ME-5500 (Elementos de Máquinas)
Guía 2: Teoría de Falla por Carga Variable (Parte 2)

1. (*70 pts*) Problema 1

La carga aplicada sobre la pieza de acero de sección circular de la Fig. 1 varía en el tiempo desde $F_{\text{máx}} = 1000$ N a $F_{\text{mín}} = -4000$ N. Calcular el factor de seguridad en el punto A. ¿Qué ocurre primero, fatiga o fluencia?

Considere los siguientes datos:

- $S_{\text{y}} = 260$ MPa, $S_{\text{ut}} = 480$ MPa (70 kpsi).
- $L_1 = 15$ mm, $L_2 = 80$ mm, $D = 24$ mm, $d = 20$ mm, $r = 1$ mm.
- Acabado superficial de la pieza: esmerilado.
- Confiabilidad 99%.
- Factores de Marin: $k_d = 1$, $k_f = 1$.

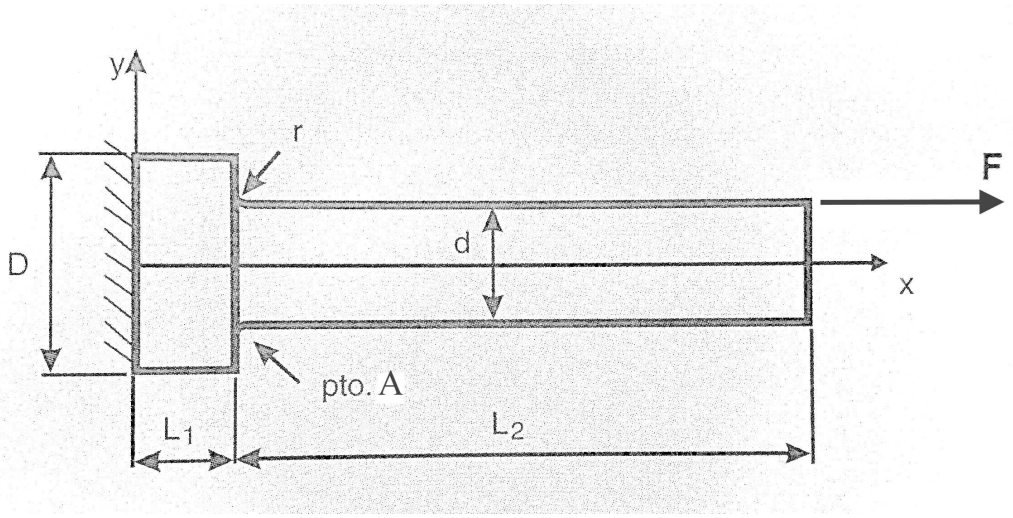


Fig. 1: Pieza de acero de sección circular.

2. (*70 pts*) Problema 2

Un cilindro tapado y de pared delgada está hecho de una lámina de acero 1015 laminado en caliente. Diámetro interno $d = 100$ mm y espesor de pared $t = 3$ mm. El cilindro se somete a presión interna fluctuante entre 0 y 15 MPa. Suponga que el cilindro es muy largo. Para aquellos factores de Marin que no puedan ser determinados por falta de información, suponga valores unitarios. Calcule la vida esperada en ciclos en la media altura del manto.

3. (*70 pts*) Problema 3

La Fig. 2(a) muestra la fluctuación de esfuerzo de flexión debido a una carga $P(t)$ en la muesca de la pieza que se presenta en la Fig. 2(d). Dicha fluctuación de esfuerzo durante 6 segundos, representa el patrón típico de operación de la pieza bajo análisis. Se aprecian 4 fluctuaciones distintas en los 6 segundos, denotadas por a, b, c y d. También se indica la cantidad de ciclos que ocurre en cada una de las fluctuaciones ya mencionadas. Por otro lado, en la Fig. 2(c) se muestra el diagrama S-N real para estudiar la fatiga en la muesca de la pieza, mientras que en la Fig. 2(b) se muestran las correspondientes curvas de Goodman para cada una de las 4 fluctuaciones.

El problema descrito corresponde a fatiga con patrón de carga de amplitud variable, lo cual puede producir falla por fatiga acumulada. La regla de Palmgren-Miner,

$$\frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} + \ldots + \frac{n_k}{N_k} = 1, \tag{1}$$

puede ser utilizada para predecir la falla por fatiga acumulada en un componente mecánico. En la Ec. (1), n_k representa el número de ciclos a un nivel específico de carga o esfuerzo (F_k) actuando en el componente mecánico, mientras que N_k representa la vida en ciclos del componente mecánico para la misma carga o esfuerzo F_k.

Sobre la base de la información entregada desarrolle lo siguiente:

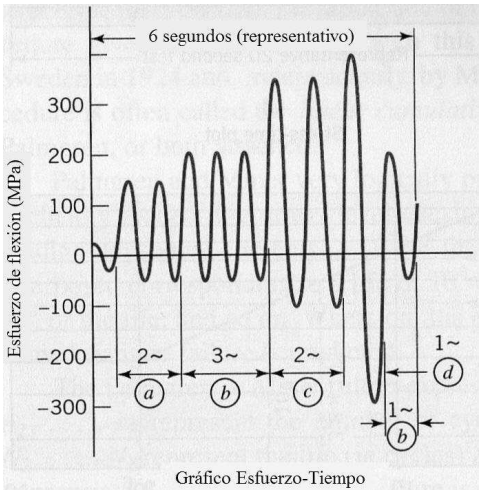
- (*20 pt*) Aproximadamente, ¿cuánto valen los esfuerzos medio y alternante de la fluctuación tipo b?
- (*50 pts*) Observando que la fluctuación tipo a desarrolla vida infinita a fatiga (ver Fig. 2(c)), utilice la regla de Palmgren-Miner para estimar la vida en minutos de la pieza mostrada en la Fig. 2(d).

4. (*70 pts*) Problema 4

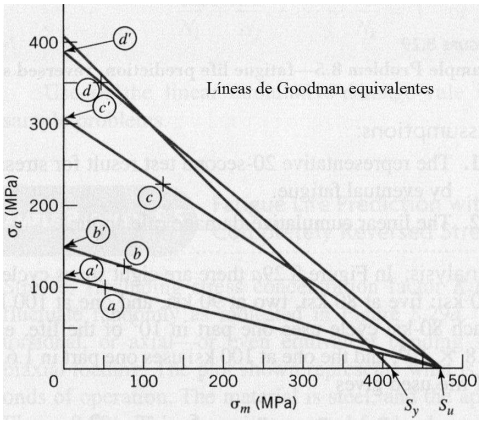
La Fig. 3 muestra un patrón de carga representativo que se repite en el tiempo. Realice el conteo de ciclos utilizando el método *rain-flow*. Estime la cantidad de repeticiones del patrón de carga utilizando la regla de fatiga acumulada de Palmgren-Miner. En cada ciclo de carga verifique que la pieza no falle por fluencia estática.

Considere los siguientes datos:

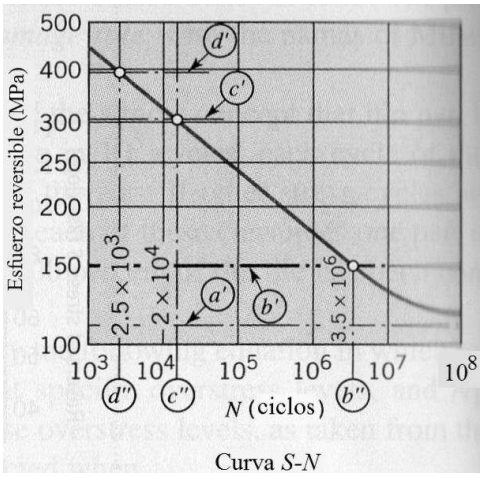
- $S_{\text{y}} = 1100$ MPa, $S_{\text{ut}} = 1530$ MPa.
- Diagrama S-N real: $a = 8669$ MPa, $b = -0.296$.



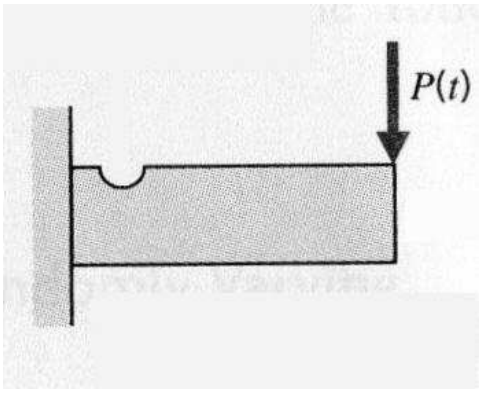
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 2: Figuras del Problema 3.

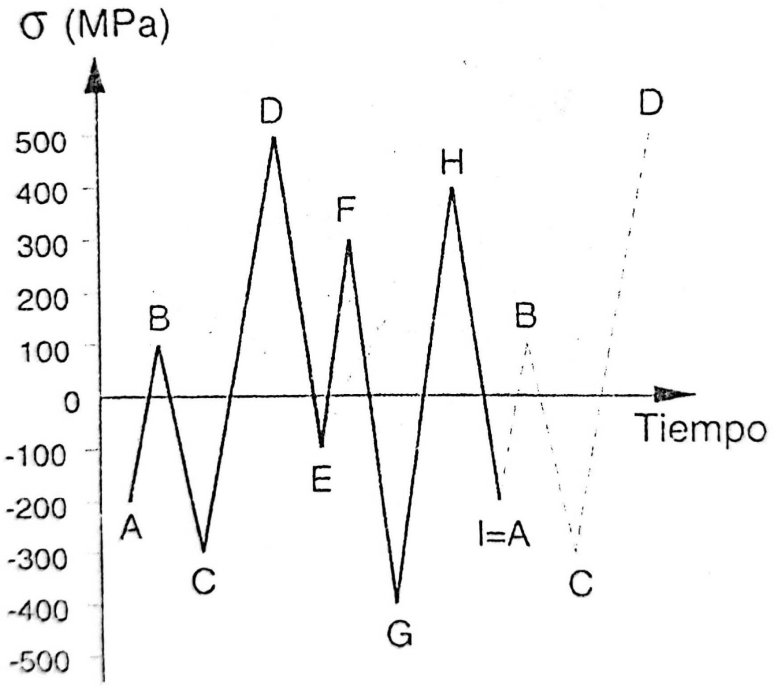


Fig. 3: Patrón de carga del Problema 4.