

CLASE 4

Objetivos:

- Elaborar algoritmos de cálculo que permitan diseñar o evaluar las transmisiones por correas.
- Diseñar y evaluar transmisiones.

Contenido:

Solución de problemas.

Bibliografía.

Elementos de Máquinas. Dobrovolski

Elementos de Máquinas. Reshetov.

Atlas de Diseño. Reshetov

Material Complementario del Tema de Correas. (Mecaweb)

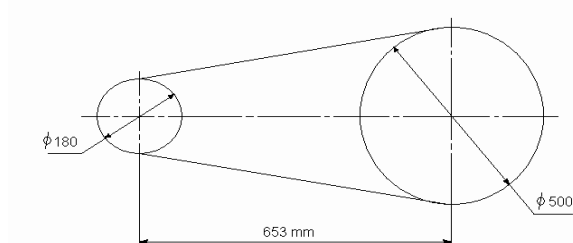
Problema 1

Compruebe si el siguiente accionamiento puede transmitir una potencia de $N = 8 \text{ Kw}$, con una frecuencia de rotación a la entrada de $n = 1750 \text{ rpm}$, si se conocen los siguientes datos:

Perfil de la correa SPA

Número de correas: 1

Tensado inicial: $S_0 = 440 \text{ N}$



Criterio de Capacidad de Trabajo

$$N_D \leq [N]$$

$$N_D = N_{\text{entrada}} \cdot f_s = 8 \text{ Kw}$$

En este caso se adopta el factor de servicio igual a uno, ya que se considera un trabajo uniforme.

$N_c = 9,54 \text{ Kw}$. La potencia unitaria se obtiene de las tablas 4..7, de la clase 2. Esta potencia está en función del perfil (SPA), el diámetro de la polea menor ($d_1 = 180 \text{ mm}$), y la frecuencia de rotación de la polea menor ($n = 1750 \text{ rpm}$).

$N_{Ad} = 0,72 \text{ Kw}$. La potencia adicional puede buscarse en las tablas 8...11, en función de la relación de transmisión ($u = 2,77$) y la frecuencia de giro ($n = 1750 \text{ rpm}$).

$$\alpha = 180^\circ - \frac{(D_2 - D_1)}{a} 60^\circ = 180 - \frac{(500 - 180)}{563} 60 = 145,89^\circ$$

$$C_\alpha = 0,55 + 0,0025\alpha = 0,915$$

$$L = 2a + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a}$$

$$L = 2 \cdot (563) + \frac{\pi}{2}(800 + 180) + \frac{(500 - 180)^2}{4 \cdot (563)} = 2710,85 \text{ mm}$$

$$L \approx 2800 \text{ mm}$$

$$C_L = \sqrt[5]{\frac{L}{L_0}} = \sqrt[5]{\frac{2800}{2500}} = 1,02$$

$$[N] = (9,54 + 0,72) \cdot 0,915 \cdot 1,02 = 9,57 \text{ Kw}$$

La potencia admisible es mayor que la potencia que se pretende transmitir, por lo que por el criterio de capacidad tractiva queda demostrado.

Cálculo de Duración:

$$H = 1477 \frac{L^{1.25}}{v} \left(\frac{T_F^m}{T_1^m + T_2^m} \right)$$

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{6 \cdot 10^4} = \frac{\pi \cdot 180 \cdot 1750}{6 \cdot 10^4} = 16,49 \text{ m/s}$$

$T_F = 858 \text{ N}$ Fuerza límite por fatiga. Tabla 20 clase 2, con el perfil de la correa (SPA)

$T_1, T_2 \rightarrow$ Fuerzas en la correa.

$$T_i = S_0 + 500 \frac{N_D}{vZ} + T_{FC} + T_{Flex_i}$$

T_{FC} : Tensión por fuerza centrífuga.

$$T_{FC} = \rho v^2 = 0,12 \cdot (16,49)^2 = 32,63 \text{ N}$$

$T_{Flex_i} \rightarrow$ Fuerza por flexión en la correa.

$$T_{Flex_i} = 588,85 \frac{C_b}{d_i^{1.5}}$$

$C_b = 2105$ Coeficiente de flexión. Tabla 20 clase 2, con el perfil de la correa (SPA). En este caso la flexión es normal.

$$T_{Flex1} = 588,85 \frac{2105}{(180)^{1.5}} = 513,29 \text{ N}$$

$$T_{Flex2_i} = 588,85 \frac{2105}{(500)^{1.5}} = 110,86 \text{ N}$$

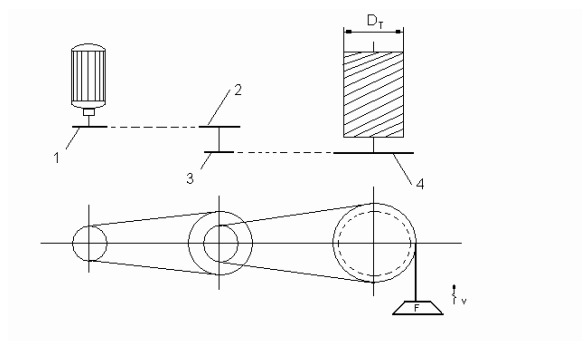
$$T_1 = 440 + 500 \frac{8}{(1) \cdot 16,49} + 32,63 + 513,29 = 1228,49 N$$

$$T_2 = 440 + 500 \frac{8}{(1) \cdot 16,49} + 32,63 + 110,86 = 826,06 N$$

$$H = 1477 \frac{(2800)^{1,25}}{16,49} \left(\frac{(858)^{11}}{(1228,49)^{11} + (826,06)^{11}} \right) = 34745,28 \text{ horas}$$

Problema 2:

Para el siguiente sistema de elevación.



- Seleccione el motor adecuado para elevar el peso a una velocidad de $v = 6,28 \text{ m/s}$.
- ¿Qué peso pudiera elevarse a una velocidad de $V = 12,57 \text{ m/s}$?
- Diseñe la transmisión para ambas etapas.

Datos:

$$D_1 = 300 \text{ mm}$$

$$D_2 = 600 \text{ mm}$$

$$D_3 = 300 \text{ mm}$$

$$D_4 = 525 \text{ mm}$$

$$D_T = 500 \text{ mm}$$

$$P = 625 \text{ N}$$

Motor	N [Kw]	n [rpm]
A	5,5	1750
B	10	1750
C	5,5	850

$$\begin{aligned} \text{a) } N_{\text{salida}} &= F \cdot v \\ N_{\text{salida}} &= (625 \text{ N}) \cdot (6,28 \text{ m/s}) \\ N_{\text{salida}} &= 3,925 \text{ Kw} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{\text{entrada}} &= N_{\text{salida}} \cdot \eta_{12} \cdot \eta_{34} \\ N_{\text{entrada}} &= 3,925 / (0,96 \cdot 0,96) = 4,26 \text{ Kw} \end{aligned}$$

$$n = \frac{60000 \cdot v}{\pi \cdot D_T} = \frac{60000 \cdot 6,28}{\pi \cdot 500} = 239,88 \text{ rpm}$$

$$u = \frac{D_4}{D_3} \cdot \frac{D_2}{D_1} = \frac{525}{300} \cdot \frac{600}{300} = 3,5$$

$$u = \frac{n_{\text{entrada}}}{n_{\text{salida}}}$$

$$n_{\text{entrada}} = 3,5 \cdot 239,88 = 839,58 \text{ m/s}$$

R/ El motor C puede emplearse para este problema, puesto que su potencia es suficiente y presenta la velocidad necesaria para lograr obtener la velocidad a la salida exigida.

Si se emplea el motor C entonces:

$$N_{\text{salida}} = F \cdot v$$

$$n_{\text{salida}} = \frac{n_{\text{entrada}}}{u} = \frac{850}{3,5} = 242,85 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{salida}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\text{salida}}}{60000} = \frac{\pi \cdot 500 \cdot 242,85}{60000} = 6,36 \text{ m/s}$$

$$F = N_{\text{entrada}} \cdot \eta_{12} \eta_{34} / v = (5,5 \cdot 1000 \cdot 0,96 \cdot 0,96) / 6,36 = 796,98 \text{ N}$$

La velocidad de elevación es de 6,36 m/s, y la fuerza máxima que puede elevarse es de 796,98 N.

b) Si la velocidad de elevación requerida para el segundo caso es de $v = 12,57 \text{ m/s}$ entonces el peso a elevar es:

$$F = N_{\text{entrada}} \cdot \eta_{12} \eta_{34} / v = (5,5 \cdot 1000 \cdot 0,96 \cdot 0,96) / 12,57 = 403,2 \text{ N}$$

c) Diseño de la primera etapa.

Criterio de Capacidad de Trabajo

$$N_D \leq [N]$$

$$f_s = 1/C_r = 1 / (0,8) = 1,25$$

$$N_D = N_{\text{entrada}} \cdot f_s = 5,5 \text{ Kw} \cdot 1,25 = 6,875 \text{ Kw}$$

Selección del perfil

Nomograma ($N_D = 6,875 \text{ Kw}$, $n = 850 \text{ rpm}$) PERFIL SPZ.

Determinar Diámetros

$$D_1 > D_{\min}$$

$$D_1 = 300 \text{ mm}$$

$$D_{\min} = 63 \text{ mm.}$$

$$D_2 = 600 \text{ mm}$$

Cálculo de u

$$u_{\text{real}} = 600 / 300 = 2$$

$$u_{\text{real}} = u$$

$$\left| \frac{u - u_{\text{real}}}{u} \right| \cdot 100\% < 5\%$$

Verificar la velocidad

$$v = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{6 \cdot 10^4} = \frac{\pi(300\text{mm})(850\text{rpm})}{60\,000} = 13,35 \text{ m/s} \leq (35 - 45) \text{ m/s}$$

Determinación de la distancia entre centros

Para la determinación de la distancia entre centros, se puede emplear la expresión:

$$a_{\text{rec}} = 1,5 \frac{D_2}{\sqrt[3]{u_{\text{real}}}} = 1,5 \frac{600}{\sqrt[3]{2}} = 714,33 \text{ mm}$$

$$a_{\text{rec}} \geq 0,8(D_1 + D_2) = 720 \text{ mm}$$

$$a_{\text{preliminar}} = 740 \text{ mm}$$

Cálculo de longitud de la correa.

$$L = 2a + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a}$$

$$L = 2(740) + \frac{\pi}{2}(600 + 300) + \frac{(600 - 300)^2}{4(740)} = 2924,12 \text{ mm}$$

Normalizando por la serie R40, o por las longitudes que oferte el fabricante en su catálogo. $L_N = 3000 \text{ mm}$ (pág. 74 Dobrovolski).

Reajustando la distancia entre centros a

$$a = a_{\text{preliminar}} + \frac{L_N - L}{2} = 740 + \frac{3000 - 2924,12}{2} = 777,94 \text{ mm}$$

Determinación del ángulo de contacto.

$$\alpha = 180^\circ - \frac{(D_2 - D_1)}{a} \cdot 60 = 180^\circ - \frac{(600 - 300)}{777,94} \cdot 60 = 156,86 > 120^\circ$$

Cálculo de los coeficientes C_L y C_α

$$C_\alpha = 0,55 + 0,0025\alpha = 0,55 + 0,0025(156,86) = 0,942$$

$$C_L = \sqrt[6]{\frac{L_N}{L_o}} = \sqrt[6]{\frac{3000}{1600}} = 1,11$$

Comprobación de los ciclos de flexión.

$$i_f = 1000 \cdot c \frac{v}{L_n}$$

v velocidad [m/s]

L_n Longitud de la correa [mm]

$$i_f = 1000 \cdot 2 \frac{14,14}{3000} = 9,43 \text{ flexiones / s}$$

$$i_f = 9,43 < 60 \text{ flexiones / s}$$

Determinación del número de correas a emplear.

$$z = \frac{N_E f_s}{(N_c + N_{ad}) c_\alpha c_L}$$

Como el diámetro no aparece en la tabla, buscamos en el material complementario de tablas.

$$N_i = d_1 n^1 \left[K_1 - \frac{K_2}{d_1} - K_3 (d_1 n^1)^2 - K_4 \log_{10}(d_1 n^1) \right] + K_2 n^1 \left(1 - \frac{1}{K_u} \right) \text{ (kW)}$$

Para $\alpha = 180^\circ$

$L = L_o$

$F_s = 1$

d_1 Diámetro de la polea menor [mm]

$n^1 = n_1 / 1000$ Frecuencia de rotación de referencia [min^{-1}]

K_u Coeficiente de relación de transmisión

Para los perfiles 3V (SPZ), (SPA), 5V (SPB), (SPC), 8V..

$$K_u = \frac{1}{1 + 0,3846 \log_{10} \left(\frac{1 + 10^x}{2} \right)} = \frac{1}{1 + 0,3846 \log_{10} \left(\frac{1 + 10^{-1,3}}{2} \right)} = 1,12$$

$$x = - \left(\frac{1}{0,3846} \right) \left(1 - \frac{1}{u} \right) = - \left(\frac{1}{0,3846} \right) \left(1 - \frac{1}{2} \right) = -1,3$$

Sección	L_o	K_1	K_2	K_3	K_4
SPZ	1600	0,04261	1,420	$9,413 \times 10^{-9}$	0,005177
SPA	2500	0,06474	2,852	$1,342 \times 10^{-8}$	0,007942
5V, SPB	3175	0,11480	7,549	$2,674 \times 10^{-8}$	0,01366
SPC	5000	0,21338	20,843	$5,056 \times 10^{-8}$	0,02572
8V	6350	0,3025	36,78	$7,192 \times 10^{-8}$	0,03426

$$N_1 = d_1 n^1 \left[K_1 - \frac{K_2}{d_1} - K_3 (d_1 n^1)^2 - K_4 \log_{10} (d_1 n^1) \right] + K_2 n^1 \left(1 - \frac{1}{K_n} \right) \quad [\text{Kw}]$$

$$N_1 = 300 \cdot 0,9 \left[0,04261 - \frac{1,42}{300} - 9,41 \times 10^{-9} (300 \cdot 0,9)^2 - 0,0051771 \log_{10} (300 \cdot 0,9) \right] + 1,42 \cdot 0,9 \left(1 - \frac{1}{1,12} \right) = 7,78 \text{ Kw}$$

$$N_1 = N_C + N_{\text{adic}} = 7,78 \text{ Kw}$$

$$z = \frac{6,875}{(7,78) \cdot 0,942 \cdot 1,11} = 0,84$$

Se requiere 1 CORREA.

Cálculo del tensado inicial.

Propuesto por Good Year.

$$S_0 = 500 \left(\frac{f_t - c_\alpha}{c_\alpha} \right) \frac{N_E f_s}{z v} + \rho v^2 \quad (\text{N})$$

$f_t \rightarrow$ Factor de tensado. Este factor de tensado toma valores desde 2.02 hasta 2.5. Se toma **2,02**

$c_\alpha = 0,942$

$N_E f_s = 6,875 \text{ Kw}$

$Z = 1$

$v = 13,35 \text{ m/s}$

$\rho = 0,07 \text{ kg/m}$, tabla 20 clase 2, con el perfil (SPZ)

$$S_0 = 500 \left(\frac{2,02 - 0,942}{0,94} \right) \frac{6,875}{13,35} + 0,07 (13,35)^2 = 307,77 \text{ N}$$

Cálculo de Durabilidad:

Cálculo de durabilidad propuesto por Good Year en sus catálogos:

$$H = 1477 \frac{L^{1,25}}{v} \left(\frac{T_F^m}{T_1^m + T_2^m} \right)$$

donde:

$T_F = 474 \text{ N}$ Fuerza límite por fatiga. Tabla 20 clase 2, con el perfil de la correa (SPZ)

$T_1, T_2 \rightarrow$ Fuerzas en la correa.

$$T_i = S_0 + 500 \frac{N_D}{v z} + T_{FC} + T_{Flex_i}$$

T_{FC} tensión por fuerza centrífuga.

$$T_{FC} = \rho v^2 = 0,07 \cdot (12,47)^2 = 10,89 \text{ N}$$

$T_{Flex_i} \rightarrow$ Fuerza por flexión en la correa.

$$T_{Flex_i} = 588,85 \frac{C_b}{d_i^{1,5}}$$

$C_b = 563$ Coeficiente de flexión. Tabla 20 clase 2, con el perfil de la correa (SPZ). En este caso la flexión es normal.

$$T_{Flex1} = 588,85 \frac{563}{(300)^{1,5}} = 63,80 \text{ N}$$

$$T_{Flex2_i} = 588,85 \frac{563}{(600)^{1,5}} = 22,557 \text{ N}$$

$$T_1 = 307,77 + 500 \frac{6,875}{12,47} + 10,89 + 63,80 = 658,12 \text{ N}$$

$$T_2 = 307,77 + 500 \frac{6,875}{12,47} + 10,89 + 22,557 = 616,88 \text{ N}$$

$$H = 1477 \frac{(3000)^{1,25}}{14,14} \left(\frac{(474)^{11}}{(658,12)^{11} + (616,88)^{11}} \right) = 47\,722 \text{ hrs}$$

La duración de la transmisión se considera aceptable ya que supera la duración mínima recomendada. ($H_{\text{min}} = 400 - 1500$ horas)

Para transmitir la potencia deseada se requiere de una transmisión con las siguientes características generales:

Diámetro de la polea conductora: **$D_1 = 300 \text{ mm}$**

Diámetro de la polea conducida: **$D_2 = 600 \text{ mm}$**

Distancia entre centros: **$a = 777,94 \text{ mm}$**

Longitud de la correa: **$L = 3000 \text{ mm}$**

Perfil: **SPZ**

Cantidad de correas: **1**

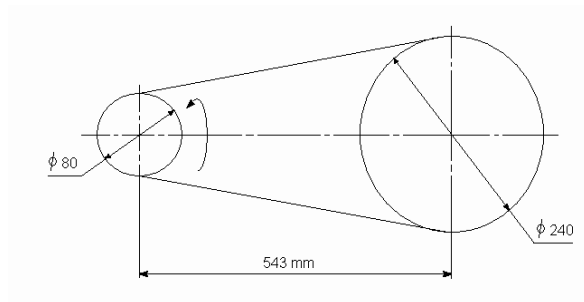
Tensado inicial: **$S_0 = 307,77 \text{ N}$**

Diseño de la segunda etapa (Autopreparación)

Problema propuesto 3:

Para una transmisión por correas que acciona un elevador. Calcule:

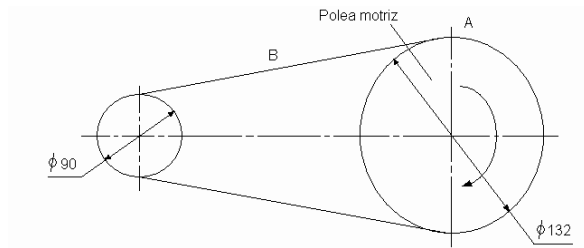
- Número de correas.
- Señale el punto más cargado y determine su tensión.
- Si se desea elevar un peso mayor, y se decide variar el diámetro de la polea menor a 70 mm para incrementar la relación de transmisión. Explique las implicaciones.



Problema propuesto 4:

Si se tiene el siguiente accionamiento calcule:

- Potencia que es capaz de transmitir.
- El tensado inicial que recomienda.
- La diferencia de tensiones entre los puntos A y B.



Datos:

Perfil estrecho B

de correas: 2

Máquina motriz motor eléctrico.

Máquina movida con trabajo uniforme.

$n_1 = 850$ rpm

$L \approx L_0$

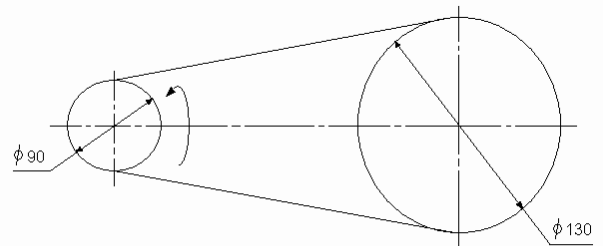
Problema propuesto 5:

Diseñe una transmisión por correas para accionar un transportador de banda. Se va a emplear un motor eléctrico, la potencia entregada es de 12Kw, a una frecuencia de rotación de 1750 rpm. Además se necesita una relación de transmisión de 3.

Problema propuesto 5:

Para la siguiente transmisión diga:

- ¿Qué potencia máxima es capaz de transmitir
- ¿Qué fuerza periférica transmite para el tensado inicial propuesto?
- El valor del coeficiente de tracción
- Calcule la duración.



Datos:

Perfil A (estrecho)

$n_1 = 900$ rpm

Cantidad de correas 2

Máquina movida: Mortajadora

$\alpha = \alpha_0$

$L = L_0$

$S_1 = 453,7$ N

Conclusiones:

- A partir de las dimensiones de una transmisión se puede estimar la capacidad de trabajo y duración de la misma.
- Para garantizar un correcto funcionamiento de la transmisión por correas es indispensable el adecuado tensado de la misma.
- Para un correcto diseño de una transmisión es necesario el cálculo de la misma empleando diferentes perfiles y diámetros.