

# Índice

Prólogo .....	9
<b>Parte I</b>	
<b>Fundamentos del diseño de máquinas .....</b>	<b>17</b>
Tema 1. Fundamentos del diseño mecánico (problemas I.1 a I.4) .....	19
Tema 2. Materiales (problemas I.5 a I.12) .....	27
Tema 3. Consideraciones estáticas en el diseño mecánico (problemas I.13 a I.16) .....	40
Tema 4. Consideraciones dinámicas en el diseño mecánico (problemas I.17 a I.45) .....	47
<b>Parte II</b>	
<b>Ejes, acoplamientos y apoyos .....</b>	<b>115</b>
Tema 5. Ejes de transmisión (problemas II.1 a II.5) .....	117
Tema 6. Embragues y frenos (problemas II.6 a II.28) .....	130
Tema 7. Cojinetes de rodadura (problemas II.29 a II.37) .....	169
Tema 8. Cojinetes de deslizamiento (problemas II.38 a II.48) .....	183

## Problema I.5

TEMAS DE REFERENCIA: 2

Pruebas realizadas con un cierto material revelan que tiene una resistencia última de 400 MPa, una resistencia de fluencia de 220 MPa y presenta una reducción de área para la carga última del 22,12 %. Para mejorar sus propiedades, se someterá a la probeta a un estirado en frío. Calcular:

- El coeficiente y el exponente de endurecimiento por deformación plástica.
- El factor de trabajo en frío necesario para asegurar una resistencia de fluencia de 305 MPa.

Solución:

$$\text{a) } \sigma_0 = 726,355 \text{ MPa}$$

$$m = 0,25$$

$$\text{b) } W = 3,1 \%$$


---

## Guía para la resolución

- A partir de la reducción de área para la carga última, determinar la relación entre el área de la probeta en el punto de resistencia última y el área inicial de la probeta

$$A_u/A_0 = 0,7788$$

- Determinar la deformación unitaria verdadera en el punto de resistencia última y con ella, el exponente de la ecuación de Datsko

$$\varepsilon_u = 0,25$$

$$m = 0,25$$

- El coeficiente de endurecimiento por deformación plástica puede obtenerse de la ecuación de Datsko aplicada al punto de resistencia última

$$\sigma_0 = 726,355 \text{ MPa}$$

- b) - Con la ecuación de Datsko, calcular la deformación verdadera para conseguir la resistencia de fluencia requerida

$$\varepsilon = 0,031$$

- Con la deformación verdadera, calcular la relación entre las áreas inicial y final de la probeta

$$A_0/A_1 = 1,032$$

- Con la relación entre las áreas, calcular el factor de trabajo en frío requerido

$$W = 3,1 \%$$

## Problema I.6

TEMAS DE REFERENCIA: 2

Una probeta de 12 mm de diámetro y 300 mm de longitud se ha fabricado con acero AISI 1030 laminado en caliente, del cual se conoce que el exponente de endurecimiento por deformación plástica es 0,22 y el coeficiente de endurecimiento por deformación plástica 620 MPa. Esta probeta se somete a un trabajo en frío del 10%. Calcular las resistencias de fluencia y última del material después del estirado en frío.

Solución:

$$S'_y = 377,619 \text{ MPa}$$

$$S'_u = 522,222 \text{ MPa}$$


---

### Guía para la resolución

- De las tablas de características y propiedades mecánicas de aceros laminados en caliente y estirados en frío, obtener las propiedades mecánicas del acero AISI 1030

$$S_y = 260 \text{ MPa}, S_{ut} = 470 \text{ MPa}$$

- A partir del factor de estirado en frío, obtener la relación entre las áreas de la probeta antes y después del estirado en frío

$$A_1/A_0 = 0,90$$

- Calcular el alargamiento unitario natural después del estirado en frío

$$\varepsilon_1 = 0,105$$

- A partir de la ecuación de Datsko, calcular la nueva resistencia de fluencia

$$S'_y = 377,619 \text{ MPa}$$

- Determinar la nueva resistencia última del material

$$S'_u = 522,222 \text{ MPa}$$

## Problema I.7

TEMAS DE REFERENCIA: 2

Pruebas realizadas con una probeta fabricada de acero laminado en caliente de 20 mm de diámetro revelan que tiene una resistencia última de 440 MPa, una resistencia de fluencia de 250 MPa y presenta una reducción de área para la carga última del 22%. Para mejorar sus propiedades, se someterá a la probeta a un estirado en frío. Calcular:

- El coeficiente y el exponente de endurecimiento por deformación plástica.
- El factor de trabajo en frío necesario para asegurar una resistencia de fluencia de 320 MPa.

Solución:

- $m = 0,248$   
 $\sigma_0 = 797,139 \text{ MPa}$
- $W = 2,5 \%$

## Guía para la resolución

- A partir de la reducción de área para la carga última, obtener la relación entre el área de la probeta en el punto de resistencia última y el área inicial, y con esta relación, la deformación verdadera en este punto y el exponente de la ecuación de Datsko

$$\begin{aligned} A_u/A_0 &= 0,78 \\ \varepsilon_u &= 0,248, m = 0,248 \end{aligned}$$

- Calcular el exponente de endurecimiento por deformación plástica mediante la ecuación de Datsko aplicada al punto de resistencia última

$$\sigma_0 = 797,139 \text{ MPa}$$

- Con la expresión de Datsko, calcular la deformación verdadera para conseguir la resistencia de fluencia requerida

$$\varepsilon = 0,025$$

- Con la deformación verdadera, se conoce la relación entre las áreas de la probeta antes y después del estirado en frío; a partir de esta relación, obtener el factor de trabajo en frío necesario

$$W = 2,5 \%$$

## Problema 1.8

TEMAS DE REFERENCIA: 2

Un eje ha sido fabricado de un determinado acero mediante un estirado en frío del 12 % a partir de una barra de diámetro 35 mm, y un posterior rectificado hasta sus dimensiones finales. Si la resistencia última del material después del estirado en frío es  $S_{ut} = 625$  MPa, se sabe que dicho acero presenta una deformación verdadera en el punto de resistencia última de 0,43 y que el estirado en frío ha producido un aumento en la resistencia de fluencia del acero de la barra de un 9,17 %, determinar las características de resistencia del acero de la barra de partida, y su designación SAE o AISI.

## Solución:

$$S_{ut} = 550 \text{ MPa}$$

$$S_y \approx 460 \text{ MPa}$$

$$W_u = 0,349$$

AISI 1035 estirado en frío

## Guía para la resolución

- Determinar la resistencia última del material antes del estirado en frío
 
$$S_{ut} = 550 \text{ MPa}$$
- Calcular la relación entre  $A_u$  y  $A_o$  a partir de la deformación verdadera y la reducción de área en el punto de resistencia última
 
$$A_0/A_u = 1,537$$

$$W_u = 0,349$$
- Calcular el coeficiente de endurecimiento por deformación plástica mediante la ecuación de Datsko aplicada al punto de resistencia última
 
$$\sigma_0 = 1214,48 \text{ MPa}$$
- Determinar la resistencia de fluencia del material tras el estirado en frío, y como se sabe el tanto por ciento de aumento en la resistencia de fluencia del material de partida, determinar ésta última
 
$$S'_y = 501,754 \text{ MPa}$$

$$S_y = 459,608 \approx 460 \text{ MPa}$$

- Determinar la designación a partir de las tablas de características de aceros laminados en caliente y estirados en frío

AISI 1035 estirado en frío

## Problema I.9

TEMAS DE REFERENCIA: 2

Se dispone de una barra de un acero dúctil de resistencia última 1200 MPa, del que se sabe que presenta una reducción de área para la carga última del 22,12 %. Dicha barra se somete a un trabajo en frío, hasta lograr una resistencia última de 1540 MPa. Determinar:

- a) El coeficiente y el exponente de endurecimiento por deformación plástica.
- b) El factor de trabajo en frío, en tanto por ciento, necesario para obtener la resistencia última requerida, así como la resistencia de fluencia resultante.

Solución:

$$\begin{aligned} \text{a) } m &= 0,25 \\ \sigma_0 &= 2179,066 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } W &= 22,078 \% \\ S_y &= 1539,289 \text{ MPa} \end{aligned}$$

## Guía para la resolución

- a) - A partir de la reducción de área para la carga última, obtener la relación entre el área de la probeta en el punto de resistencia última y el área inicial, y con esta relación, la deformación verdadera en este punto y el exponente de la ecuación de Datsko

$$\begin{aligned} A_u/A_0 &= 0,7788 \\ \varepsilon_u &= 0,25, m = 0,25 \end{aligned}$$

- Calcular el exponente de endurecimiento por deformación plástica mediante la ecuación de Datsko aplicada al punto de resistencia última

$$\sigma_0 = 2179,066 \text{ MPa}$$

- b) - Calcular el factor de trabajo en frío para conseguir una resistencia última de  $S_{ut} = 1540 \text{ MPa}$

$$W = 22,078 \%$$

- Calcular el alargamiento unitario natural tras el estirado en frío y la resistencia de fluencia resultante

$$\varepsilon = 0,249$$

$$S_y = 1539,289 \text{ MPa}$$

## Problema I.10

TEMAS DE REFERENCIA: 2

Una probeta de sección circular de 20 mm de diámetro se ha obtenido mediante estirado en frío del 19% a partir de una barra de acero de 25 mm de diámetro y un posterior rectificado hasta su diámetro final. Sabiendo que la resistencia última del material después del estirado en frío es de 407,408 MPa, que el acero presenta una deformación verdadera en el punto de resistencia última de 0,598 y que el estirado en frío ha producido un aumento de la resistencia de fluencia del acero de la barra del 14,8%, determinar la resistencia última y de fluencia del acero de la barra de partida, su reducción de área en el punto de resistencia última y su designación SAE o AISI.

Solución:

$$S_{ut} = 330 \text{ MPa}$$

$$S_y \approx 280 \text{ MPa}$$

$$W_u = 0,45$$

AISI 1006 estirado en frío

## Guía para la resolución

- Calcular la resistencia última del material antes del estirado en frío

$$S_{ut} = 330 \text{ MPa}$$

- Determinar el exponente de la ecuación de Datsko a partir de la deformación verdadera en el punto de resistencia última

$$m = \varepsilon_u = 0,598$$

- Calcular la relación entre  $A_u$  y  $A_o$  a partir de la deformación verdadera y la reducción de área en el punto de resistencia última

$$A_u/A_0 = 0,55$$

$$W_u = 0,45$$

- Calcular el coeficiente de endurecimiento por deformación plástica mediante la ecuación de Datsko aplicada al punto de resistencia última

$$\sigma_0 = 815,988 \text{ MPa}$$

- Calcular la deformación verdadera correspondiente al trabajo en frío que se realiza sobre el material

$$\varepsilon_1 = 0,211$$

- Determinar la resistencia de fluencia del material tras el estirado en frío, y como se sabe el tanto por ciento de aumento en la resistencia de fluencia del material de partida, determinar ésta última

$$S'_y = 321,814 \text{ MPa}$$

$$S_y = 280,326 \approx 280 \text{ MPa}$$

- Determinar la designación a partir de las tablas de características de aceros laminados en caliente y estirados en frío

AISI 1006 estirado en frío