

Pauta Ejercicio Auxiliar No. 5 Semestre 2007/2

Datos de entrada:

Tipo de Correa: Tipo V

Polea motriz (datos nominales):

- Par toconal normal
- Potencia de 50 HP
- Velocidad angular de 1160 rpm.
- Carga total

Transmisión:

- Uso en un elevador
- Tasa de utilización 12 hrs./día
- Velocidad angular de 675 rpm

Solución:

Utilizando la sección 17-3 del libro Diseño en Ing. Mecánica, J.E. Shigley, Sexta Edición

La razón de velocidades para este problema es:

$$\begin{array}{l} \text{[} > n_{motriz} := 1160 \\ \text{]} \end{array} \qquad n_{motriz} := 1160 \qquad (1)$$

$$\begin{array}{l} \text{[} > n_{transmisión} := 675 \\ \text{]} \end{array} \qquad n_{transmisión} := 675 \qquad (2)$$

$$\begin{array}{l} \text{[} > R := \frac{n_{motriz}}{n_{transmisión}} \\ \text{]} \end{array} \qquad R := \frac{232}{135} \qquad (3)$$

$$\begin{array}{l} \text{[} > evalf(R) \\ \text{]} \end{array} \qquad 1.719 \qquad (4)$$

El libro recomienda una velocidad lineal para esta transmisión igual a 4000 ft/min

$$\begin{array}{l} \text{[} > V := 4000 \\ \text{]} \end{array} \qquad V := 4000 \qquad (5)$$

Para dicha velocidad se tienen los siguientes diámetros (recuerde que $V = D \cdot n / 2$)

$$\begin{array}{l} \text{[} > diam_{transmisión} := \frac{2 \cdot V}{n_{transmisión}} \\ \text{]} \end{array} \qquad diam_{transmisión} := \frac{320}{27} \qquad (6)$$

$$\begin{array}{l} \text{[} > evalf(diam_{transmisión}) \\ \text{]} \end{array} \qquad 11.852 \qquad (7)$$

$$\begin{aligned} & \text{diam}_{motriz} := \frac{2 \cdot V}{n_{motriz}} \\ & \text{diam}_{motriz} := \frac{200}{29} \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} & \text{evalf}(\text{diam}_{motriz}) \\ & 6.897 \end{aligned} \quad (9)$$

>

De acuerdo a la tabla 17-9 y la potencia transmitida (50 hp), se tiene que el rango C, con un diámetro de polea mínimo de 9 pulg

Para mantener la razón de velocidades tenemos que:

$$\begin{aligned} & \text{Diam}_{motriz} := 9 \\ & \text{Diam}_{motriz} := 9 \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} & \text{Diam}_{trans} := R \cdot \text{Diam}_{motriz} \\ & \text{Diam}_{trans} := \frac{232}{15} \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} & \text{evalf}(\text{Diam}_{trans}) \\ & 15.467 \end{aligned} \quad (12)$$

Este diámetro para la polea no es estandar , por lo que redondeamos el valor a 16

$$\begin{aligned} & \text{Diam}_{trans} := 16 \\ & \text{Diam}_{trans} := 16 \end{aligned} \quad (13)$$

La longitud de paso se determina con la ecuación 17-17a y 17-17b. El criterio recomendado es el siguiente.

$D < C < 3 \cdot (D + d)$. En este caso (D: Diam_trans; d: Diam_motriz)

$$\begin{aligned} & C_{min} := \text{Diam}_{trans} \\ & C_{min} := 16 \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} & C_{max} := 3 \cdot (\text{Diam}_{trans} + \text{Diam}_{motriz}) \\ & C_{max} := 75 \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} & L_{pMax} := 2 \cdot C_{max} + 1.57 \cdot (\text{Diam}_{trans} + \text{Diam}_{motriz}) + \left((\text{Diam}_{trans} - \text{Diam}_{motriz})^2 \right) \cdot \frac{1}{4 \cdot C_{max}} \\ & L_{pMax} := 189.413 \end{aligned} \quad (16)$$

$$\begin{aligned} & L_{pMin} := 2 \cdot C_{min} + 1.57 \cdot (\text{Diam}_{trans} + \text{Diam}_{motriz}) + \left((\text{Diam}_{trans} - \text{Diam}_{motriz})^2 \right) \cdot \frac{1}{4 \cdot C_{min}} \\ & L_{pMin} := 72.016 \end{aligned} \quad (17)$$

>

Seleccionamos entonces la correa C173.

Así, utilizando las tablas 17-10 y 17-11 se tiene que:

$$\begin{aligned} & L_p := 173 + 2.9 \end{aligned} \quad (18)$$

$$L_p := 175.900 \quad (18)$$

$$C := 0.25 \cdot \left(- \left(\frac{3.14}{2} \cdot (DiamN_{trans} + Diam[motriz]) \right) - L_p \right) + \sqrt{\left(\frac{3.14}{2} \cdot (DiamN_{trans} + Diam[motriz]) - L_p \right)^2 - 2 \cdot (DiamN_{trans} - Diam_{motriz})^2} \quad (19)$$

$$C := 68.235 \quad (19)$$

$$C := round(C)$$

$$C := 68 \quad (20)$$

>

Se evalúa el ángulo de contacto para la polea menor

$$\theta_d := 3.14 - 2 \cdot \arcsin \left((DiamN_{trans} - Diam_{motriz}) \cdot \frac{1}{2 \cdot C} \right) \quad (21)$$

$$\theta_d := 3.140 - 2 \arcsin \left(\frac{7}{136} \right)$$

$$evalf(\theta_d) \quad (22)$$

$$3.036$$

Considerando la tabla en la recomendación de Gates Rubber Company, se tiene

$$f := 0.5123 \quad (23)$$

$$f := 0.512$$

>

Debemos determinar la potencia permitida por banda Ha, para ello se deben encontrar los factores de corrección de las tablas 17-13/14

$$evalf \left(\frac{(DiamN[trans] - Diam[motriz])}{C} \right) \quad (24)$$

$$0.103$$

$$Angulo_{en \text{ grados}} := evalf \left(\frac{\theta_d \cdot 180}{3.14} \right) \quad (25)$$

$$Angulo_{en \text{ grados}} := 174.016$$

$$K1 := 0.76 \quad (26)$$

$$K1 := 0.760$$

De la tabla 17-a4, con Banda tipo C y logntitud entre 162 y 195 pulg, se obtiene K2, mientras que Htab viene de la

$$K2 := 1.05 \quad (27)$$

$$K2 := 1.050$$

$$H_{tab} := 7.86 \quad (28)$$

$$H_{tab} := 7.860$$

$$Ha := K1 \cdot K2 \cdot H_{tab} \quad (29)$$

$$Ha := 6.272$$

[>

El factor de servicio para una correa con maquinaria impulsada de manera uniforme y fuente de potencia con torsión normal, de la tabla 17-15

$$\begin{aligned} &[> K_s := 1.2 \\ &K_s := 1.200 \end{aligned} \quad (30)$$

[>

Suponiendo un Facto de seguridad de 1.1, se tiene que potencia de diseño es:

$$\begin{aligned} &[> fs := 1.1 \\ &fs := 1.100 \end{aligned} \quad (31)$$

$$\begin{aligned} &[> Hd := K_s \cdot fs \cdot 50 \\ &Hd := 66.000 \end{aligned} \quad (32)$$

$$\begin{aligned} &[> \frac{Hd}{Ha} \\ &10.522 \end{aligned} \quad (33)$$

[>

Finalmente, con la selección realizada se requieren 11 correas del tipo C. Por razones prácticas, se debe iterar. Evaluemos nuevamente utilizando una correa con sección del tipo B.

De acuerdo a la tabla 17-9 y la potencia transmitida (50 hp), se tiene que el rango B, con un diámetro de polea mínimo de 13 pulg. Si se observa la tabla de Htab (17-12), se tiene que para 4000 ft/min, y una potencia nominal cercana a la 50 hp, el diámetro de paso de la polea será de 17 pulgadas.

Para mantener la razón de velocidades tenemos que:

$$\begin{aligned} &[> Diam_{motriz} := 17 \\ &Diam_{motriz} := 17 \end{aligned} \quad (34)$$

$$\begin{aligned} &[> Diam_{trans} := R \cdot Diam_{motriz} \\ &Diam_{trans} := \frac{3944}{135} \end{aligned} \quad (35)$$

$$\begin{aligned} &[> evalf(Diam_{trans}) \\ &29.215 \end{aligned} \quad (36)$$

Este diámetro para la polea no es estandar , por lo que redondeamos el valor a 16

$$\begin{aligned} &[> DiamN_{trans} := 29 \\ &DiamN_{trans} := 29 \end{aligned} \quad (37)$$

La longitud de paso se determina con la ecuación 17-17a y 17-17b. El criterio recomendado es el siguiente.

$D < C < 3 \cdot (D + d)$. En este caso (D:Diam_trans; d: Diam_motriz)

$$\begin{aligned} &[> C_{min} := DiamN_{trans} \\ &C_{min} := 29 \end{aligned} \quad (38)$$

$$[> C_{max} := 3 \cdot (DiamN_{trans} + Diam_{motriz})$$

$$C_{\max} := 138 \quad (39)$$

$$\begin{aligned} &> L_{pMax} := 2 \cdot C_{\max} + 1.57 \cdot (DiamN_{trans} + Diam_{motriz}) + \left((DiamN_{trans} - Diam_{motriz})^2 \right) \cdot \frac{1}{4 \cdot C_{\max}} \\ &L_{pMax} := 348.481 \end{aligned} \quad (40)$$

$$\begin{aligned} &> L_{pMin} := 2 \cdot C_{\min} + 1.57 \cdot (DiamN_{trans} + Diam_{motriz}) + \left((DiamN_{trans} - Diam_{motriz})^2 \right) \cdot \frac{1}{4 \cdot C_{\min}} \\ &L_{pMin} := 131.461 \end{aligned} \quad (41)$$

>

Seleccionamos entonces la correa D300.

Así, utilizando las tablas 17-10 y 17-11 se tiene que:

$$\begin{aligned} &> L_p := 300 + 3.3 \\ &L_p := 303.300 \end{aligned} \quad (42)$$

$$\begin{aligned} &> C := 0.25 \cdot \left(- \left(\frac{3.14}{2} \cdot (DiamN_{trans} + Diam[motriz]) - L_p \right) \right. \\ &\quad \left. + \sqrt{\left(\frac{3.14}{2} \cdot (DiamN_{trans} + Diam[motriz]) - L_p \right)^2 - 2 \cdot (DiamN_{trans} - Diam_{motriz})^2} \right) \\ &C := 115.384 \end{aligned} \quad (43)$$

$$\begin{aligned} &> C := round(C) \\ &C := 115 \end{aligned} \quad (44)$$

>

Se evalúa el ángulo de contacto para la polea menor

$$\begin{aligned} &> \theta_d := 3.14 - 2 \cdot \arcsin \left((DiamN_{trans} - Diam_{motriz}) \cdot \frac{1}{2 \cdot C} \right) \\ &\theta_d := 3.140 - 2 \arcsin \left(\frac{6}{115} \right) \end{aligned} \quad (45)$$

$$\begin{aligned} &> evalf(\theta_d) \\ &3.036 \end{aligned} \quad (46)$$

Considerando la tabla en la recomendación de Gates Rubber Company, se tiene

$$\begin{aligned} &> f := 0.5123 \\ &f := 0.512 \end{aligned} \quad (47)$$

>

Debemos determinar la potencia permitida por banda Ha, para ello se deben encontrar los factores de corrección de las tablas 17-13/14

$$\begin{aligned} &> evalf \left(\frac{(DiamN[trans] - Diam[motriz])}{C} \right) \\ &0.104 \end{aligned} \quad (48)$$

$$> Angulo_{en \text{ grados}} := evalf \left(\frac{\theta_d \cdot 180}{3.14} \right)$$

(49)

$$Angulo_{en\;grados} := 174.016 \quad (49)$$

$$> K1 := 0.76$$

$$K1 := 0.760 \quad (50)$$

De la tabla 17-a4, con Banda tipo C y logntitud entre 162 y 195 pulg, se obtiene K2, mientras que Htab viene de la

$$> K2 := 1.05$$

$$K2 := 1.050 \quad (51)$$

$$> H_{tab} := 20.6$$

$$H_{tab} := 20.600 \quad (52)$$

$$> Ha := K1 \cdot K2 \cdot H_{tab}$$

$$Ha := 16.439 \quad (53)$$

>

El factor de servicio para una correa con maquinaria impulsada de manera uniforme y fuente de potencia con torsión normal, de la tabla 17-15

$$> Ks := 1.2$$

$$Ks := 1.200 \quad (54)$$

>

Suponiendo un Facto de seguridad de 1.1, se tiene que potencia de diseño es:

$$> fs := 1$$

$$fs := 1 \quad (55)$$

$$> Hd := Ks \cdot fs \cdot 50$$

$$Hd := 60.000 \quad (56)$$

$$> \frac{Hd}{Ha}$$

$$3.650 \quad (57)$$

$$> N_b := 4$$

$$N_b := 4 \quad (58)$$

Debemos chequear la vida de nuestra polea. Se obtiene de la tabla 17-16 que Kc = 3.498 y Kb =5680

$$> V := 4000$$

$$V := 4000 \quad (59)$$

$$> Kc := 3.498$$

$$Kc := 3.498 \quad (60)$$

$$> Kb := 5680$$

$$Kb := 5680 \quad (61)$$

$$> Fc := Kc \cdot \left(\frac{V}{1000} \right)^2$$

$$Fc := 55.968 \quad (62)$$

$$> n_{motriz} := 1160$$

$$n_{motriz} := 1160 \quad (63)$$

$$\begin{aligned}
& \text{Diam}_{motriz} := 17 \\
& \text{Diam}_{motriz} := 17
\end{aligned} \tag{64}$$

$$\begin{aligned}
& \text{Diam}N_{trans} := 29 \\
& \text{Diam}N_{trans} := 29
\end{aligned} \tag{65}$$

$$\begin{aligned}
& \text{DeltaF} := \frac{63025 \cdot Hd}{N_b} \cdot \frac{1}{n_{motriz} \cdot \left(\frac{\text{Diam}_{motriz}}{2} \right)} \\
& \text{DeltaF} := 95.880
\end{aligned} \tag{66}$$

$$\begin{aligned}
& F1 := Fc + \text{DeltaF} \cdot \frac{\exp(f \cdot \theta_d)}{\exp(f \cdot \theta_d) - 1} \\
& F1 := 55.968 + \frac{95.880 e^{\left(1.609 - 1.025 \arcsin\left(\frac{6}{115} \right) \right)}}{e^{\left(1.609 - 1.025 \arcsin\left(\frac{6}{115} \right) \right)} - 1}
\end{aligned} \tag{67}$$

$$\begin{aligned}
& \text{evalf}(F1) \\
& 177.513
\end{aligned} \tag{68}$$

$$\begin{aligned}
& F2 := F1 - \text{DeltaF} \\
& F2 := -39.912 + \frac{95.880 e^{\left(1.609 - 1.025 \arcsin\left(\frac{6}{115} \right) \right)}}{e^{\left(1.609 - 1.025 \arcsin\left(\frac{6}{115} \right) \right)} - 1}
\end{aligned} \tag{69}$$

$$\begin{aligned}
& \text{evalf}(F2) \\
& 81.633
\end{aligned} \tag{70}$$

$$\begin{aligned}
& Fi := \frac{(F1 + F2)}{2} - Fc \\
& Fi := -47.940 + \frac{95.880 e^{\left(1.609 - 1.025 \arcsin\left(\frac{6}{115} \right) \right)}}{e^{\left(1.609 - 1.025 \arcsin\left(\frac{6}{115} \right) \right)} - 1}
\end{aligned} \tag{71}$$

$$\begin{aligned}
& \text{evalf}(Fi) \\
& 73.605
\end{aligned} \tag{72}$$

$$\begin{aligned}
& T1 := F1 + \frac{Kb}{\text{Diam}_{motriz}} \\
& T1 := 390.086 + \frac{95.880 e^{\left(1.609 - 1.025 \arcsin\left(\frac{6}{115} \right) \right)}}{e^{\left(1.609 - 1.025 \arcsin\left(\frac{6}{115} \right) \right)} - 1}
\end{aligned} \tag{73}$$

$$\begin{aligned}
& \text{evalf}(T1) \\
& 511.631
\end{aligned} \tag{74}$$

$$\begin{aligned}
 & > T2 := F1 + \frac{Kb}{Diam N_{trans}} \\
 & T2 := 251.830 + \frac{95.880 e^{\left(1.609 - 1.025 \arcsin\left(\frac{6}{115}\right)\right)}}{e^{\left(1.609 - 1.025 \arcsin\left(\frac{6}{115}\right)\right)} - 1}
 \end{aligned} \tag{75}$$

$$\begin{aligned}
 & > evalf(T2) \\
 & 373.375
 \end{aligned} \tag{76}$$

El numero de pasadas Np se calcula en función de T1 y T2, b y K. Estos últimos se obtienen de la tabla 17-17

$$\begin{aligned}
 & > K := 4208 \\
 & K := 4208
 \end{aligned} \tag{77}$$

$$\begin{aligned}
 & > b := 11.105 \\
 & b := 11.105
 \end{aligned} \tag{78}$$

$$\begin{aligned}
 & > Np := \left(\left(\frac{K}{T1} \right)^{-b} + \left(\frac{K}{T2} \right)^{-b} \right)^{-1} \\
 Np := 1 & \left(\frac{5.68 \cdot 10^{-41}}{\left(\frac{1}{390.086 + \frac{95.880 e^{\left(1.609 - 1.025 \arcsin\left(\frac{6}{115}\right)\right)}}{e^{\left(1.609 - 1.025 \arcsin\left(\frac{6}{115}\right)\right)} - 1}} \right)^{11.105}} + \frac{5.68 \cdot 10^{-41}}{\left(\frac{1}{251.830 + \frac{95.880 e^{\left(1.609 - 1.025 \arcsin\left(\frac{6}{115}\right)\right)}}{e^{\left(1.609 - 1.025 \arcsin\left(\frac{6}{115}\right)\right)} - 1}} \right)^{11.105}} \right)
 \end{aligned} \tag{79}$$

$$\begin{aligned}
 & > evalf(Np) \\
 & 1.41 \cdot 10^{10}
 \end{aligned} \tag{80}$$

Como NP = 1*10^10 > 10^9, la duración en horas t se calcula como sigue

$$\begin{aligned}
 & > t := \frac{Np \cdot L_p}{720 \cdot V} \\
 t := 0.000 & \left(\frac{5.68 \cdot 10^{-41}}{\left(\frac{1}{390.086 + \frac{95.880 e^{\left(1.609 - 1.025 \arcsin\left(\frac{6}{115}\right)\right)}}{e^{\left(1.609 - 1.025 \arcsin\left(\frac{6}{115}\right)\right)} - 1}} \right)^{11.105}} \right)
 \end{aligned} \tag{81}$$

$$+ \frac{5.68 \cdot 10^{-41}}{\left(\frac{1}{251.830 + \frac{95.880 \cdot e^{\left(1.609 - 1.025 \arcsin\left(\frac{6}{115}\right)\right)}}{e^{\left(1.609 - 1.025 \arcsin\left(\frac{6}{115}\right)\right)} - 1}} \right)^{11.105}}$$

$$\begin{aligned} &> L_p := 303.3 \\ &L_p := 303.300 \end{aligned} \tag{82}$$

$$\begin{aligned} &> t := \frac{1.08 \cdot 10 \cdot 303.3}{720 \cdot 4000} \\ &t := 1.14 \cdot 10^6 \end{aligned} \tag{83}$$

>

Com no hay certeza de los valores de K y b para $N_p > 10^9$ se informa

$$\begin{aligned} &> \frac{1 \cdot 10^9 \cdot 303.3}{720 \cdot 4000} \\ &1.05 \cdot 10^5 \end{aligned} \tag{84}$$

>

>

t>105.000 horas