$\frac{1}{\omega_c^2} = \frac{1}{\omega_1^2} + \frac{1}{\omega_2^2} = \frac{1}{1173,86^2_{\square}} + \frac{1}{732,03^2_{\square}}$$

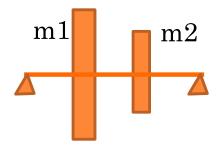
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se nace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y Wa/Comercio Electrónico, de 11 de julipi des 2002./5
Si la información contenida en el documento es ilípcita/o les ibna bienes o defechos de un tercero háganoslo sabér y será retirada.

aij es la deformación en la localización de la masa i originada por una fuerza unitaria en el punto j.

• Las dos masas m1 y m2 unidas al eje de la figura pesan 140N y 60 N respectivamente. Mediante un análisis de deformaciones se ha encontrado que los coeficientes de influencia para el eje son las especificadas. Determinar la primera velocidad critica ignorando la masa del eje.



### método Rayleigh

para masas conce<u>ntradas</u>

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{g \sum w_i \delta_i}{\sum w_i \delta_i^2}}$$

Cartagena 99

ω <sub>1</sub> =	$\sqrt{\sum w_i o_i}$	$g(w_1\delta_1 + w_1\delta_1^2 +$	$+\frac{w_2\delta_2)}{w_2\delta_2^2} =$	$=\sqrt{\frac{g}{g}}$	$(w_1\delta_1 - w_1\delta_1^2 +$	+ w <sub>2</sub>	$\frac{\delta_2}{\delta_2}$			
	$W_1 a_{11} + W_2 a_{21}$ $W_1 a_{12} + W_2 a_{22}$									
a11=	5,08E-08	m/N	W1=	140	N					
a22=	3,048E-07	m/N	W2=	60	N					
a12=a21	= 1,016E-07	m/N								
δ_1	0,000013208	m								
δ_2	0,000032512	m								
wc =	C DADTICLII ADE	9,8			1,321E-05		60	3,251E-05	) )^(	0,5

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

051,08 Tau/S

103,02 H

NEBRIJA

Las dos masas m1 y m2 unidas al eje de la figura pesan 140N y 60 N respectivamente. Mediante un análisis de deformaciones se ha encontrado que los coeficientes de influencia para el eje son las especificadas. Determinar la primera velocidad critica ignorando la masa del eje. IMPORTANTE: aij es la deformación en la localización de la



$$R_1 = \frac{Fb}{I}$$
  $R_2 = \frac{Fa}{I}$ 

$$V_{AB} = R_1$$
  $V_{BC} = -R_2$ 

$$M_{AB} = \frac{Fbx}{l}$$
  $M_{BC} = \frac{Fa}{l}(l-x)$ 

$$y_{AB} = \frac{Fbx}{6EII}(x^2 + b^2 - l^2)$$

$$y_{BC} = \frac{Fa(l-x)}{6EII}(x^2 + a^2 - 2lx)$$

para masas concentradas

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{g \sum w_i \delta_i}{\sum w_i \delta_i^2}}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

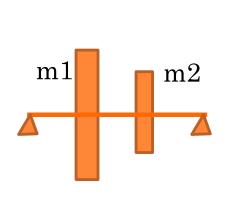


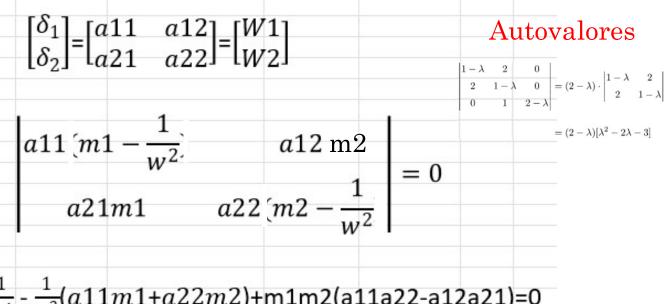
W. = peso de la masa enésima.

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

aij es la deformación en la localización de la masa i originada por una fuerza unitaria en el punto j.

Las dos masas m1 y m2 unidas al eje de la figura pesan 140N y 60 N respectivamente. Mediante un análisis de deformaciones se ha encontrado que los coeficientes de influencia para el eje son las especificadas. Determinar la primera velocidad critica ignorando la masa del eje.





m1 y m2 en Kg

 $\frac{1}{2}(a11m1+a22m2)+m1m2(a11a22-a12a21)=0$ 

Modo 1: 2.05 Hz

Cartagena

w1 = 645 1 frecuencia natural PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE



https://www.youtube.com/watch?v=1ZWZJTE1cNU

https://www.youtube.com/watch?v=gLzmJ-sHb8Y

Velocidades criticas con Catia.

https://www.youtube.com/watch?v=Whr6bu2n1iY FEM con Catia.

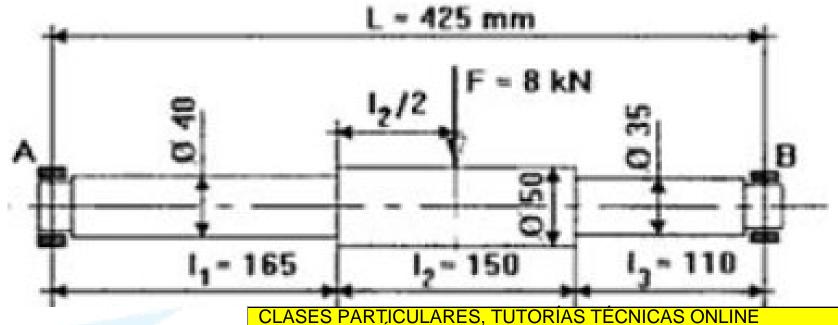
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -



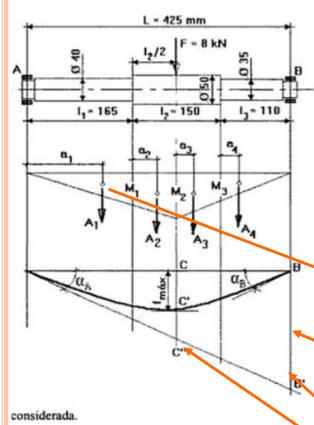
o EJERCICIO: Estimar la velocidad crítica del eje de la figura considerando E=210000N/mm2



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70





Solución:

Calculamos las reacciones en los apoyos.

$$\Sigma F_V = 0$$

$$R_A + R_B = 8 \text{ kN};$$

$$\Sigma M_B = 0$$
  
 $R_A \cdot 425 - 8000 \cdot 185 = 0$ ;

$$R_A = 3482,35 \text{ N}; R_B = 4517,65 \text{ N};$$

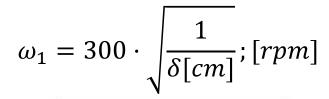
Calculamos los valores de los momentos flectores.

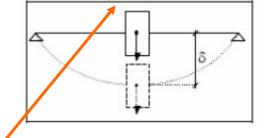
$$M_1 = 574.587 \text{ Nmm};$$

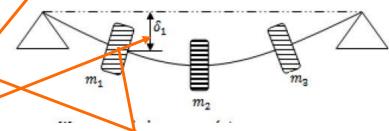
$$M_2 = 835.764 \text{ Nmm};$$

$$M_3 = 496.940 \text{ Nmm};$$

Dividimos el diagrama de momentos flectores en cuatro áreas cuyos valores indicamos en la tabla siguiente, junto con los momentos de inercia de las secciones correspondientes y las distancias al extremo izquierdo de cada área







Las secciones las consideraremos como cargas puntuales en su centro de gravedad.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

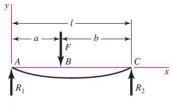
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

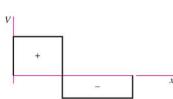
rara eno, interpolaremos para la Sección C-C. Con ello, tenemos la Frecuencia,

NEBRIJA

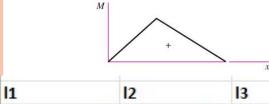
## DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES

## 6. Simp Cup Bris Lin (m) COLE DADES CRÍTICAS DE EJES





$R_1 = \frac{Fb}{l}$	$R_2 = \frac{Fa}{l}$
$V_{AB}=R_1$	$V_{BC} = -R_2$
$M_{AB} = \frac{Fbx}{l}$	$M_{BC} = \frac{Fa}{l}(l - x)$
$y_{AB} = \frac{Fbx}{6EII}$	$(x^2 + b^2 - l^2)$
$y_{BC} = \frac{Fa(l-1)}{6E}$	$\frac{-x}{Il}(x^2 + a^2 - 2lx)$



12/2

165

110

13

RA=F\*h/I

	X		Icon	L = 425 mm
	13	1		F = 8 kN
150	110	425	mm	0 0 0
	b	а		l <sub>1</sub> = 165 l <sub>2</sub> = 150 l <sub>3</sub> = 110
75	185		mm	a. a, a, a,
8	KN			M1 M2 m3
3.48	KN	3,482,35	N	^1 <sup>V</sup>   1

Solución:

Calculamos las reacciones en los apoyos.

$$\Sigma F_V = 0$$

$$R_A + R_B = 8 \text{ kN};$$

$$\Sigma M_B = 0$$
  
 $R_A \cdot 425 - 8000 \cdot 185 = 0$ ;

$$R_A = 3482,35 \text{ N}; R_B = 4517,65 \text{ N};$$

Calculamos los valores de los momentos flectores.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

033.704,71 19111111

de inercia de las secciones correspondientes y las distancias al extremo izquierdo de cada área

$$x_{\text{cm}} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3 + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots} = \frac{\sum_{i} m_i x_i}{\sum_{i} m_i}$$

# $x_{cm} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3 + \cdots}{m_1 + m_2 + m_3 + \cdots} = \frac{\sum_{i} m_i x_i}{\sum_{i} m_i}$ **6. VELOCIDADES CRÍTICAS DE EJES**

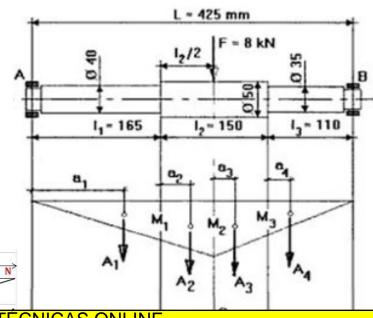
OG = GP

Tramo	Distancia mm	Diámetro Eje en mm.	Momento flector en Nmm	Momento de Inercia en mm <sup>4</sup>		Área del diagrama en N/mm²
1	$a_1 = 10$	$d_1 = 40$ $d_2 = 50$	574.587	$I_1 = 125.663$ $I_2 = 306.796$	4,572 1,872	$A_1 = 377,19$
2	$a_2 = 39.8$		835.764	$I_2 = 306.796$	2,72	A <sub>2</sub> = 172,2
3	$a_3 = 34.3$ $a_4 = 36.7$	$d_2 = 50$ $d_3 = 35$	496.940	$I_2 = 306.796$ $I_3 = 73.661$	1,62 6,74	$A_3 = 162,75$ $A_4 = 370,7$

Dividimos diagrama momentos flectores en cuatro áreas cuyos valores indicamos en la tabla siguiente, junto con los momentos inercia las secciones correspondientes y las distancias al extremo izquierdo de cada área

TRAMO	x0	x1	cdgx=(x1-x0)/3	a1=1-cdgx
a1	.0	165,00	55,00	110,00
				$y_G = \frac{h \cdot (a + 2 \cdot b)}{3 \cdot (a + b)}$
	M1=a	M2=b	a-l1=h	3. (a+b)
a2	574.588,24	835.764,71	75	39,81
				$y_G = \frac{h \cdot (a + 2 \cdot b)}{3 \cdot (a + b)}$
	M1=a	M2=b	b-I3=h	3 · (a + b)
a3	835.764,71	496.941,18	75,00	34,32
	x0	x1	cdgx=(x1-x0)/3	a4
a4	0	110	36,67	36,67

y<sub>c</sub>



Cartagena99

Representación

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

## 6. VELOCIDADES CRÍTICAS DE EJES

Tramo	Distancia mm	Diámetro Eje en mm.	Momento flector en Nmm	Momento de Inercia en mm <sup>4</sup>		Área del diagrama en N/mm²
1	a <sub>1</sub> = 110	$d_1 = 40$ $d_2 = 50$	574.587	$I_1 = 125.663$ $I_2 = 306.796$		$A_1 = 377,19$
2	$a_2 = 39.8$		835.764	12 = 306.796	2,72	$A_2 = 172,2$
3	$a_3 = 34.3$ $a_4 = 36.7$	$d_2 = 50$ $d_2 = 35$	496.940	$I_2 = 306.796$ $I_3 = 73.66$	1,62 6,74	$A_3 = 162,75$ $A_4 = 370,7$

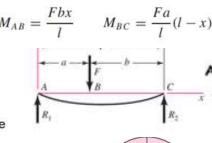
Dividimos diagrama momentos flectores en cuatro áreas cuyos valores indicamos en la tabla siguiente, junto con los momentos inercia de las secciones correspondientes y las distancias al extremo izquierdo de cada área

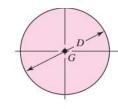
L = 425 mm

	x=l1	RA	M1	
M1=Fbx/l=RA*x	165	3.482,35	574.588,24	Nmm
	x=l1+l2/2=a	RA	M2	
M2=Fbx/l=RA*x	240	3.482,35	835.764,71	Nmm
	x=l3	RB	M1	
M1=Fa(l-x)/l=RI	110	4.517,65	496.941,18	

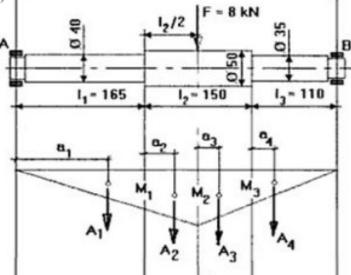
	x=l1	RA	M1	
M1=Fbx/l=RA*x	165	3.482,35	574.588,24	Nmm
	x=l1+l2/2=a	RA	M2	
M2=Fbx/I=RA*x	240	3.482,35	835.764,71	Nmm
	x=13	RB	M1	
M1=Fa(l-x)/l=RI	110	4.517,65	496.941,18	

	mm	mm4	
TRAM0	diametro	I=PID^4/64	M/I
1	40	125.663,71	4,57
	50	306.796,16	1,87
2	50	306.796,16	2,72
3	50	306.796,1	1,62
	35	73.661/76	6,75





$$A = \frac{\pi D^2}{4} \qquad I_x = I_y = \frac{\pi D^4}{64} \qquad I_y = \frac{\pi D^4}{64}$$



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

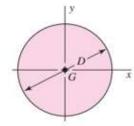
### 6. VELOCIDADES CRÍTICAS DE EJES

Tramo	Distancia mm	Diámetro Eje en mm.	Momento flector en Nmm	Momento de Inercia en mm <sup>4</sup>		Área del diagrama en N/mm²
1	$a_1 = 110$	$d_1 = 40$	574.587	$I_1 = 125.663$	4,572	$A_1 = 377,19$
		$d_2 = 50$		$I_2 = 306.796$	1,872	
2	$a_2 = 39.8$	$d_2 = 50$	835.764	$l_2 = 306.796$	2,72	$A_2 = 172,2$
	$a_3 = 34.3$	$d_2 = 50$		$I_2 = 306.796$	1,62	$A_3 = 162,75$
3	$a_4 = 36,7$		496.940	$I_3 = 73.661$	6,74	$A_4 = 370,7$

Dividimos el diagrama de momentos flectores en cuatro áreas cuyos valores indicamos en la tabla siguiente, junto con los momentos de inercia de las secciones correspondientes y las distancias al extremo izquierdo de cada área

×	mn	m	Nmm	mm4				Area diagrama.		
TRAM0	dia	metro	MF	I=PID^4/64	M/I	longitud (L)	m/I media	Observaciones	Lx(m/I)	Area
	1	40	574.588,24	125.663,71	4,57	165,00	2,29	M/I de 0 a 4,57	377,23	triangulo
	80	50	574.588,24	306.796,16	1,87	75,00	2,30	M/I de 1,87 a 2,72	172,39	trapecio rectangulo
	2	50	835.764,71	306.796,16	2,72					
	3	50	496.941,18	306.796,16	1,62	75,00	2,17	M/I de 2,72 a 1,62	162,90	trapecio rectangulo
ē.	- 0	35	496.941,18	73.661,76	6,75	110,00	3,37	M/I de 6,75 a 0	371,04	triangulo

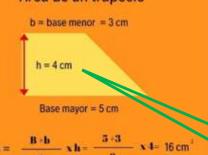
Circle

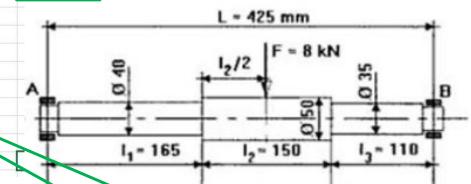


$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$I_x = I_y = \frac{\pi D^4}{64} \qquad I_{xy} =$$

#### Area de un trapecio





Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

 $mm^3 mm^2$ 

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información ación es en el descripción es en el descripción es en el descripción es en el descripción de la información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.

Tramo	Distancia mm	Diámetro Eje en mm.	Momento flector en Nmm	Momento de Inercia en mm <sup>4</sup>		Área del diagrama en N/mm²
1	$a_1 = 110$	$d_1 = 40$	574.587	$I_1 = 125.663$	4,572	$A_1 = 377,19$
		$d_2 = 50$		$I_2 = 306.796$	1,872	
2	$a_2 = 39,8$	$d_2 = 50$	835.764	$I_2 = 306.796$	2,72	$A_2 = 172,2$
	$a_3 = 34.3$	$d_2 = 50$		$I_2 = 306.796$	1,62	$A_3 = 162,75$
3	$a_4 = 36,7$	$d_3 = 35$	496.940	$I_3 = 73.661$	6,74	$A_4 = 370,7$

E·I<sub>7</sub>: Rigidez a Flexión:

Oposición que pone el prisma mecánico a deformarse. Es función del Material (E) y de la "forma" de la sección (I<sub>2</sub>)

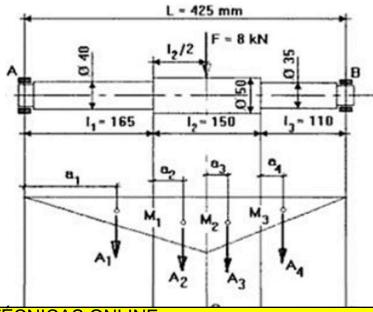
Calculo de la deformación total a partir de deformaciones parciales.

Distancias cdg referencias desde BB donde esta la R2.

Aplicando el método del área carculamos en primer lugar la distancia  $\overline{BB}$ ,

E·I· 
$$\overline{BB'} = A_1·31\overline{5} + A_2·220,2 + A_3·150,7 + A_4·73,3$$
;  $\overline{BB'} = \frac{208.432}{210.000} = 0,992 \text{ mm}.$ 

	mm	mm	mm	N/mm2	N/mm	
TERMINO 1	1	a1	L1=l-a1	A1	def por A1	
	425	110,00	315,00	377,23	118.825,97	
TERMINO 2	12+L3	a2	L2= 2+23-a2	A2	def por A2	
	260	39,81	220,19	172,39	37.957,47	
TERMINO 3	12+L3-12/2	a3	L2=l2+23-a2	A3	def por A3	
	185	34,32	150,68	162,90	24.545,13	
TERMINO 4	13	a4	L2= 2+23-a2	A4	def por A4	
	110	36,67	73.33	371,04	27.209,90	N/mm



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

<u>. 20 x minuciicia umitaria.</u>

## DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES

6. VELOCIDADES CRÍTICAS DE EJF

Aplicando el método del área calculamos en primer lugar la distancia BB',

$$E \cdot I \cdot \overline{BB'} = A_1 \cdot 315 + A_2 \cdot 220,2 + A_3 \cdot 150,7 + A_4 \cdot 73,3$$
;  $\overline{BB'} = \frac{208.432}{210.000} = 0,992 \text{ mm}.$ 

igualmente procedemos al cálculo de C'C"

E·I·
$$\overline{C'C''} = A_1·130 + A_2·35,2$$
;  $\overline{C'C''} = \frac{55.096,1}{210.000} = 0,262 \text{ mm}.$ 

L1+l2+l3-a1 165+150+110-110

12+13-a2

L2-l2/2+l3-a3

150+110-39,8 150-75+110-34,3

110-36,7

NEBRIJA

13-a4

1,- 165

L1+12/2-a1 12/2 - a2165+75-110 75-39,8

Tramo Distancia Diámetro Momento Momento de Cociente Area del Eje flector en diagrama en mm en | Inercia en M/I

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS

 $A_4 = 370.7$ www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17,1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícitato de sibna bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada. 6,74

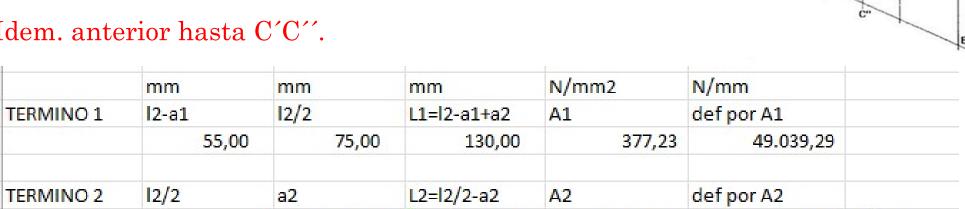
Aplicando el método del área calculamos en primer lugar la distancia BB'.

E·I· 
$$\overline{BB'} = A_1·315 + A_2·220,2 + A_3·150,7 + A_4·73,3$$
;  $\overline{BB'} = \frac{208.432}{210.000} = 0,992 \text{ mm}.$ 

igualmente procedemos al cálculo de C'C"

E·I·
$$\overline{C'C''}$$
 = A<sub>1</sub>·130 + A<sub>2</sub>·35,2;  $\overline{C'C''}$  =  $\frac{55.096,1}{210.000}$  = 0,262 mm.

Idem. anterior hasta C'C''.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE 6.065.52 N/mm **ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70** 

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS **CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70** 

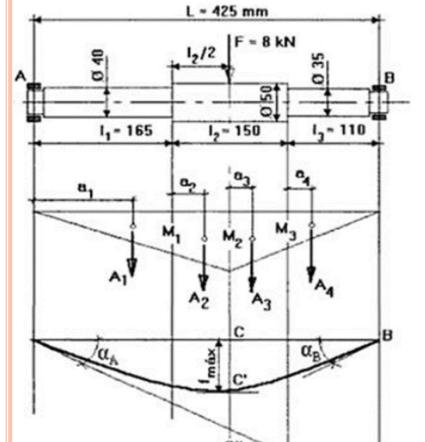


1,- 165

1,= 150

E=210.000N/mm2

### CALCULO CC



Cartagena99

<b> 1</b>		12	13	I	
	165	150	11	0 425	mm
13		12/2	b	a	
	110	75	18	5 240	mm

Tramo	Distancia mm	Diámetro Eje en mm.	Momento flector en Nmm	Momento de Inercia en mm <sup>4</sup>	Cociente M/I en N/mm <sup>3</sup>	Área del diagrama en N/mm²
1	$a_1 = 110$	$d_1 = 40$	574.587	$I_1 = 125.663$	4,572	$A_1 = 377,19$
		$d_2 = 50$		$I_2 = 306.796$	1,872	
2	$a_2 = 39.8$	$d_2 = 50$	835.764	$I_2 = 306.796$	2,72	$A_2 = 172,2$
	$a_3 = 34.3$	$d_2 = 50$		$I_2 = 306.796$	1,62	$A_3 = 162,75$
3	$a_4 = 36,7$	$d_3 = 35$	496.940	I <sub>3</sub> = 73.661	6,74	$A_4 = 370,7$

$$E \cdot I \cdot C'C'' =$$

Por semejanza de triángulos obtenemos ahora la distancia  $\overline{\mathit{CC''}}$ 

$$\frac{\overline{CC''}}{240} = \frac{\overline{BB'}}{425}$$

De donde, 
$$\overline{CC''} = mm$$

Finalmente procedemos al cálculo de la flecha en C,

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

1 (7111



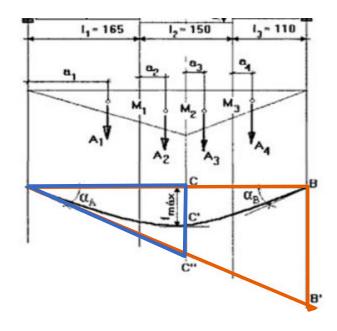
igualmente procedemos al cálculo de C'C"

E·I·
$$\overline{C'C''}$$
 = A<sub>1</sub>·130 + A<sub>2</sub>·35,2;  $\overline{C'C''}$  =  $\frac{55.096,1}{210.000}$  = 0,262 mm.

Por semejanza de triángulos obtenemos ahora la distancia  $\overline{CC''}$ 

$$\frac{\overline{CC''}}{240} = \frac{\overline{BB'}}{425}$$

BB=	0,9930	mm
I	a	
425	240	
CC=	0,993	
240	425	
CC=	0,561	mm



De donde,  $\overline{CC''} = 0.560 \, mm$ .

Finalmente procedemos al cálculo de la flecha en C.

$$\overline{CC'} = 0.560 - 0.262 = 0.298 \, mm.$$

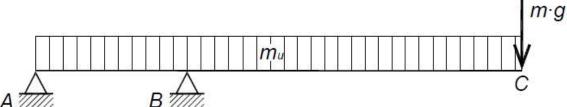
$$n_c = 300. \sqrt{\frac{1}{f_{cm}}} = 300. \sqrt{\frac{1}{0.0298}} = 1737 \ rpm$$

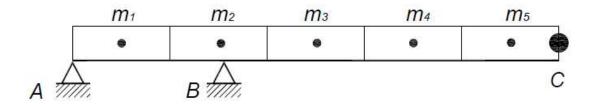
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



• EJERCICIO: Estimar la velocidad crítica del eje de la figura





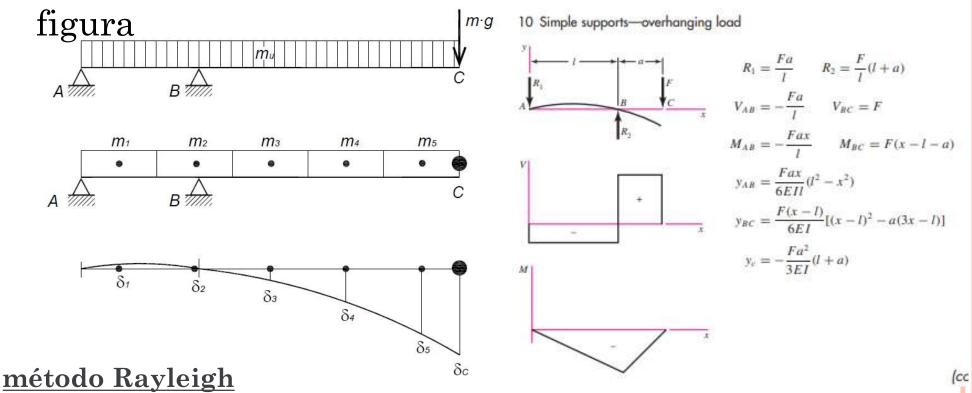


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



o EJERCICIO: Estimar la velocidad crítica del eje de la



Cartagena99

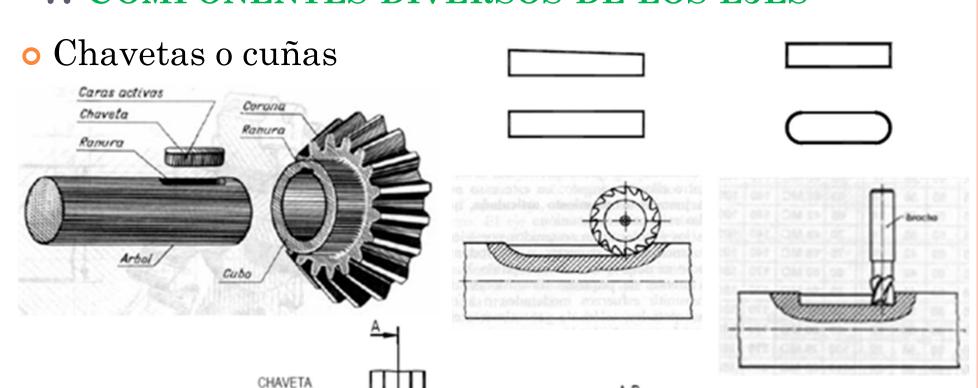
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

W<sub>n</sub> = peso de la masa enésima.





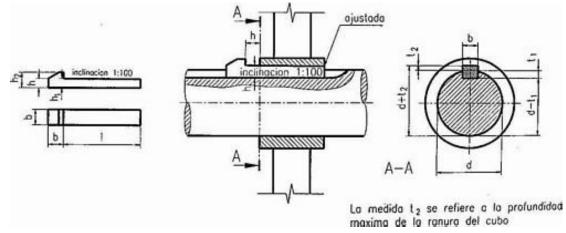
Cartagena99

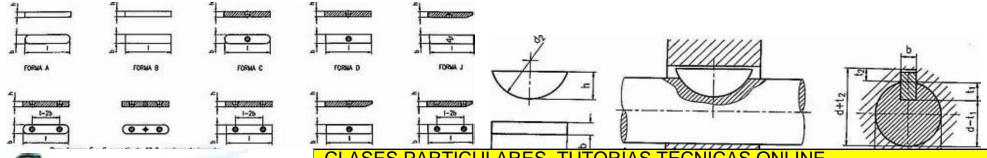
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



• Chavetas (o cuñas)







Cartagena99

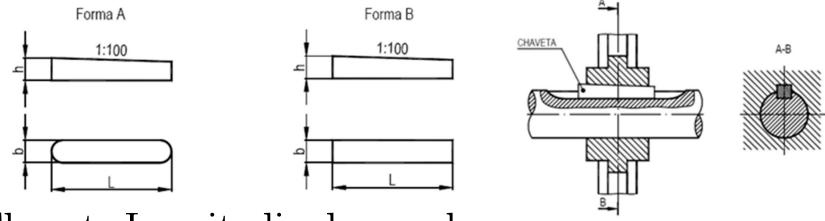
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

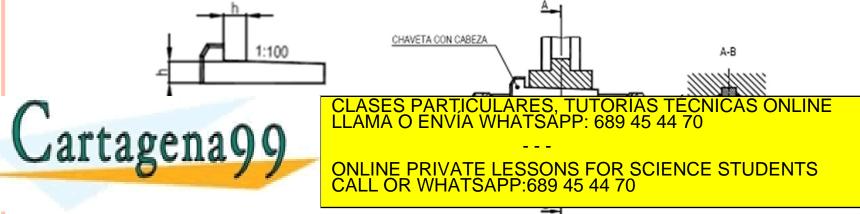
NEBRIJA

DOMA TOPANTO ACLIERO GARA TOPANTO ACLIERO PARA MANGATO

Chaveta Longitudinal

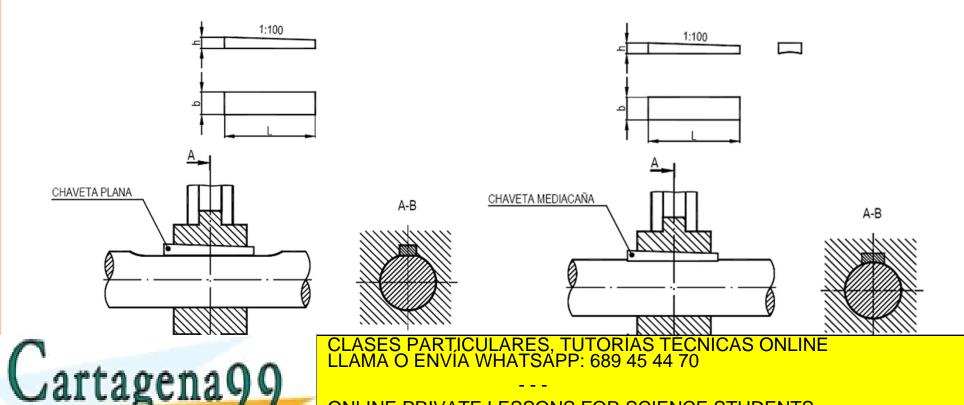


Chaveta Longitudinal con cabeza





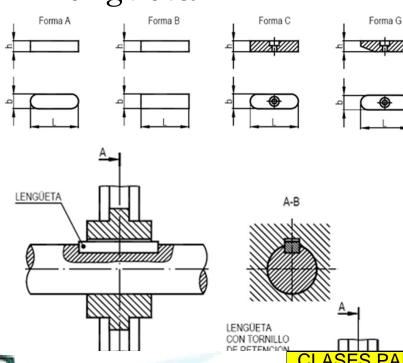
Chaveta longitudinal Plana  Chaveta Longitudinal Media Caña



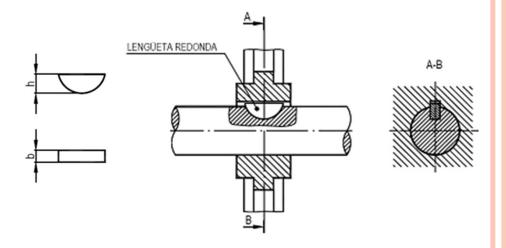
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

NEBRIJA

 Chaveta paralela o lengüeta Lengüeta redonda



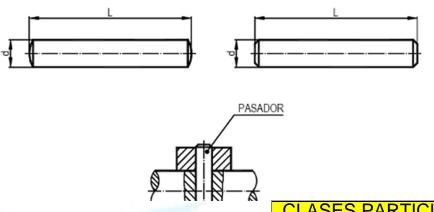
Cartagena99



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

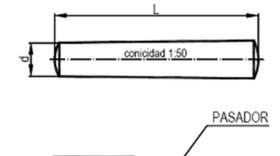


Pasadores cilíndricos:
 Para unión de dos o más piezas. Ajuste por apriete



Cartagena99

 Pasadores cónicos: Asegurar elementos mecánicos que se montan y desmontan con relativa frecuencia, puesto que la forma cónica del vástago facilita el centrado de las piezas. El alojamiento cónico del pasador se debe mecanizar una vez ensambladas las piezas.

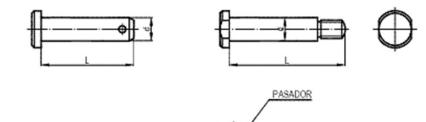


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



• Pasadores cónicos con espiga roscada: Se utiliza allí donde la extracción de un pasador cónico normal resultaría complicada. Al apretar la tuerca auxiliar, el pasador se extrae con facilidad

o Pasadores ajustados con cabeza: Usado en articulaciones que tienen habitualmente juego en el cojinete. Se asegura por medio de arandelas y pasadores de aletas o bien va provisto de extremo roscado.

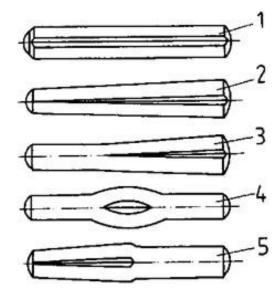


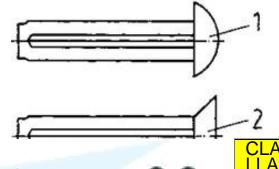
Cartagena 99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



• Pasadores estriados: Tienen tres entalladuras longitudinales a 120°. Se golpean en perforaciones sencillas, sin frotación. El asentamiento fijo resulta a través de la deformación elástica de los refuerzos de las entalladuras. Pueden usarse hasta 20 veces.





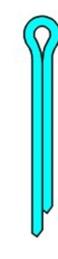
• Remaches estriados: Se diferencian en la forma de la cabeza.

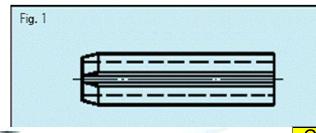
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



## DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES 7. Componentes diversos de los ejes

• Pasadores de aletas. Formado por un alambre de sección semicircular plegado sobre sí mismo y permitiendo un oja que actúa de tope y facilita su extracción. Una vez introducido en su alojamiento se doblan en sentido opuesto sus extremos produciendo su fijación.





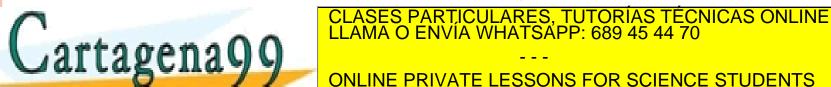
Cartagena

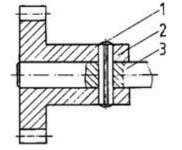
Pasadores elásticos: Cilindro hueco con ranura longitudinal y un chaflán para facilitar su introducción (diámetro exterior mayor que el nominal). Al CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TECNICAS ONLINE

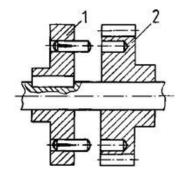


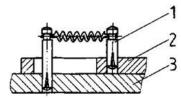
## DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES 7. Componentes diversos de los ejes

- o Tipos de uniones con pasadores.
  - Con pasadores de fijación. Para momentos de giro muy reducidos. Todos los tipos de pasadores.
  - Unión con pasador de arrastre. Arrastre de una pieza de una máquina a través de otra. Engranajes conmutables o embragues (pasadores cilíndricos, de ajuste estriados y elásticos)
  - Unión con pasador de sujeción. Mantener fija una pieza a otra (Cilíndricos y estriados)











### Acoplamientos

• Rígidos: fijan dos flechas sin permitir ningún movimiento relativo entre ambas, aunque durante el ensamble es posible algo de ajuste axial. Se emplean cuando la precisión y la fidelidad de la transmisión del par de torsión es de primerísima importancia







CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -



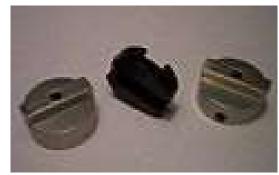
- Acoplamientos flexibles: transmiten par cuando dos ejes están ligeramente desalineados (hasta 3°) y descentrados.
  - De rejilla



Oldham

http://youtu.be/4oUFbv927nU





De fuelle metálico

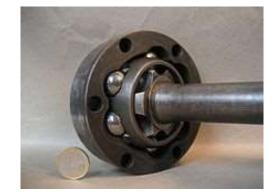


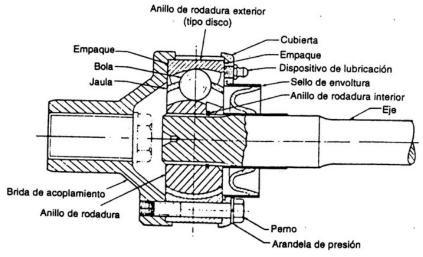
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TECNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

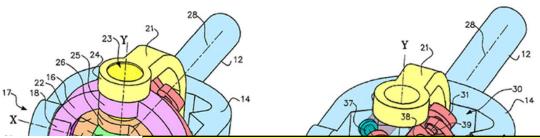
--

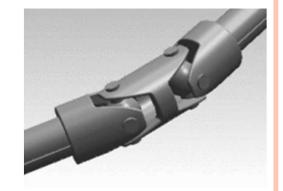


- Acoplamientos flexibles:
  - De velocidad constante
    - Rzeppa.
    - Doble cardan









Cartagena99

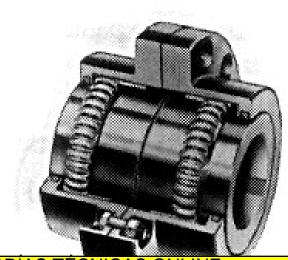
CLASES PARTICULÁRES, TÚTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



- Acoplamientos flexibles:
  - De estrella:

- Acoplamientos flexibles:
  - De engrane:





Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -



### • Acoplamientos:

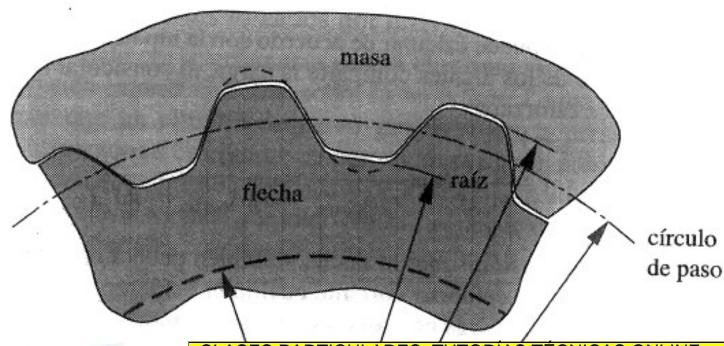
TABLA 9-7	Características de varios tipos de acoplamientos						
		Desalinead	ión tolerada				
Clase	Axial	Angular	Paralelo	Torsional	Comentarios		
Rígida	grande	ninguna	ninguna	ninguna	requiere alineación precisa		
Quijadas	ligera	ligera (<2°)	ligera (3% <i>d</i> )	moderada	absorción de impactos— juego de importancia		
De engrane	grande	ligera (<5°)	ligera (<1/2% <i>d</i> )	ninguna	ligero juego—gran capa- cidad de par de torsión		
Helicoidal	ligera	ninguna	ninguna	ninguna	ligero juego—gran capa- cidad de par de torsión		
Helical	ligera	grande (20°)	ligera (<1% <i>d</i> )	ninguna	pieza compacta no hay juego		
Fuelle	ligera	grande (17°)	moderado (20% d)	ninguno	sujeto a falla por fatiga		
Disco flexible	ligero	ligero (3°)	ligero (2% <i>d</i> )	ligero a ninguno	absorción de impacto— no hay juego		
De eslabones	ninguno	ligero	grande	ninguno	no hay juego—no hay cargas		

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



### • Ranuras:



Cartagena99

CLASES PARTICULÁRES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



## DISEÑO DE EJES Y ÁRBOLES

- Ejercicios resueltos:
  - Shigley 7-1 a 7-6
  - Norton. Ejemplos 9-1 a 9-8

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

