



ELEMENTOS DE MÁQUINAS

TRANSMISIÓN POR CADENAS

Unidad 2. Elementos de Transmisión



Los sistemas de transmisión por cadena se emplean para transmitir movimiento entre dos ejes paralelos que se encuentran alejados entre sí.



ELEMENTOS DE MÁQUINAS

¿QUÉ ENCONTRAREMOS EN ESTE DOCUMENTO?

Generalidades	3
Introducción	3
Ventajas y desventajas	5
Elementos del sistema de transmisión por cadena	6
Materiales para la contracción de cadenas.	11
Instalación, mantenimiento y lubricación.....	12
Clasificación	14
Cadenas de rodillos	15
Cadenas para ingeniería.....	15
Cadenas silenciosas	16
Relación de transmisión.....	16
Diseño	17
Diseño de una transmisión por cadena	17
Enlaces de interés	26
Dónde podemos encontrar más información	26



ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Generalidades

Introducción

Los sistemas de transmisión por cadena se emplean para transmitir movimiento entre dos ejes paralelos que se encuentran alejados entre sí, aunque las diferentes configuraciones de los elementos que la componen, pueden hacer variar la función final del sistema, es decir, el sistema puede tener la finalidad de transmitir movimiento entre los ejes, servir como sistemas de elevación o como sistemas transportadores.



ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Estos sistemas constituyen uno de los métodos más eficientes utilizados para transmitir potencia mecánica, dado que los dientes de las ruedas dentadas evitan que la cadena se resbale. Esta condición les da más capacidad de transmisión y las hace más confiables.

El sistema consta de dos ruedas dentadas y un miembro deformable formado por una serie de eslabones rígidos que pueden tener un giro relativo entre ellos los cuales constituyen una cadena. Estos sistemas transmiten el movimiento entre los ejes por medio del empuje generado entre los eslabones de la cadena y los dientes de las ruedas, que en la práctica se conocen como sprockets.





ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Ventajas y desventajas

Este sistema de transmisión tiene muchas ventajas entre las más importantes están:

- El sistema de transmisión por cadena, tiene la capacidad de transmitir potencia a una considerable distancia entre ejes, esta condición se logra dado que las cadenas pueden tener longitudes variables, es decir su longitud puede variar mediante la adición o eliminación de eslabones.
- Con los sistemas de transmisión por cadenas se pueden obtener rendimientos elevados del orden del 98%, dado que se excluyen problemas de deslizamiento entre los componentes del sistema.
- En este tipo de sistemas no existe tensión previa, por lo que la carga en los árboles es menor que en el caso de sistemas de transmisión por correas.
- Con el sistema de transmisión por cadenas se puede transmitir rotación a varios árboles o ejes con una misma cadena.
- Cuando se requieren transmitir potencia elevadas simplemente bastará con emplear múltiples hileras.

Algunas de las desventajas que incluye el sistema de transmisión por cadena son:

- Un elevado costo de sus componentes y más cuando se requieren materiales o tratamientos especiales para evitar el desgaste de los componentes o se emplean en ambientes especiales.
- Se requieren montajes precisos con el objetivo de evitar que alguna de las caras de la cadena se someta a cargas superiores y falle por fatiga anticipadamente, es decir se afecte la vida útil de los componentes.
- Se requieren prácticas de mantenimiento minuciosas y procesos de lubricación.

Se pueden presentar marchas irregulares, oscilaciones o choques en trabajos con máquinas alternativas o durante el accionamiento.

ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Elementos del sistema de transmisión por cadena

El sistema de transmisión por cadena se compone de diversos elementos, dependiendo de su configuración. La configuración más común se compone de dos sprockets (ruedas dentadas) y una cadena de eslabones, aunque en la práctica con el objetivo de evitar que la cadena se salga de las ruedas dentadas que arrastra, se emplean mecanismos de tensión para mantener la tensión de la cadena.



1. Componentes de la cadena de eslabones

De forma individual las cadenas se componen de eslabones que a su vez incluyen una serie de elementos que pueden variar en forma y cantidad en función del tipo de cadena. Para el caso de las cadenas de rodillos, se incluyen placas o bridas interiores y exteriores, bujes, rodillos y en algunos casos pines para garantizar la unión de los elementos.



ELEMENTOS DE MÁQUINAS

La transmisión por cadena tiene ventajas considerables frente, a la transmisión por correa o con ruedas de fricción, dado que tiene la capacidad de transmitir, potencias mayores empleando cadenas de múltiples hileras y no existen problemas de deslizamiento entre las ruedas y la cadena, porque los eslabones de la cadena quedan enganchados con los dientes de la rueda.

Cadena de una hilera:



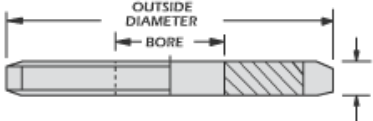
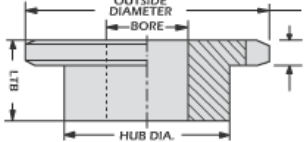
La transmisión por cadenas puede tener diferentes configuraciones y disposiciones, tales como el uso de varias líneas o hileras de cadenas con el objetivo de transmitir mayores niveles de potencia

Cadena de tres hileras:

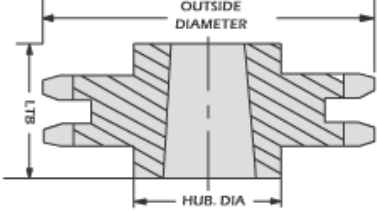



2. Sprockets.

De forma técnica los sprockets o ruedas dentadas para transmisiones por cadenas se pueden clasificar en dos tipos, las sprockets comerciales y sprockets de precisión. Cuando las velocidades son moderadas se pueden usar sprockets comerciales, pero cuando la velocidad es alta combinada, con altas cargas se recomienda usar sprockets de precisión. Los sprockets, incluyen características geométricas que permiten establecer formas comunes de sprockets, ellas son:

Tipos A	Tipo B
<p data-bbox="402 1528 699 1560">Sprocket de placa plana</p>  <p>The diagram shows a side view of a flat plate sprocket. It has a central hole and a flange on one side. Dimension lines indicate the 'OUTSIDE DIAMETER' across the top and the 'BORE' diameter of the central hole.</p>	<p data-bbox="906 1518 1235 1549">Sprocket con mango a un lado</p>  <p>The diagram shows a side view of a sprocket with a side hub. It has a central hole and a hub on one side. Dimension lines indicate the 'OUTSIDE DIAMETER' across the top, the 'BORE' diameter of the central hole, the 'HUB DIA.' diameter of the hub, and the 'B/LT' thickness of the hub.</p>

ELEMENTOS DE MÁQUINAS

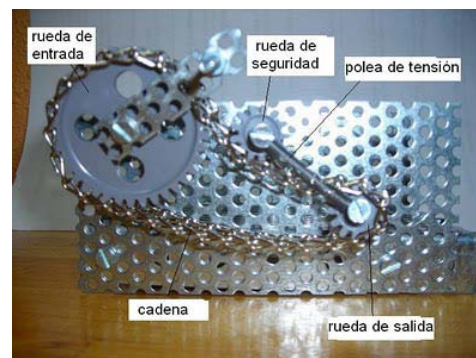
Tipos C	Tipo D
<p data-bbox="331 449 769 478">Sprocket con mango a ambos lados</p> 	<p data-bbox="834 432 1273 462">Sprocket con mango desmontable</p> 

En el proceso de diseño de un sistema de transmisión por cadena, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones relacionadas con las sprockets:

- Cuando las velocidades son superiores a 500 rpm y se usan sprockets de menos de 25 dientes se recomienda usar materiales resistentes al desgaste para construir las ruedas.
- Cuando se usa la sprocket ó rueda mayor con un número de dientes mayor a 128 ó más de 8 veces, el número de dientes de la sprocket ó rueda menor, se recomienda de ser posible hacer la reducción en dos ó más pasos.
- La distancia entre centros debe cumplir las siguientes recomendaciones:
 - La distancia entre centros no debe ser menor a 30 veces el paso.
 - La distancia entre centros no debe ser mayor a 50 veces el paso.

3. Mecanismos de tensión.

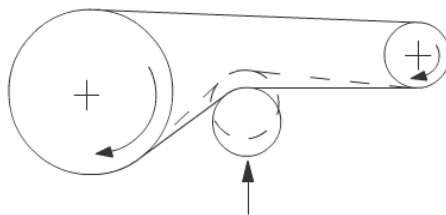
En los sistemas, de transmisión por cadenas no se suelen emplear mecanismos de tensión, dado que las cadenas no son elementos flexibles, pero en algunas ocasiones especiales, se suelen emplear algunos mecanismos para brindar una adecuada tensión y evitar que la cadena se descarrile, en casos donde se presente alguna vibración u oscilación de la cadena.



ELEMENTOS DE MÁQUINAS

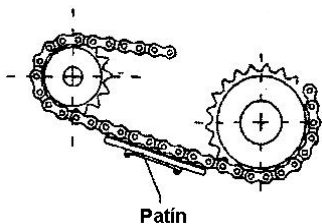
Algunos de los mecanismos empleados para tensar las cadenas son: ruedas tensoras, patines guías, tensores hidráulicos o ruedas deformables que tiene la misma finalidad.

Ruedas tensoras, estas ruedas se ubican en el lado flojo de la cadena y se desplazan de forma tal que tensen un poco la cadena, en algunos casos incluyen muelles para absorber alguna oscilación de la cadena.



Tensores hidráulicos, los tensores hidráulicos se diseñan en sistemas de alta capacidad y donde se requiere un tensado más preciso.

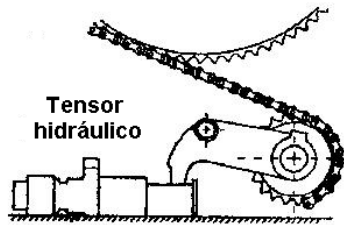
Patines, los patines simplemente son guías de algún material blando que permite tensar un poco la cadena, la guía en su movimiento y no influye en su desgaste





ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Tensores hidráulicos, los tensores hidráulicos se diseñan en sistemas de alta capacidad y donde se requiere un tensado más preciso.



Ruedas de tensión, estas ruedas de última tecnología se deforman y se introducen entre el lado tenso y flujo de la correa, generando una deformación general e incluyendo el efecto de tensado de la cadena.



ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Materiales para la contracción de cadenas.

En la práctica en función de la aplicación y las condiciones a las que se someterá el sistema de transmisión por cadena se emplean diferentes materiales en su construcción.

<p>Para los ambientes corrosivos y de altas humedades, se suelen construir en materiales con aleaciones de níquel y zinc para evitar la corrosión de los componentes de la cadena:</p>
--



ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Instalación, mantenimiento y lubricación.

La correcta instalación de una transmisión por cadena influirá directamente en su eficiencia y buen funcionamiento. Para obtener un buen resultado se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones.

- ✓ Montar sólidamente las sprockets sobre los ejes, emplear chavetas y prisioneros para tal fin.
- ✓ Ubicar los sprockets lo más cerca posible de los cojinetes o rodamientos.
- ✓ Alinear con sumo cuidado las sprockets.
- ✓ Preveer, la variación de la distancia entre centros, para facilitar las prácticas de mantenimiento y ajuste de la tensión.
- ✓ No colocar una cadena nueva sobre sprockets usados o viceversa, esta práctica deteriora e incrementa el desgaste prematuro en los elementos nuevos.

El mantenimiento de los sistemas de transmisión no es muy riguroso aunque incluye algunas prácticas rutinarias que permiten una correcta operación del sistema y permiten alargar la vida útil de los componentes.

- ✓ Con frecuencia se debe retirar la cadena, se debe lavar con un disolvente para retirar todos los rastros de lubricante y luego se debe sumergir en un lubricante de alta viscosidad o grasa caliente para que penetre en todos los pines, bujes y rodillas.
- ✓ Observar periódicamente el estado de los componentes, identificar desgastes prematuros, despicados en los dientes o cualquier otra alteración de los componentes.

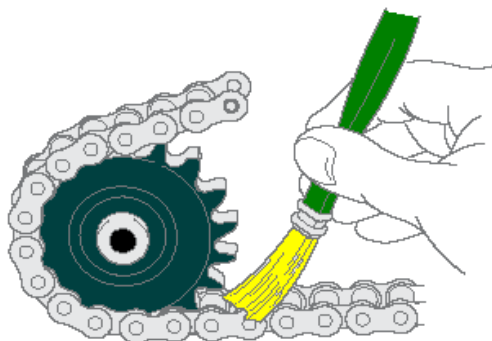
Una de las actividades más importantes para la conservación y buen funcionamiento del sistema de transmisión por cadena es la lubricación. La lubricación influirá directamente en evitar el desgaste de los componentes y una operación silenciosa. La lubricación en un sistema de transmisión por cadenas se puede realizar de tres maneras específicas:

- ✓ Por goteo, ideal para velocidades muy bajas de operación y cadenas de ancho reducido. El proceso de goteo se realiza desde un depósito y el flujo del lubricante se realiza por gravedad sobre la parte interna de la cadena.

ELEMENTOS DE MÁQUINAS

- ✓ Por baño, esta modalidad de lubricación es ideal para velocidades intermedias y se realiza haciendo pasar la cadena por un depósito de lubricante en el cual se impregna en su totalidad. Esta técnica incluye el uso de carcasas ó cubiertas para la cadena donde se deposita el lubricante.
- ✓ Por nebulización o aspersion de lubricante por bomba, esta técnica es ideal para altas velocidades, los chorros finos a presión se depositan sobre la cadena de forma continua y el exceso retorna un depósito que alimenta nuevamente la bomba.

Para los casos donde el mecanismo es simple, se puede realizar la lubricación de forma manual usando una pequeña brocha. En cualquiera de los caso es imprescindible la lubricación para evitar el desgaste de los componentes de la transmisión.





Clasificación

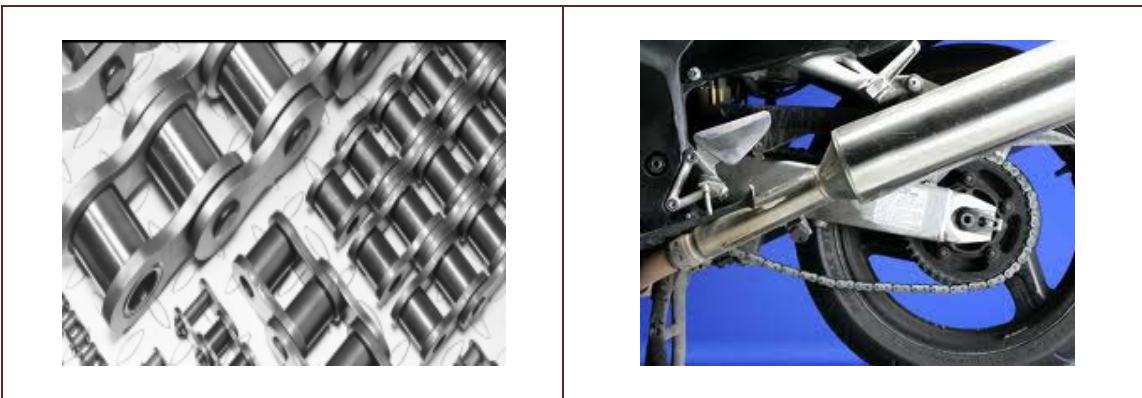
Los sistemas de transmisión por cadena se pueden clasificar en función de las características de las cadenas y su aplicación. En general se pueden destacar tres grupos de cadenas, las cuales son, las cadenas de rodillos, cadenas para ingeniería y cadenas silenciosas.



ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Cadenas de rodillos

Están formadas por eslabones de chapa de acero unidos mediante ejes que llevan un rodillo giratorio. Esta característica constructiva hace que tengan la capacidad de articular perfectamente durante el engranaje con las ruedas dentadas o sprockets. Las cadenas de rodillos se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones de transmisión de potencia para todas las industrias. Este tipo de cadenas se emplean cotidianamente en transmisiones de motocicletas, sistemas de sincronización de vehículos, en transmisiones de máquinas.



Cadenas para ingeniería

Se denominan de esta forma, porque son empleadas en aplicaciones técnicas e incluyen aditamentos especiales para que cumplan eficientemente con su propósito. Estas cadenas son ideales para trabajo pesado, pueden manejar velocidades de hasta 1000 pies/min y potencias de hasta 500 HP. Estas cadenas son empleadas en sistemas elevadores y transportadores.

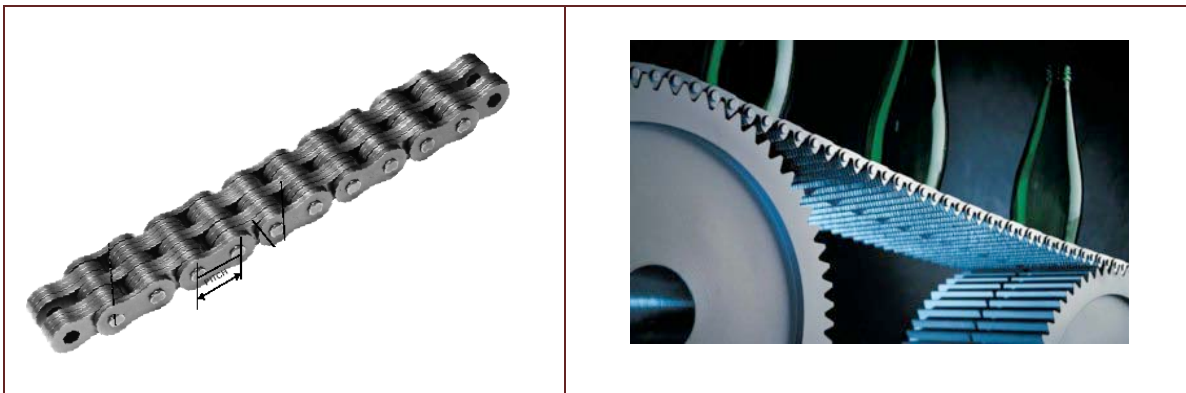


ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Cadenas silenciosas

Las cuales son empleadas para transmisión y están construidas de perfiles, pasadores y bujes, y se excluyen los rodillos, por lo que son también conocidas como cadenas de mallas. Las cadenas silenciosas incluyen dientes invertidos, diseñados para enganchar con los dientes de las ruedas tal como si fueran engranajes. Las cadenas silenciosas se emplean en aplicaciones de alta velocidad y altas cargas, y operaciones suaves y silenciosas. Estas cadenas se suelen emplear en plantas de generación, bancos de pruebas de automóviles, máquinas herramientas y sistemas de ventilación, dado que proporcionan un funcionamiento uniforme y silencioso.

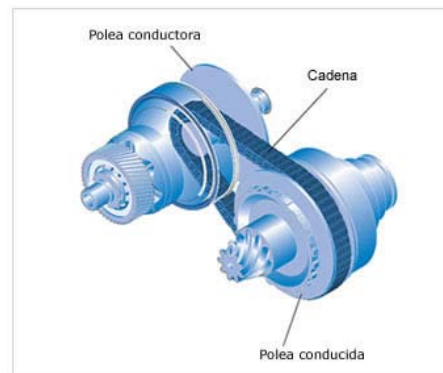
Cadena silenciosa de malla sin dientes



Relación de transmisión

La relación, de transmisión en el caso del sistema de transmisión por cadena, es el cociente entre el número de dientes de la rueda conducida (rueda arrastrada) y el número de dientes de la rueda conductora (rueda motriz). La relación de transmisión también se puede expresar en términos de la velocidad de rotación de las ruedas.

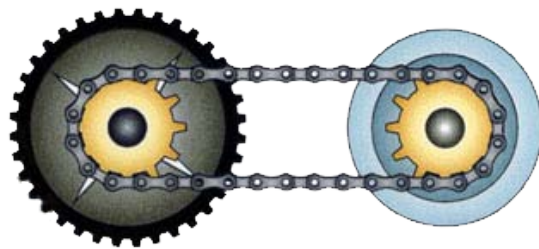
$$i = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{n_1}{n_2}$$



Diseño

Diseño de una transmisión por cadena

El diseño de una transmisión por cadena permite establecer las características dimensionales tanto de las sprockets como de la cadena y seleccionar los elementos estandarizados o tamaños normalizados que los fabricantes distribuyen.



El proceso de diseño de una transmisión por cadena nos puede entregar como resultado múltiples opciones donde varía el paso de la cadena, el número de hileras, las dimensiones del mecanismo y algunas variables propias del diseño. La decisión de escoger la opción más adecuada estará acompañada de criterios, como el factor de seguridad y las características dimensionales de los componentes del sistema, y/o restricciones que imponga el fabricante, por ejemplo el diámetro máximo del eje en las sprockets.



ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Para efectos de establecer algunas nociones del diseño de sistemas de transmisión por cadena, se explicara el proceso para cadenas de rodillos, dado que es el tipo de cadena más común.

Para iniciar con el diseño se debe conocer el tipo (motor de combustión – motor eléctrico), la potencia y la velocidad de rotación de la máquina motriz y conducida (Conocidas las velocidades de rotación se puede calcular la relación de trasmisión). También es importante establecer un método de lubricación para implementar en el sistema de acuerdo al tipo de sprocket.

- ✚ Métodos de lubricación para cada sprocket:
 - Tipo A: Lubricación manual o por goteo.
 - Tipo B: Lubricación por baño o disco.
 - Tipo C: Lubricación por chorro.

1. Cálculo de la potencia de diseño

Para determinar la potencia de diseño se emplea una simple fórmula donde se relacionan la potencia del motor o elemento motriz y el factor de servicio que depende de las características del elemento motriz y el tipo de carga o nivel de choques que soportara el sistema.

$$P_d = \frac{P_M \times K_s}{K_h}$$

P_M : potencia del motor.

P_d : potencia de diseño.

K_s : factor de servicio para cadenas de rodillos.

K_h : factor de múltiples hileras.

Número de hileras de la cadena h	Factor de múltiples hileras Kh
1	1
2	1,7
3	2,5
4	3,3

El factor de servicio se puede determinar de tablas en función del tipo de carga y las características del motor.

ELEMENTOS DE MÁQUINAS

2. Selección del paso de la cadena y el tamaño de la sprocket pequeña

Conocida la potencia de diseño, las rpm del eje motriz y el tipo de lubricación se debe seleccionar el número de dietes de la sprocket menor (*No. of teech small sprocket*) ideal para transmitir dicha potencia. Seleccione también el paso de la cadena (*Pitch*).

Con el objetivo de sintetizar un poco el procedimiento solo se suministraran tablas para pasos de 1/4 in, 3/8 in y de 1/2 in.

Procedimiento: ubique la columna correspondiente a la velocidad de rotación de la sprocket pequeña y determine que el tipo de sprocket que cubre dicha velocidad. Ubique la potencia de diseño y determine el número de dientes de la sprocket menor.

Ejemplo: velocidad 3000 rpm, potencia de diseño 4 hp, sprocket tipo B. Se obtiene una sprocket de 35 dientes para un paso de 1/4 in.

No. of Teeth Small Spkt.	Revolutions per Minute — Small Sprocket ^a												
	50	100	300	500	700	900	1200	1500	1800	2100	2500	3000	3500
	Horsepower Rating												
11	0.03	0.05	0.14	0.23	0.31	0.39	0.50	0.62	0.73	0.83	0.98	1.15	1.32
12	0.03	0.06	0.16	0.25	0.34	0.43	0.55	0.68	0.80	0.92	1.07	1.26	1.45
13	0.04	0.06	0.17	0.27	0.37	0.47	0.60	0.74	0.87	1.00	1.17	1.38	1.58
14	0.04	0.07	0.19	0.30	0.40	0.50	0.65	0.80	0.94	1.08	1.27	1.49	1.71
15	0.04	0.08	0.20	0.32	0.43	0.54	0.70	0.86	1.01	1.17	1.36	1.61	1.85
16	0.04	0.08	0.22	0.34	0.47	0.58	0.76	0.92	1.09	1.25	1.46	1.72	1.98
17	0.05	0.09	0.23	0.37	0.50	0.62	0.81	0.99	1.16	1.33	1.56	1.84	2.11
18	0.05	0.09	0.25	0.39	0.53	0.66	0.86	1.05	1.24	1.42	1.66	1.96	2.25
19	0.05	0.10	0.26	0.41	0.56	0.70	0.91	1.11	1.31	1.50	1.76	2.07	2.38
20	0.06	0.10	0.28	0.44	0.59	0.74	0.96	1.17	1.38	1.59	1.86	2.19	2.52
21	0.06	0.11	0.29	0.46	0.62	0.78	1.01	1.24	1.46	1.68	1.96	2.31	2.66
22	0.06	0.11	0.31	0.48	0.66	0.82	1.07	1.30	1.53	1.76	2.06	2.43	2.79
23	0.06	0.12	0.32	0.51	0.69	0.86	1.12	1.37	1.61	1.85	2.16	2.55	2.93
24	0.07	0.13	0.34	0.53	0.72	0.90	1.17	1.43	1.69	1.94	2.27	2.67	3.07
25	0.07	0.13	0.35	0.56	0.75	0.94	1.22	1.50	1.76	2.02	2.37	2.79	3.21
26	0.07	0.14	0.37	0.58	0.79	0.98	1.28	1.56	1.84	2.11	2.47	2.91	3.34
28	0.08	0.15	0.40	0.63	0.85	1.07	1.38	1.69	1.99	2.29	2.68	3.15	3.62
30	0.08	0.16	0.43	0.68	0.92	1.15	1.49	1.82	2.15	2.46	2.88	3.40	3.90
32	0.09	0.17	0.46	0.73	0.98	1.23	1.60	1.95	2.30	2.64	3.09	3.61	4.18
35	0.10	0.19	0.51	0.80	1.08	1.36	1.76	2.15	2.53	2.91	3.41	4.01	4.61
40	0.12	0.22	0.58	0.92	1.25	1.57	2.03	2.48	2.93	3.36	3.93	4.64	5.32
45	0.13	0.25	0.66	1.05	1.42	1.78	2.31	2.82	3.32	3.82	4.47	5.26	6.05
	Type A						Type B						

ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Paso de la cadena 1/4 in

No. of Teeth Small Spkt.	Revolutions per Minute — Small Sprocket ^a													
	50	100	300	500	700	900	1200	1500	1800	2100	2500	3000	3500	
	Horsepower Rating													
1/4-inch Pitch Standard Single-Strand Roller Chain — No. 25	11	0.03	0.05	0.14	0.23	0.31	0.39	0.50	0.62	0.73	0.83	0.98	1.15	1.32
	12	0.03	0.06	0.16	0.25	0.34	0.43	0.55	0.68	0.80	0.92	1.07	1.26	1.45
	13	0.04	0.06	0.17	0.27	0.37	0.47	0.60	0.74	0.87	1.00	1.17	1.38	1.58
	14	0.04	0.07	0.19	0.30	0.40	0.50	0.65	0.80	0.94	1.08	1.27	1.49	1.71
	15	0.04	0.08	0.20	0.32	0.43	0.54	0.70	0.86	1.01	1.17	1.36	1.61	1.85
	16	0.04	0.08	0.22	0.34	0.47	0.58	0.76	0.92	1.09	1.25	1.46	1.72	1.98
	17	0.05	0.09	0.23	0.37	0.50	0.62	0.81	0.99	1.16	1.33	1.56	1.84	2.11
	18	0.05	0.09	0.25	0.39	0.53	0.66	0.86	1.05	1.24	1.42	1.66	1.96	2.25
	19	0.05	0.10	0.26	0.41	0.56	0.70	0.91	1.11	1.31	1.50	1.76	2.07	2.38
	20	0.06	0.10	0.28	0.44	0.59	0.74	0.96	1.17	1.38	1.59	1.86	2.19	2.52
	21	0.06	0.11	0.29	0.46	0.62	0.78	1.01	1.24	1.46	1.68	1.96	2.31	2.66
	22	0.06	0.11	0.31	0.48	0.66	0.82	1.07	1.30	1.53	1.76	2.06	2.43	2.79
	23	0.06	0.12	0.32	0.51	0.69	0.86	1.12	1.37	1.61	1.85	2.16	2.55	2.93
	24	0.07	0.13	0.34	0.53	0.72	0.90	1.17	1.43	1.69	1.94	2.27	2.67	3.07
	25	0.07	0.13	0.35	0.56	0.75	0.94	1.22	1.50	1.76	2.02	2.37	2.79	3.21
	26	0.07	0.14	0.37	0.58	0.79	0.98	1.28	1.56	1.84	2.11	2.47	2.91	3.34
28	0.08	0.15	0.40	0.63	0.85	1.07	1.38	1.69	1.99	2.29	2.68	3.15	3.62	
30	0.08	0.16	0.43	0.68	0.92	1.15	1.49	1.82	2.15	2.46	2.88	3.40	3.90	
32	0.09	0.17	0.46	0.73	0.98	1.23	1.60	1.95	2.30	2.64	3.09	3.64	4.18	
35	0.10	0.19	0.51	0.80	1.08	1.36	1.76	2.15	2.53	2.91	3.41	4.01	4.61	
40	0.12	0.22	0.58	0.92	1.25	1.57	2.03	2.48	2.93	3.36	3.93	4.64	5.32	
45	0.13	0.25	0.66	1.05	1.42	1.78	2.31	2.82	3.32	3.82	4.47	5.26	6.05	
	Type A						Type B							

Paso de la cadena 3/8 in

No. of Teeth Small Spkt.	Revolutions per Minute — Small Sprocket ^a													
	50	100	300	500	700	900	1200	1500	1800	2100	2500	3000	3500	
	Horsepower Rating													
3/8-inch Pitch Standard Single-Strand Roller Chain — No. 35	11	0.10	0.18	0.49	0.77	1.05	1.31	1.70	2.08	2.45	2.82	3.30	2.94	2.33
	12	0.11	0.20	0.54	0.85	1.15	1.44	1.87	2.29	2.70	3.10	3.62	3.35	2.66
	13	0.12	0.22	0.59	0.93	1.26	1.57	2.04	2.49	2.94	3.38	3.95	3.77	3.00
	14	0.13	0.24	0.63	1.01	1.36	1.71	2.21	2.70	3.18	3.66	4.28	4.22	3.35
	15	0.14	0.25	0.68	1.08	1.47	1.84	2.38	2.91	3.43	3.94	4.61	4.68	3.71
	16	0.15	0.27	0.73	1.16	1.57	1.97	2.55	3.12	3.68	4.22	4.94	5.15	4.09
	17	0.16	0.29	0.78	1.24	1.68	2.10	2.73	3.33	3.93	4.51	5.28	5.64	4.48
	18	0.17	0.31	0.83	1.32	1.78	2.24	2.90	3.54	4.18	4.80	5.61	6.15	4.88
	19	0.18	0.33	0.88	1.40	1.89	2.37	3.07	3.76	4.43	5.09	5.95	6.67	5.29
	20	0.19	0.35	0.93	1.48	2.00	2.51	3.25	3.97	4.68	5.38	6.29	7.20	5.72
	21	0.20	0.37	0.98	1.56	2.11	2.64	3.42	4.19	4.93	5.67	6.63	7.75	6.15
	22	0.21	0.38	1.03	1.64	2.22	2.78	3.60	4.40	5.19	5.96	6.97	8.21	6.59
	23	0.22	0.40	1.08	1.72	2.33	2.92	3.78	4.62	5.44	6.25	7.31	8.62	7.05
	24	0.23	0.42	1.14	1.80	2.44	3.05	3.96	4.84	5.70	6.55	7.66	9.02	7.51
	25	0.24	0.44	1.19	1.88	2.55	3.19	4.13	5.05	5.95	6.84	8.00	9.43	7.99
	26	0.25	0.46	1.24	1.96	2.66	3.33	4.31	5.27	6.21	7.14	8.35	9.84	8.47
28	0.27	0.50	1.34	2.12	2.88	3.61	4.67	5.71	6.73	7.73	9.05	10.7	9.47	
30	0.29	0.54	1.45	2.29	3.10	3.89	5.03	6.15	7.25	8.33	9.74	11.5	10.5	
32	0.31	0.58	1.55	2.45	3.32	4.17	5.40	6.60	7.77	8.93	10.4	12.3	11.6	
35	0.34	0.64	1.71	2.70	3.66	4.59	5.95	7.27	8.56	9.84	11.5	13.6	13.2	
40	0.39	0.73	1.97	3.12	4.23	5.30	6.87	8.40	9.89	11.4	13.3	15.7	16.2	
45	0.45	0.83	2.24	3.55	4.80	6.02	7.80	9.53	11.2	12.9	15.1	17.8	19.3	
	Type A			Type B					Type C					

ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Paso de la cadena 1/2 in

No. of Teeth Small Spkt.	Revolutions per Minute — Small Sprocket ^a												
	50	100	200	300	400	500	700	900	1000	1200	1400	1600	1800
	Horsepower Rating												
11	0.23	0.43	0.80	1.16	1.50	1.83	2.48	3.11	3.42	4.03	4.63	5.22	4.66
12	0.25	0.47	0.88	1.27	1.65	2.01	2.73	3.42	3.76	4.43	5.09	5.74	5.31
13	0.28	0.52	0.96	1.39	1.80	2.20	2.97	3.73	4.10	4.83	5.55	6.26	5.99
14	0.30	0.56	1.04	1.50	1.95	2.38	3.22	4.04	4.44	5.23	6.01	6.78	6.70
15	0.32	0.60	1.12	1.62	2.10	2.56	3.47	4.35	4.78	5.64	6.47	7.30	7.43
16	0.35	0.65	1.20	1.74	2.25	2.75	3.72	4.66	5.13	6.04	6.94	7.83	8.18
17	0.37	0.69	1.29	1.85	2.40	2.93	3.97	4.98	5.48	6.45	7.41	8.36	8.96
18	0.39	0.73	1.37	1.97	2.55	3.12	4.22	5.30	5.82	6.86	7.88	8.89	9.76
19	0.42	0.78	1.45	2.09	2.71	3.31	4.48	5.62	6.17	7.27	8.36	9.42	10.5
20	0.44	0.82	1.53	2.21	2.86	3.50	4.73	5.94	6.53	7.69	8.83	9.96	11.1
21	0.46	0.87	1.62	2.33	3.02	3.69	4.99	6.26	6.88	8.11	9.31	10.5	11.7
22	0.49	0.91	1.70	2.45	3.17	3.88	5.25	6.58	7.23	8.52	9.79	11.0	12.3
23	0.51	0.96	1.78	2.57	3.33	4.07	5.51	6.90	7.59	8.94	10.3	11.6	12.9
24	0.54	1.00	1.87	2.69	3.48	4.26	5.76	7.23	7.95	9.36	10.8	12.1	13.5
25	0.56	1.05	1.95	2.81	3.64	4.45	6.02	7.55	8.30	9.78	11.2	12.7	14.1
26	0.58	1.09	2.04	2.93	3.80	4.64	6.28	7.88	8.66	10.2	11.7	13.2	14.7
28	0.63	1.18	2.20	3.18	4.11	5.03	6.81	8.54	9.39	11.1	12.7	14.3	15.9
30	0.68	1.27	2.38	3.42	4.43	5.42	7.33	9.20	10.1	11.9	13.7	15.4	17.2
32	0.73	1.36	2.55	3.67	4.75	5.81	7.86	9.86	10.8	12.8	14.7	16.5	18.4
35	0.81	1.50	2.81	4.04	5.24	6.40	8.66	10.9	11.9	14.1	16.2	18.2	20.3
40	0.93	1.74	3.24	4.67	6.05	7.39	10.0	12.5	13.8	16.3	18.7	21.1	23.4
45	1.06	1.97	3.68	5.30	6.87	8.40	11.4	14.2	15.7	18.5	21.2	23.9	26.6
	Type A			Type B						Type C			

3. Selección de la sprocket mayor

Conocido, el número de dientes de la sprocket pequeña y la relación de transmisión se estima el número de dientes de la sprocket mayor.

En caso de no obtener un valor entero de dientes tomar un valor de Z_2 , que no afecte considerablemente la relación de transmisión.

$$Z_2 = i \times Z_1$$

4. Cálculo del número de eslabones y la longitud de la cadena

Para determinar el número de eslabones de la cadena se puede emplear la siguiente ecuación:

$$Ne = 2C + \frac{Z_2 + Z_1}{2} + \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{4C\pi^2}$$

ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Donde

- N_e : Numero de eslabones de la cadena.
- C : Distancia entre centros de los ejes expresada en pasos.
- Z_2, Z_1 : El número de dientes de la sprocket mayor y menor respectivamente.

La distancia entre centros no es precisamente un factor limitado, a menor que ellos sea una necesidad determinada por el diseño.

Es importante tener en cuenta que una distancia demasiado corta causa un desgaste prematuro de la cadena y adicional a esto se reduce la cantidad de dientes enganchados, particularmente cuando la relación de trasmisión es alta.

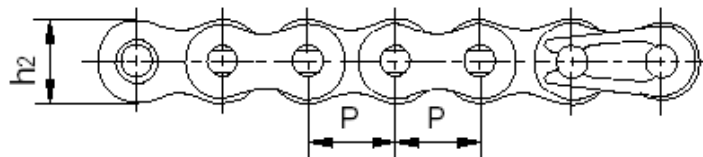
Las distancias muy altas tampoco son convenientes dado que se presentan problemas de flexión y la cadena se torna muy pesada.

Algunos fabricantes recomiendan que la distancia entre centros este entre 30 y 50 veces el paso, siendo 40 pasos un excelente punto de partida para un diseño donde no se conoce la distancia entre centros o no se establece como parámetro fijo.

Es decir para efectos de calcular el número de eslabones se puede emplear $C=40$.

Para calcular la longitud de la cadena se debe partir del hecho de que un paso equivale al largo de un eslabón, como se observa en la siguiente imagen, por lo que una estimación acertada de la longitud de la cadena será multiplicar el número de eslabones por su longitud que corresponde a la del paso de la cadena.

Longitud de la cadena:



$$L_c = N_e \times P$$

Cuando se conoce la distancia entre centros y se quiere calcular el número de eslabones de la cadena simplemente se divide la distancia entre centros por el paso y se obtiene C en pasos. Es importante el manejo de las unidades para obtener valores correctos con las ecuaciones descritas.



ELEMENTOS DE MÁQUINAS

5. Corrección de la distancia entre centros expresada en pasos

Este criterio se emplea cuando se asume un aproximado de la distancia entre centros expresado en paso y se hace necesario recalcularlo para obtener un valor más preciso.

Para determinar la distancia entre centros se emplea la siguiente ecuación:

$$C = \frac{P}{8} \left(2Ne - Z_2 - Z_1 + \sqrt{(2Ne - Z_2 - Z_1)^2 - \frac{\pi}{3,88} (Z_2 - Z_1)^2} \right)$$

Una vez determinada la distancia entre centros se debe calcular la distancia teórica expresada en unidades lineales, lo cual se logra simplemente multiplicando C por el paso.

Distancia entre centros teórica.

$$C_t = C \times P$$

Para calcular la distancia entre centros real, se debe tener en cuenta el pandeo de la cadena en el lado flojo, el cual puede estar alrededor de 45 grados.

Para obtener la distancia real se debe tener en cuenta la siguiente ecuación:

$$C_{real} = C - 0,5 y$$

Donde

- $y = 0,02 C_t$ Para $\alpha < 45^\circ$
- $y = 0,01 C_t$ ó $y = 0,015 C_t$ Para $\alpha \geq 45^\circ$

Siendo α el ángulo de flexión de la cadena.

6. Cálculo de la velocidad media de la cadena

La velocidad media de la cadena se calcula con la siguiente fórmula.

$$V = Z_1 \times \eta_1 \times P$$

Donde

- Z_1 : es el número de dientes de la sprocket menor.
- η_1 : es la velocidad de la sprocket menor.
- P : es el paso.

7. Cálculo de la fuerza periférica

La fuerza periférica se obtiene con la potencia y la velocidad media de la cadena.

$$F = 6600 \frac{P_M \times K_S}{V}$$

Donde

- La fuerza F está dada en lbf
- La potencia del motor está dada en HP
- La velocidad periférica está dada en in/s

Si la cadena es de varias hileras la fuerza periférica se distribuye en el número de hileras, esta fuerza equivalente por hilera se obtiene dividiendo la fuerza periférica en el factor de servicio para múltiples hileras K_h , cuyo valor depende del número de hileras de la cadena, ver literal 1.

8. Estimación de la fuerza de tensión de la cadena por hilera

Los valores de tensión generalmente se toman de tablas suministradas por los fabricantes los cuales varían en función del paso de las cadenas, para dar un ejemplo se suministra la siguiente tabla que sirve de referencia.



Paso de la cadena [in]	Fuerza de tensión de la cadena [lbf]
¼	925
½	3700
5/8	6100
1	14500
1 ½	34000
2	58000
2 ½	95000
3	135000

9. Estimación del factor de seguridad

El factor de seguridad para un sistema de transmisión por cadena se estima con la siguiente ecuación, el cual es función de la fuerza de tensión, el factor de servicio y la fuerza periférica.

$$N = \frac{\text{Fuerza de tensión}}{K_s \times F}$$

El proceso de diseño en general incluye múltiples cálculos y la comparación entre diversas opciones, es decir la variación del paso de la cadena, la variación del número de hileras y en muchos casos una proyección económica, pero en general la decisión sobre una opción u otra será influida por los siguientes factores:

- Un factor de seguridad alto.
- Dimensiones de los manguitos de montaje y sprocket adecuados para los diámetros de los ejes.
- Entre otros factores relacionados con el aspecto económico.

Enlaces de interés

Dónde podemos encontrar más información

- 🔗 Cadenas de rodillos

<http://www.renold.es/Products/TransmissionChainSprockets/TransmissionChainIndexPage.asp>

- 🔗 Transmisión de cadenas

http://es.wikipedia.org/wiki/Cadena_de_transmisi%C3%B3n

<http://www.tauomega.com/4625/5703.html>

- 🔗 Cadenas de ingeniería

<http://es.ustsubaki.com/engineering/index.html>

http://www.renoldjeffrey.com/ES/Products/EngineeringChain/EngineeringChainIndexPa_es.asp

<http://www.tauomega.com/4625/5703.html>