

Tema 3. Transmisiones flexibles.

Clase 2

Objetivos:

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

Contenido:

- Solución de problemas.

Bibliografía.

Elementos de Máquinas. Dobrovolski
 Elementos de Máquinas. Reshetov.
 Atlas de Elementos de Máquinas. Reshetov.
 Material Complementario del Tema de Cadenas. (MecaWeb)
 Norma DIN 8195 Design and selection of Chain drives.
 Catálogos de la firma Renold

Problema 1.

Calcular una transmisión por cadena a partir de los siguientes requerimientos:

- Potencia a transmitir (en la entrada) $N = 29,5$ Kw
- Frecuencia de rotación a la entrada $n_1 = 1000$ rpm
- Razón de transmisión $u = 3$
- Carga suave y moderada
- Montaje horizontal
- Posibilidad de regular la distancia entre centros
- 1 turno de trabajo al día.

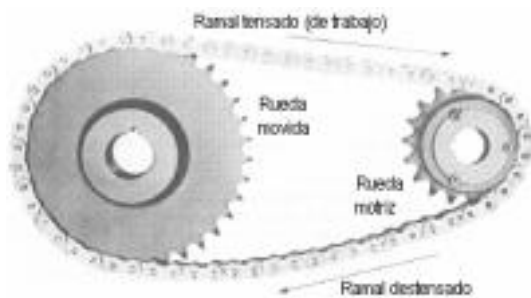
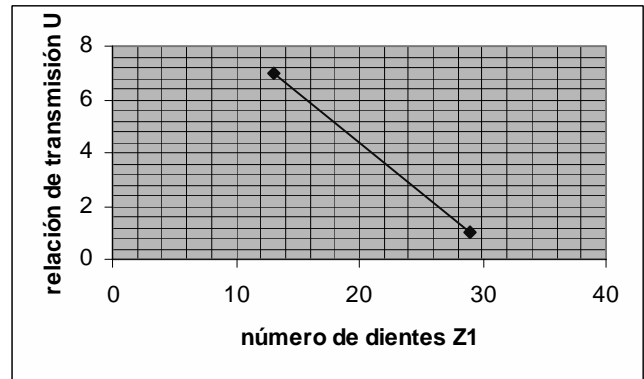


Fig. - Esquema previo de la transmisión.

Selección del número de dientes en las ruedas.

Es recomendable siempre un número de dientes lo mayor posible. Si la relación de transmisión es grande, se debe disminuir el número de dientes de la rueda menor para garantizar una transmisión más compacta y sobre todo evitar que el número de dientes de la rueda conducida supere el máximo de 150 dientes.

La determinación se puede hacer auxiliándose del siguiente gráfico:



Para relación de transmisión $u = 3$ interpolando:

$$\frac{7 - 1}{29 - 13} = \frac{7 - 3}{z_1 - 13}$$

$$z_1 = 23,66$$

$z_1 = 23$ dientes. Se ha preferido un número impar de dientes ya que las cadenas poseen generalmente número par de eslabones y esto garantiza un desgaste más uniforme de los elementos engranados.

Selección del paso.

Para seleccionar el paso el diseñador puede orientarse con la frecuencia de rotación máxima que se exige para cada paso.

Ver clase 1 de cadenas o la tabla del Libro de Texto (Dobrovolski)

Para una frecuencia en el piñón de $n = 1000$ rpm se pueden emplear los pasos 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ pulgadas) y 15,87 mm ($\frac{5}{8}$ pulgadas), como siempre es aconsejable emplear los menores pasos para garantizar la suavidad de trabajo se decide el paso $t = 12,7$ mm.

Determinación del número de hileras en función de la presión admisible.

$$m_r = \frac{F}{A \cdot [p]} K_e$$

Para el paso 12,7 mm (1/2 de pulgada)

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60\,000} = \frac{z_1 \cdot t \cdot n}{60\,000} = \frac{23 \cdot 12,7 \cdot 1000}{60\,000} = 4,868 \text{ m/s}$$

$$F = \frac{N}{v} = \frac{29,5 \cdot 1000}{4,868 \text{ m/s}} = 6059,9 \text{ N}$$

Cálculo del coeficiente k_e :

$$K_e = K_d K_a K_i K_r K_l K_{reg}$$

Coeficiente de carga dinámica k_d

$$k_d = 1 \quad \text{Carga suave}$$

Coeficiente de la longitud de la cadena k_a

Para garantizar mejores condiciones de explotación se decide que la distancia entre centros será de 500 mm, cumpliendo con el rango $a = (30 \dots 50) \cdot t$

Por lo tanto:

$$K_a = 1 \rightarrow a = (30 \div 50) \cdot t$$

Coeficiente de posición de la cadena k_h

$$K_h = 1 \quad \text{Inclinación de la línea entre centros hasta } 60^\circ.$$

Coeficiente por regulación de la transmisión por cadena k_{reg}

$$K_{reg} = 1 \quad \text{Regulación del eje de una de las ruedas.}$$

Coeficiente del carácter de la lubricación k_l

Para determinar este coeficiente se debe seleccionar el tipo de lubricación, en función de la velocidad de la cadena.

Como $v=4,868 \text{ m/s}$ se puede emplear lubricación periódica (está en el límite).

$$K_l = 1,5 \quad \text{Lubricación periódica.}$$

Coeficiente para el régimen de trabajo k_r

$$K_r = 1 \quad \text{Un turno de trabajo.}$$

Evaluando el coeficiente de régimen:

$$K_e = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 = 1,5$$

$A = 50 \text{ mm}^2$

El área proyectada de la articulación se busca en función del paso y tipo de cadena (ver tabla de dimensiones en la clase 1 de cadenas).

$[p] = 22 \text{ Mpa}$ La presión admisible se obtiene en la tabla de la clase 1 de cadenas o por el libro de texto (Dobrovolski).

$$m_r = \frac{F}{A \cdot [p]} K_e = \frac{6059,9}{50 \cdot [22]} 1,5 = 8,26$$

El coeficiente de distribución de carga entre hileras es muy grande, por lo que debe adoptarse otro paso mayor.

Para el paso 15,87 mm (5/8 de pulgada)

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60\,000} = \frac{z_1 \cdot t \cdot n}{60\,000} = \frac{23 \cdot 15,87 \cdot 1000}{60\,000} = 6,08 \text{ m/s}$$

$$F = \frac{N}{v} = \frac{29,5 \cdot 1000}{6,08} = 4851,97 \text{ N}$$

Cálculo del coeficiente k_e :

$$K_e = K_d K_a K_i K_r K_l K_{reg}$$

Coeficiente de carga dinámica k_d

$$k_d = 1 \quad \text{Carga suave}$$

Coeficiente de la longitud de la cadena k_a

Para garantizar mejores condiciones de explotación se decide que la distancia entre centros será de 635 mm que cumple con el rango $a = (30 \div 50) \cdot t$

$$K_a = 1 \rightarrow a = (30 \div 50) \cdot t$$

Coeficiente de posición de la cadena k_h

$$K_h = 1 \quad \text{Inclinación de la línea entre centros hasta } 60^\circ.$$

Coeficiente por regulación de la transmisión por cadena k_{reg}

$$K_{reg} = 1 \quad \text{Regulación del eje de una de las ruedas.}$$

Coeficiente del carácter de la lubricación k_l

Para determinar este coeficiente se debe seleccionar el tipo de lubricación, en función de la velocidad de la cadena.

Como $v=6,08 \text{ m/s}$ se debe emplear lubricación continua.

$$K_l = 1,0 \quad \text{Lubricación continua (por goteo).}$$

Coeficiente para el régimen de trabajo k_r

$$K_r = 1 \quad \text{Un turno de trabajo.}$$

$$K_e = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,0$$

$A = 70 \text{ mm}^2$ El área proyectada de la articulación se busca en función del paso y tipo de cadena (ver tabla de dimensiones en la clase 1 de cadenas).

$[p] = 22 \text{ Mpa}$ la presión admisible se obtiene en la tabla del libro de texto o en la clase 1 de cadenas.

$$m_r = \frac{F}{A \cdot [p]} K_e = \frac{4851,97}{70 \cdot [22]} 1,0 = 3,15$$

El coeficiente de distribución de carga entre hileras es grande, se requiere de cuatro hileras, si hay dificultad para instalar la cadena de cuatro hileras puede aumentarse el paso, debe considerarse que bajará la suavidad de trabajo.

Para el paso 19,05 mm (3/4 de pulgada)

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60\,000} = \frac{z_1 \cdot t \cdot n}{60\,000} = \frac{23 \cdot 19,05 \cdot 1000}{60\,000} = 7,3 \text{ m/s}$$

$$F = \frac{N}{v} = \frac{29,5 \cdot 1000}{7,3} = 4039,71 \text{ N}$$

Cálculo del coeficiente k_e :

$$K_e = K_d K_a K_i K_r K_l K_{reg}$$

Coeficiente de carga dinámica k_d

$$k_d = 1 \quad \text{Carga suave}$$

Coeficiente de la longitud de la cadena k_a .

Para garantizar mejores condiciones de explotación se decide que la distancia entre centros 760 mm que cumple con el rango $a = (30 \div 50)t$

$$K_a = 1 \rightarrow a = (30 \div 50)t$$

Coeficiente de posición de la cadena k_h .

$$K_h = 1 \quad \text{Inclinación de la línea entre centros hasta } 60^\circ.$$

Coeficiente por regulación de la transmisión por cadena k_{reg} .

$$K_{reg} = 1 \quad \text{Regulación del eje de una de las ruedas.}$$

Coeficiente del carácter de la lubricación k_l .

Para determinar este coeficiente se debe seleccionar el tipo de lubricación, en función de la velocidad de la cadena.

Como $v = 7,3 \text{ m/s}$, la velocidad es alta se selecciona lubricación continua, el ramal inferior de la cadena debe sumergirse en lubricante, esto requiere que la transmisión este contenida en una carcasa.

$$K_l = 0,8 \quad \text{Lubricación continua.}$$

Coeficiente para el régimen de trabajo k_r

$$K_r = 1 \quad \text{Un turno de trabajo.}$$

$$K_e = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,8$$

$A = 105 \text{ mm}^2$ El área proyectada de la articulación se busca en función del diámetro en la clase 1 de cadenas.

$[p] = 19 \text{ Mpa}$ la presión admisible se obtiene en la tabla 19,3 pág. 366 del Dobrovolski o en la clase 1 de cadenas.

$$m_r = \frac{F}{A \cdot [p]} K_e = \frac{4039,71}{105 \cdot [19]} 0,8 = 1,62$$

Se recomienda usar dos hileras

Cálculo de parámetros geométricos fundamentales. (AUTOESTUDIO)

Cálculo de la duración.

$$H = \frac{4350 \cdot \Delta t \cdot K_C K_I \sqrt{Z_{menor}}}{\frac{P \cdot K_e}{A \cdot m_r}} \sqrt[3]{\frac{Z_{mayor} \cdot a}{Z_{menor} \cdot t \cdot v}} \quad [\text{horas}]$$

K_C Coeficiente del tipo de cadena
 $K_C = 1,2$ Cadena de Rodillo

K_I Coeficiente de Intensidad de desgaste
 $K_I = 1$ Condiciones normales de lubricación y limpieza.

$\Delta t = 3\%$ Norma de desgaste admisible.

$$H = \frac{4350 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot \sqrt{23}}{29,5 \cdot 0,8} \sqrt[3]{\frac{69 \cdot 760}{23 \cdot 19,05 \cdot 7,3}} = 1443070,5 \quad \text{horas}$$

El resultado del cálculo de duración es superior a la duración mínima de referencia $H_{ref} = 5000 \text{ horas}$, por lo que puede considerarse que el desgaste en las articulaciones no va a provocar un alargamiento en la cadena superior al tres por ciento durante el plazo de servicio.

- Ejercicio propuesto.

Se desea conocer el paso, la longitud de cadena, la distancia entre centros y el tipo de lubricación de una transmisión por cadenas de rodillos de la que se conoce:

$$P = 0.16 \text{ kW}$$

$$n_1 = 36 \text{ rpm}$$

$$n_2 = 10.75 \text{ rpm}$$

$$i = 3.35$$

$$a_0 = 530 \text{ mm}$$

$$z_1 = 17$$

$K_d = 1.4$ → Máquina motriz: motor-reductor eléctrico y máquina movida: transportador con carga no uniforme.

Conclusiones:

- En los diseños se deben emplear números de dientes lo mayor posible y pasos pequeños para garantizar la suavidad de marcha, aunque esto exija de más de una hilera.
- La capacidad de trabajo se determina a partir del criterio de presiones admisibles ($p < [p]$), para evitar un desgaste prematuro en las articulaciones que aumente el paso y haga inservible la cadena en un período de tiempo corto.
- Para aumentar la duración de una transmisión se debe bajar el dinamismo de carga, esto se logra con la disminución del paso, el aumento del número de dientes de la rueda motriz y la distancia entre centros, mejores condiciones de lubricación y limpieza.

Seminario

Objetivo:

Estudio de la norma alemana de selección de componentes de cadenas DIN 8195.

Contenido:

Criterios que se exponen en la norma DIN para la selección de cadenas.

Seminario:

Un equipo que se ha preparado previamente expone sus criterios de cómo se procede en la norma para la selección de los componentes de las transmisiones por cadenas. Para ello se puede auxiliar de todos los medios que estén a su alcance: computadora, pincetas, pizarra, tarjetas.....

Tiempo de exposición: 20 min

Tiempo de debate: 20 min

Lugar: el seleccionado: aula, centro de cálculo, laboratorio, taller.....

Preparación: con tiempo suficiente se le debe facilitar al equipo la norma y aclarar las dudas que surgen cuando estos realizan el autoestudio.

Posibles situaciones: No están adecuadamente preparados para la exposición, los demás compañeros no trajeron la norma. Ante estas situaciones se debe debatir la falta de responsabilidad de los estudiantes que afecta la calidad de la actividad, de todos modos puede realizarse una lectura comentada por parte de los estudiantes.

Plan: Exponer, debatir y esclarecer el empleo de la norma. Se deben resaltar las semejanzas y diferencias entre el método estudiado en clases y la norma. Se deben resaltar las ventajas de ambos métodos.