

$$\phi_N = 20^\circ$$

$$N_G = 60 \text{ [DTS]}$$

$$N_P = 22 \text{ [DTS]}$$

$$P = 4 \text{ [DTS/IN]}$$

$$F = 3,25 \text{ [IN]} \quad (\text{ANCHO DE LA CARA})$$

$$n = 1125 \text{ [RPM]}$$

$$H = 40 \text{ [HP]}$$

$$\text{VIDA ÚTIL} = 3 \cdot 10^9 \text{ [REVS]}$$

$$Q_V = 6$$

Acero 4340 ENDURECIDO COMPLETAMENTE, GRADO 1.

T. TERRUJO \rightarrow 275 BRINELL NÚCLEO Y SUPERFICIE.

CARGA POR IMPACTO MODERADO, TRANSMISIÓN DE POTENCIA UNIFORME.

CONFIABILIDAD 0,99

~~PARTE a)~~ PARTE a):

$$d_P = \frac{N_P}{P} = \frac{22 \text{ [DTS]}}{4 \text{ [DTS/IN]}} = 5,5 \text{ [IN]}$$

$$d_G = \frac{N_G}{P} = \frac{60 \text{ [DTS]}}{4 \text{ [DTS/IN]}} = 15 \text{ [IN]}$$

$$V = \frac{\pi \cdot d_P \cdot n}{12} = \frac{\pi \cdot 5,5 \text{ [IN]} \cdot 1125 \text{ [RPM]}}{12} = 1619,884 \left[\frac{\text{FT}}{\text{MIN}} \right]$$

$$W_T = \frac{33000 \text{ H}}{V} = \frac{33000 \cdot 40}{1619,884} = 814,8732 \text{ [LBF]}$$

ESFUERZO FLEXIÓN:

$$\sigma = W_T \cdot K_o \cdot K_V \cdot K_s \cdot \frac{P_D}{F} \cdot \frac{K_M \cdot K_B}{J}$$

1) PARA EL PUNTO:

FACTOR DE SOBRECARGA: K_0

FUENTE DE POTENCIA UNIFORME, IMPACTO MODERADO

$$\Rightarrow K_0 = 1,25$$

FACTOR DE VELOCIDAD: K_v

$$Q_v = 6$$

$$B = 0,25 (12 - Q_v)^{2/3} = 0,25 \cdot 6^{2/3} = 0,8255$$

$$A = 50 + 56(1 - B) = 50 + 56(1 - 0,8255) = 59,772$$

} Ec 14-28

$$\Rightarrow K_v = \left(\frac{A + \sqrt{V}}{A} \right)^B = \left(\frac{59,772 + \sqrt{1619,884}}{59,772} \right)^{0,8255} = 1,53 //$$

FACTOR DE FORMA: K_s // Sección 14-10 - (a)

$$K_s = 1,192 \left(\frac{F \sqrt{Y}}{P} \right)^{0,0535} \quad \left(\text{si } K_s < 1, \text{ ENTONCES } K_s = 1 \right)$$

$$K_s = 1,192 \left(\frac{3,25 \sqrt{0,331}}{4} \right)^{0,0535} = 1,14 //$$

Si $K_s < 1 \Rightarrow K_s = 1$

FACTOR DE DISTRIBUCIÓN DE CARGA: K_M

Ec (14-30)

$$K_M = 1 + C_{MC} (C_{PF} C_{PM} + C_{MA} \cdot C_E)$$

$$C_{MC} = 1 \quad (\text{DTS SIN CORONA})$$

(Ec. 14-31)

$$C_{PF} = \frac{F}{10d} - 0,0375 + 0,0125 \cdot F = \frac{3,25}{10 \cdot 5,5} - 0,0375 + 0,0125 \cdot 3,25 = 0,062 \quad (\text{Ec. 14-32})$$

$$C_{PM} = 1,1 \quad \rightarrow \text{tiene q' ver con montaje en cojinetes.}$$

(Ec. 14-33)

$$C_{MA} = A + BF + CF^2 = 0,127 + 0,0158 \cdot 3,25 + (-0,093 \cdot 10^{-4}) \cdot 3,25^2 = 0,178$$

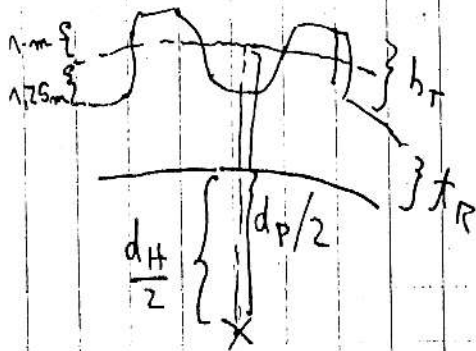
(SUPONEMOS UNIDAD COMERCIAL CERRADA EN LA TABLA 14-9)

$$C_E = 1$$

$$\Rightarrow K_M = 1 + 1 \cdot (0,062 \cdot 1,1 + 0,178 \cdot 1) = 1,246$$

FACTOR DEL ESPESOR DEL ARO; K_B K_B

317



$$h_T = 1 \cdot m + 1,25 \cdot m = \frac{2,25}{P} = 0,5625 [in]$$

$$t_R = \frac{d_o}{2} - \frac{1,25}{P} - \frac{d_i}{2} = \frac{5,5}{2} - \frac{1,25}{4} - \frac{3,5}{2} = 1,4375 [in]$$

RELACIÓN APOYO:

$$m_B = \frac{t_R}{h_T} = \frac{1,4375}{0,5625} = 2,55$$

(Ec. 14-39)

$$m_B < 1,2$$

$$(K_{B_{max}} = 2,4)$$

$$m_B \geq 1,2$$

$$K_B = \begin{cases} 1,6 \ln \left(\frac{2,242}{m_B} \right) \\ 1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow K_B = 1$$

FACTOR GEOMÉTRICO J (ver Figura 14-6)

$$N_p = 22 [DRES]$$

$$J = 0,345$$

$$\Rightarrow \sigma = \left(W_T \cdot \frac{P}{F} \right) \cdot K_o \cdot K_v \cdot K_s \cdot \frac{K_m \cdot K_B}{J}$$

$$\sigma = \left(\frac{814,8732 [lb/in]}{3,25 [in]} \right) \cdot 1,25 \cdot 1,53 \cdot 1,14 \cdot \frac{1,246 \cdot 1}{0,345} = 7,897 [ksi]$$

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.

417

$$\sigma_{\text{perm}} = S_T \cdot \frac{Y_N}{K_T \cdot K_R}$$

ESFUERZO PERMISIBLE MATERIAL S_T : S_T
DE LA FIGURA 14-3, SABIENDO QUE LA DUREZA ES ~~275~~ ²⁷⁵ HB, GRADO 1

$$\Rightarrow S_T = 35 \text{ [Kpsi]}$$

FACTOR DE LOS CICLOS DE CARGA Y_N : Y_N
DE LA FIGURA 14-14, SABIENDO QUE EL NÚMERO DE CICLOS ES $3 \cdot 10^9$

$$\Rightarrow Y_N = 0,85$$

FACTOR DE TEMPERATURA K_T K_T
 $K_T = 1$ ($T < 250^\circ\text{F} = 120^\circ\text{C}$) POR LUBRICACIÓN) // $T < 250^\circ\text{F} (120^\circ\text{C}) \Rightarrow K_T = 1$

FACTOR DE CONFIABILIDAD K_R K_R
DE LA TABLA 14-10 o EC 14-38, PARA CONFIABILIDAD DEL 99%
 $K_R = 1$

$$\Rightarrow \sigma_{\text{perm}} = 35 \text{ [Kpsi]} \cdot \frac{0,85}{1 \cdot 1} = 29,75 \text{ [Kpsi]}$$

EL FACTOR DE SEGURIDAD POR FLEXIÓN QUEDA COMO:

$$S_F = \frac{\sigma_{\text{perm}}}{\sigma} = \frac{29,75}{7,897} = 3,77$$

DESgaste:

Esfuerzo de contacto:

$$\sigma_c = C_P \left(W^T \cdot K_o \cdot K_v' \cdot K_s \cdot \frac{K_m}{d \cdot F} \cdot \frac{C_F}{I} \right)^{1/2}$$

Factor de elasticidad C_P
De la tabla 14-8:

$$C_P = \cancel{2300} \cancel{[\sqrt{\text{psi}}]} 2300 [\sqrt{\text{psi}}]$$

Factor geométrico contra la picadura:

$$I = \frac{\cos(\phi_T) \cdot \sin(\phi_T)}{2 m_N} \cdot \frac{m_G}{m_G + 1}$$

ϕ_T es el ángulo de presión transversal:

$$\phi_T = \text{Arctan} \left(\frac{\tan(\phi_N)}{\cos(\psi)} \right) \quad \text{claramente } \phi_T = \phi_N \text{ para eng. rectos.}$$

$m_N = 1$ para eng. rectos (EC. 14-21 para eng. helicoidales)

$$\Rightarrow I = \frac{\cos(20^\circ) \cdot \sin(20^\circ)}{2} \cdot \frac{30/11}{30/11 + 1} = 0,1178$$

Factor de condición superficial: C_F

K

$C_F = 1$ (ver sección 14-9) (=1 por default)

$$\Rightarrow \sigma_c = \cancel{2300} [\sqrt{\text{psi}}] \cdot \left(\frac{814,8732 [\text{lbf}]}{5,5 [\text{in}] \cdot 3,25 [\text{in}]} \cdot 1,25 \cdot 1,53 \cdot 1,14 \cdot 1,246 \cdot \frac{1}{0,1178} \right)^{1/2} = 63,79 [\text{ksi}]$$

RESISTENCIA AL DESGASTE:

6/7

$$\sigma_{c,perm} = S_c \cdot \frac{Z_N \cdot C_H}{K_T \cdot K_R}$$

ESFUERZO PERMISIBLE DEL MATERIAL POR DESGASTE, S_c .

MATERIAL ENTETAMENTE ENDURECIDO, GRADO 1, 275 HB.
DE LA FIGURA 14-5.

$$S_c = 322 \cdot H_B + 29100 \text{ [psi]} = 117,65 \text{ [ksi]}$$

FACTOR DE LOS CICLOS DE CARGA, Z_N . (POR PICADURA)
DE LA FIGURA 14-15, PARA $N = 3 \cdot 10^9$ [CICLOS]

$$Z_N = 2,366 \cdot N^{-0,056} = 2,366 \cdot (3 \cdot 10^9)^{-0,056} = 0,7$$

FACTOR DE RELACIÓN DE LA DUREZA, C_H .

$$C_H = 1 + A' (m_G - 1), \text{ con}$$

|| EC 14-36 y bar de murebajo)

$$A' = 8,98 (10^{-3}) \left(\frac{H_{B,P}}{H_{B,G}} \right) - 8,29 (10^{-3}) \quad \text{si } 1,2 \leq \frac{H_{B,P}}{H_{B,G}} \leq 1,7$$

Si $\frac{H_{B,P}}{H_{B,G}} < 1,2 \Rightarrow A' = 0$ (IGUAL DUREZA SUPERFICIAL EN PIÑÓN Y ENGRANAJE)

$$\Rightarrow C_H = 1$$

$$\Rightarrow \sigma_{c,perm} = 117,65 \text{ [ksi]} \cdot \frac{0,7 \cdot 1}{1 \cdot 1} = 82,355 \text{ [ksi]}$$

$$\Rightarrow S_H = \frac{\sigma_{c,perm}}{\sigma_c} = \frac{82,355}{63,79} = 1,29$$

7/7

LA NORMA DE AGMA ESPECIFICA QUE PARA COMPARAR LOS DOS FACTORES DE SEGURIDAD SE DEBE COMPARAR S_H^2 CON S_F .
ENTONCES:

$$S_H^2 = (1,29)^2 = 1,67 < S_F = 3,77$$

=> El engranase fallará por desgaste (fatiga), antes que por flexión.

//
(PARTE c) queda propuesta)

FELIPE FIGUEROA G.
18-V-2005