



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO FACULTAD DE INGENIERÍA

CATEDRA: MECANICA APLICADA

APUNTE TEORICO

TRANSMISION DE POTENCIA POR CORREAS Y CADENAS DE RODILLOS

UNIDAD 5A

Preparó: Ing. Sebastian M. Lazo

Reviso: Ing. Carlos R. Barrera

Agosto 2020

Tabla de contenido

1. Objetivos.....	3
2. Introducción.....	3
3. Comparación de sistemas de transmisión	4
4. Descripción de sistemas de correas.....	5
4.1. Distintas configuraciones de transmisiones por correas	6
5. Correas Planas.....	7
5.1. Detalles constructivos.....	7
5.2. Materiales	8
5.3. Análisis de Esfuerzos en correas planas	8
6. Correas trapezoidales.....	9
6.1. Detalles constructivos.....	9
6.2. Características requeridas para los materiales de las correas trapezoidales.....	10
6.3. Normalización.....	10
6.4. Estudio de las tensiones en la correa durante el funcionamiento.....	11
6.5. Dimensionamiento de transmisión de correas trapezoidales	12
6.6. Recomendaciones para la selección.....	12
6.6.1. Selección de poleas.....	12
6.6.2. Ajuste de la distancia entre centros.....	12
6.7. Instalación y mantenimiento.....	13
6.7.1. Alineación de las poleas	13
6.7.2. Canales de las poleas	14
6.7.3. Tensionado.....	14
6.7.4. Sustitución de las correas.....	14
6.7.5. Vibración de las correas.....	15
6.8. Consejos sobre almacenamiento y cuidado de las correas.....	15
7. Transmisiones por Correas dentadas	16
7.1. Detalles constructivos.....	16
7.2. Normalización.....	16
7.3. Propiedades de las correas dentadas	17
7.4. Resistencia al los aceites.....	17
7.5. Propiedades antiestáticas	18
7.6. Resistencia a la temperatura	18
7.7. Vida útil	18
7.8. Eficiencia	18
7.9. Ejemplo de aplicación: distribución de un motor de combustión de automóvil	18
8. Transmisiones por Cadenas de rodillos	20
8.1. Detalles constructivos.....	20
8.2. Tipos de cadenas usuales en la industria.....	20
8.3. Diseño de mandos de transmisión por cadenas de rodillos.....	22
8.3.1. Recomendaciones de diseño	22
8.4. Lubricación.....	25
8.4.1. Pre lubricación de fábrica	26
8.4.2. Selección del Lubricante.....	26
8.4.3. Métodos sugeridos de Lubricación.....	26
8.4.4. Carcasas de cadenas:.....	28
8.5. Instalacion de cadenas de rodillos	28
8.6. Eslabones de unión	29
8.7. Piñones.....	30
8.7.1. Material y dureza	30
8.7.2. Materiales recomendados	30
9. Bibliografía	31

1. Objetivos

Al terminar este capítulo, el alumno podrá:

- 1- Describir las partes básicas de un sistema de transmisión por correas
- 2- Describir varios tipos de transmisiones por correas
- 3- Especificar los tipos y tamaños adecuados de correas y poleas para transmitir un valor determinado de potencia, a velocidades específicas de las poleas de entrada y salida.
- 4- Especificar las variables primarias de instalación para los reductores de correas, incluyendo distancia entre centro y longitud de banda

2. Introducción

Las bandas y las cadenas representan los principales tipos de **elementos flexibles para transmisión de potencia**. La figura 2-1 muestra una aplicación industrial típica de estos elementos, combinados con un reductor de velocidad con engranes.

Esta aplicación ilustra dónde se usan las bandas, engranes y cadenas, con el mayor provecho. Un motor eléctrico produce la potencia rotatoria, pero en el caso típico, los motores funcionan con una velocidad demasiado grande y usualmente constante, y entregan un par torsional muy pequeño para que se adapten a la aplicación final de accionamiento. Recuerde que para determinada transmisión de potencia, el par torsional aumenta en proporción con la que se reduce la velocidad de rotación. Así, con frecuencia se desea tener cierta velocidad de giro. La alta velocidad del motor hace que las transmisiones por banda sean casi ideales para la primera etapa de reducción. Al eje del motor se le fija una polea pequeña, mientras que se monta una polea de mayor diámetro en un eje paralelo que funciona a la velocidad menor correspondiente. Las poleas con bandas también son llamadas poleas acanaladas.

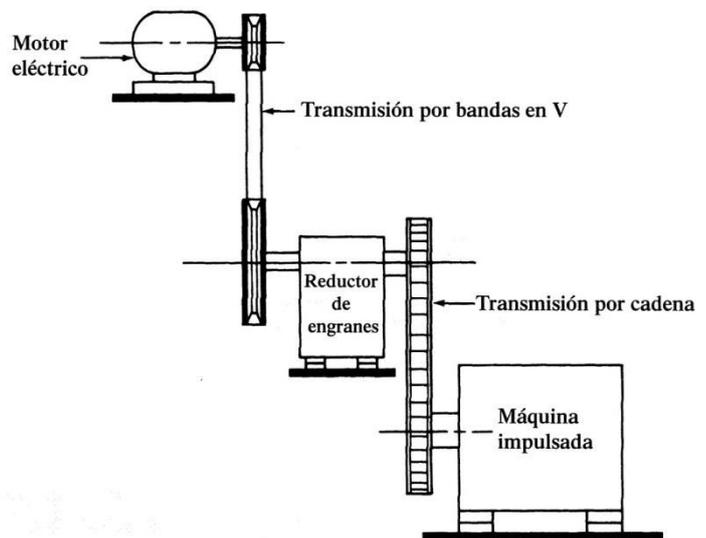


Figura 2-1: Esquema de transmisión de potencia combinado (Diseño de Elementos de máquinas – Mott)

Sin embargo, si la transmisión requiere relaciones de reducción muy grandes, son preferibles los reductores de engranes, porque físicamente pueden hacer grandes reducciones en un espacio bastante pequeño. En general, el eje de salida del reductor de engranes está a baja velocidad y tiene gran par de torsión. Si tanto la velocidad como el par torsional son satisfactorios para la aplicación, se podría acoplar en forma directa a la máquina impulsada.

Sin embargo, como los reductores engranados sólo se consiguen en **relaciones de reducción discretas**, con frecuencia se debe reducir su salida para cumplir los requisitos de la máquina. En la condición de baja velocidad y gran par de torsión, las transmisiones con cadenas son adecuadas. El gran par torsional causa grandes fuerzas de tensión en la cadena. En el caso normal, los elementos de la cadena son metálicos, y sus dimensiones resisten las grandes fuerzas. Los eslabones de las cadenas engranan en las catarinas, para formar un accionamiento mecánico positivo, adecuado a las condiciones de baja velocidad y gran par de torsión.

En general, se aplican las transmisiones por bandas cuando las velocidades de rotación son relativamente altas, como en la primera etapa de reducción de la velocidad de un motor eléctrico o de combustión. La velocidad lineal de una banda es de unos 2500 a 6500 pies/mm (762 a 1980 m/min), lo cual da como resultado fuerzas de tensión relativamente pequeñas en la banda. A menores velocidades, la tensión en la banda se vuelve demasiado grande para las secciones transversales típicas en las bandas, y puede haber deslizamiento entre los lados de la banda y las ranuras de la polea que la conduce. A mayores velocidades existen efectos dinámicos, como fuerzas centrífugas, chicoteo de bandas y vibraciones que reducen la eficiencia y

la duración de la transmisión. En general, lo ideal es que la velocidad sea 4000 pies/mm (1220 m/min). Los diseños de banda tienen filamentos de refuerzo con alta resistencia, o son dentadas, para engranar en ranuras correspondientes de las poleas, para aumentar su capacidad de transmitir las grandes fuerzas a bajas velocidades, y mantener el sincronismo. Estos diseños compiten con las transmisiones con cadenas en muchas aplicaciones.

¿Dónde habrá visto transmisiones por banda? Vea los aparatos mecánicos en su hogar, oficina, los vehículos, equipos de construcción, sistemas de calefacción, acondicionamiento de aire y ventilación, y la maquinaria industrial. Describa su apariencia general. ¿A qué estaba fija la polea de entrada? ¿Estaba trabajando a alta velocidad? ¿Cuál era el tamaño de la siguiente polea? ¿La segunda polea giraba a menor velocidad? ¿Qué tanto menos? ¿Había más etapas de reducción con bandas o con algún otro reductor? Haga un esquema de la distribución del sistema de accionamiento. Haga mediciones, si puede llegar con seguridad al equipo.

Este apunte lo ayudará a identificar las características típicas de diseño para transmisiones comerciales por bandas y por cadenas. Podrá especificar los tipos y tamaños adecuados para transmitir una cantidad determinada de potencia a cierta velocidad, y llegar a la relación especificada de velocidades entre el eje de entrada y el eje de salida de la transmisión. También se describirán las consideraciones sobre la instalación, para que pueda detallar los diseños en sistemas adecuados.

3. Comparación de sistemas de transmisión

A continuación se representa una tabla con la comparación de los diferentes tipos de sistemas de transmisión de potencia. Cabe indicar que tales valores son relativos, y se indican a modo referencial. Para mayores precisiones, se deberá remitir a los apuntes y catálogos correspondientes.

	<i>Engranajes</i>	<i>Cadenas de rodillos</i>	<i>Correas Dentadas</i>	<i>Correas Poly V</i>	<i>Correas trapezoidales</i>	<i>Correas Planas</i>
<i>Torque</i>	Muy elevado	Elevado	Bastante Elevado	Moderado	Medio	Débil
<i>Potencia</i>	Muy Elevada	Elevada	Bastante Elevada	Moderada	Media	Débil
<i>Velocidad máxima [m/s]</i>	80 a 100	13 a 20	40	60	30 a 42	80 a 100
<i>Relación de transmisión máxima</i>	1/8	1/7	1/10	1/35	1/12	1/20
<i>Posición de ejes</i>	Cualquiera	Paralelos	Paralelos	Paralelos Perpendiculares	Paralelos	Paralelos Perpendiculares
<i>Rendimiento</i>	≈98%	≤97%	≤98%	≤98%	70 a 96%	≤98%
<i>Tensión inicial</i>	No aplica	Baja	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Elevada
<i>Vida</i>	Muy Elevada	Limitada	Limitada	Limitada	Limitada	Limitada
<i>Lubricación</i>	Necesaria	Necesaria	Innecesaria	Innecesaria	Innecesaria	Innecesaria
<i>Desventajas</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Entreejes precisos • Lubricación • Costo • Dist. entrecentros 	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido • Lubricación • Vibraciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente agresivo • Tensionado • Longitudes estandar 	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente agresivo • Tensionado • Longitudes estándar 	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente agresivo • Rendimiento • Tensionado 	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente agresivo • Bajo torque • Tensionado • Unión
<i>Ventajas</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sincronismo • Precisión • Vida útil • Posición de ejes • Altas velocidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Sincronismo • Económicas • Longitud a granel • Baja tensión inicial 	<ul style="list-style-type: none"> • Sincronismo • Silenciosas • Sin lubricación • Absorbe vibraciones de torque 	<ul style="list-style-type: none"> • Silenciosas • Sin lubricación • Absorbe vibraciones de torque • Funciona como fusible 	<ul style="list-style-type: none"> • Económicas • Silenciosas • Sin lubricación • Absorbe vibraciones de torque • Ancho reducido • Funciona como fusible 	<ul style="list-style-type: none"> • Altas velocidades • Silenciosas • Sin lubricación • Absorbe vibraciones de torque • Funciona como fusible

4. Descripción de sistemas de correas

Una correa es un elemento flexible de transmisión de potencia que asienta firmemente en un conjunto de poleas o poleas acanaladas. La figura 4-1 muestra la distribución básica. Cuando se usa la banda para reducir la velocidad, que es el caso típico, la **polea menor** se monta en el eje de **alta velocidad**, que puede ser el eje de un motor eléctrico. La **polea mayor** se monta en la **máquina impulsada**. La banda se diseña para montarse en las dos poleas, sin resbalamiento.

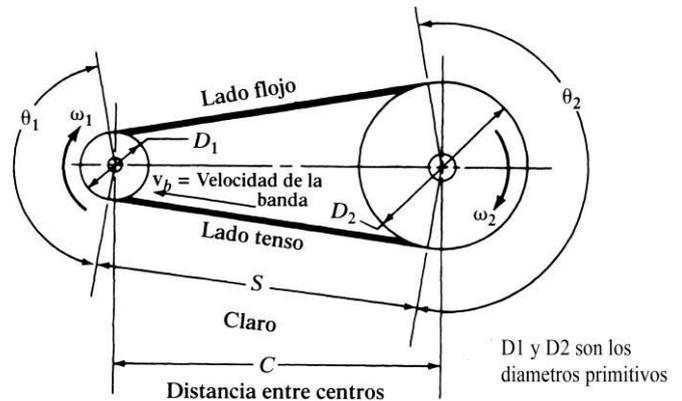


Figura 4-1: Geometría básica de una transmisión por correas (Diseño de Elementos de maquinas – Mott)

La correa se instala al colocarlas alrededor de las dos poleas, mientras se reduce la distancia entre centros entre ellas. A continuación se separan las poleas y se pone la banda en una tensión inicial bastante alta. Cuando la banda transmite la potencia, la fricción hace que se agarre a la polea impulsora, e incrementa la tensión en un lado, que es el "**lado tenso**" de la transmisión. La fuerza de tensión en la banda ejerce una fuerza tangencial en la polea conducida, con lo que se aplica un par torsional al eje conducido. El lado contrario de la banda se encuentra todavía en tensión, pero con un valor menor. Por tanto, se dice que es el "**lado flojo**".

Existen varios tipos de bandas disponibles: planas, acanaladas o dentadas, bandas V normales, bandas Y en ángulo doble y otras más. Vea los ejemplos en la figura 4-2.

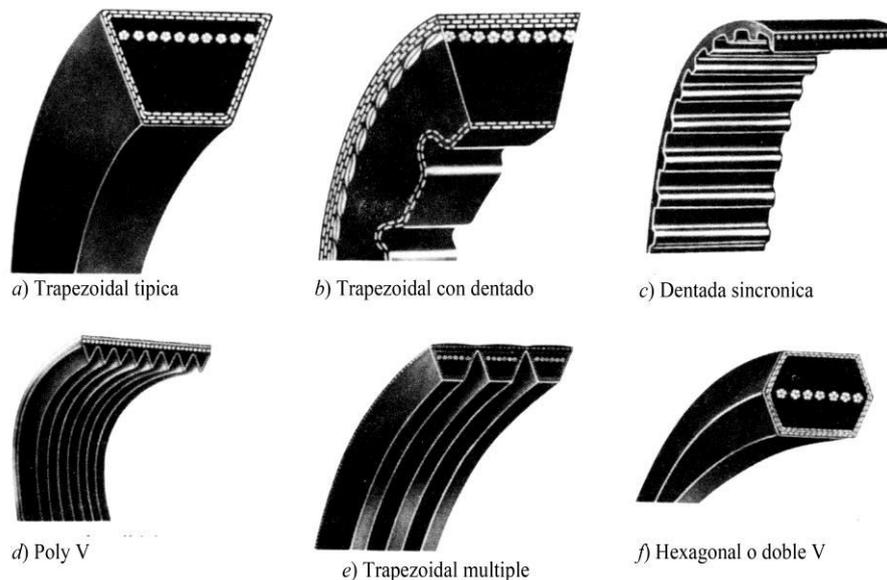


Figura 4-2: Ejemplos de tipos de correas (Diseño de Elementos de maquinas – Mott)

La **correa plana** es el tipo más sencillo, y con frecuencia se fabrica de cuero o de materiales sintéticos. La superficie de la polea también es plana y lisa, y la fuerza impulsora se limita, por consiguiente, a la fricción pura entre la correa y la polea. Algunos diseñadores prefieren que las correas para maquinaria delicada sean planas, porque la banda se deslizará si el par torsional tiende a subir hasta un valor que pueda dañar la máquina.

Las **correas dentadas sincronicas**, llamadas a veces bandas de sincronización [vea la figura 4-2(c)], pasan sobre poleas con ranuras en las que asientan los dientes de la banda. Este es un impulsor positivo, y sólo se limitan por la resistencia de la banda a la tensión y la resistencia a la fuerza cortante de los dientes. Con su gran variedad de tamaños y perfiles, las correas

dentadas sincrónicas, son usadas en las más diversas aplicaciones. Representan una alternativa superior en términos de transmisión de potencia comparadas con las correas en V tradicionales, pues requieren mucho menos mantenimiento, prolongando así el tiempo entre cambios. Por no necesitar lubricación, disminuyen los costos de instalación, limpieza y de mantenimiento comparado con las cadenas.

El tipo de transmisión mas utilizado, en especial en transmisiones industriales y en aplicaciones vehiculares, es el accionamiento con **correas trapezoidales**, mostrada en las figuras 4-2(a) y (b). La forma en V hace que la banda se acüñe firmemente en la ranura, lo cual incrementa la fricción y permite la transmisión de grandes pares torsionales sin que exista deslizamiento. La mayor parte de las bandas tienen cuerdas de alta resistencia, colocadas en el diámetro de paso de la sección transversal de la banda, para aumentar la resistencia a la tensión de la banda. Las cuerdas se fabrican con fibras naturales, sintéticas o de acero, y se encierran en un compuesto firme de hule, para dar la flexibilidad necesaria y que la banda pase alrededor de la polea. Con frecuencia se agrega la lona exterior de cubierta de la banda para que ésta tenga buena duración.

Un tipo de transmisión especial es cuando se utilizan correas trapezoidales y la polea motora es plana, a éste tipo se le denomina **transmisión trapezoidal-plana**. Este tipo de transmisión de potencia puede utilizarse, en determinadas circunstancias, para los accionamientos con cargas medias y grandes momentos de inercia. Utilizando volantes o poleas planas podrán reducirse los costes de la transmisión.

Las **correas trapezoidales dentadas**, como la de la figura 4-2(b), se usan con poleas normales para correas en V. Los dientes dan mayor flexibilidad a la correa y mayor eficiencia, en comparación con las correas normales. Pueden trabajar en menores diámetros de polea, y disipan mejor la temperatura.

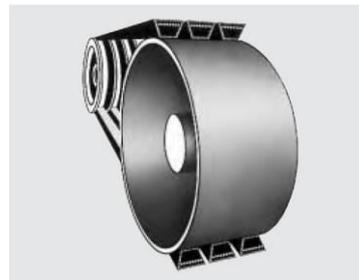


Figura 4-3: transmisión trapezoidal plana (Optibelt)

Las **correas hexagonales**, como la de la figura 4-2(f), también conocidas como doble V, fueron especialmente proyectadas para transmisiones con uno o más accionamientos reversos, pues transmiten potencia de los dos lados. Las poleas utilizadas son las mismas poleas acanaladas para las correas trapezoidales.

Las **correas Poly V**, como la de la figura 4-2(d), es un diseño de alta eficiencia desarrollado para transmitir gran potencia, en espacios limitados y a altas velocidades. A modo de atender estos requisitos, las correas Poly-V presentan un perfil muy delgado y gran área de contacto con las poleas, permitiendo así un mejor aprovechamiento del espacio disponible.

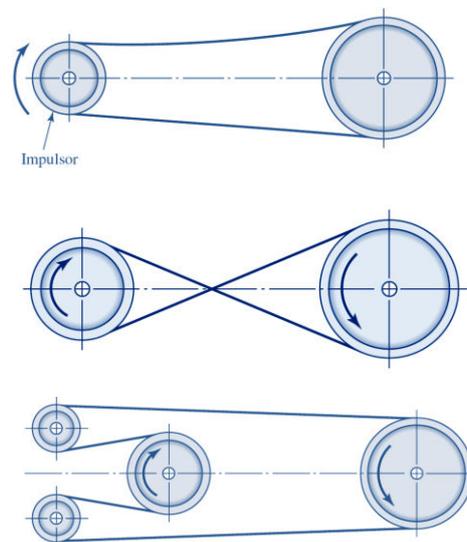
Las **correas trapezoidal múltiples**, como la de la figura 4-2(e), están constituidas por correas trapezoidales estandar unidas por una banda superior reforzada. Este elemento de accionamiento compacto, con las características de una sola correa, se denomina también correa trapezoidal compuesta. Dependiendo de la aplicación se equipan con dos, tres, cuatro, o más canales. Son aplicables cuando hay grandes distancias entre centros, ejes verticales, cargas pulsantes y elevadas, y cuando se tiene el efecto denominado “turn over”, que es cuando la correa se “salta” del canal.

4.1. Distintas configuraciones de transmisiones por correas

Transmisión por correa abierta. Se emplea en arboles paralelos si el giro de estos es en un mismo sentido. Es la transmisión más difundida y utilizada. Es estas transmisiones la flexión de la correa es normal y depende fundamentalmente del diámetro de la polea menor. Requiere ejes desplazables para poder montar y tensar las correas.

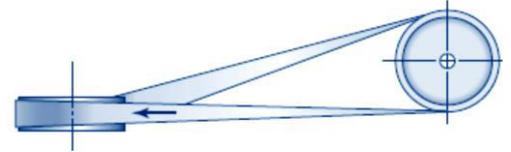
Transmisión por correa cruzada. Se emplea en arboles paralelos si el giro de estos es en sentido inverso. En perfiles asimétricos, la flexión es inversa (alternativa). Para evitar un intenso desgaste en la zona donde se cruza la correa, es recomendable elegir una distancia entre centros mayor de 30 a 45 veces el ancho de la correa. Tiene la ventaja adicional que aumenta considerablemente los ángulos de contacto.

Transmisión por correa abierta inversora. Nuevamente es una configuración aplicada a ejes paralelos, que permite la inversión de giro, y evita

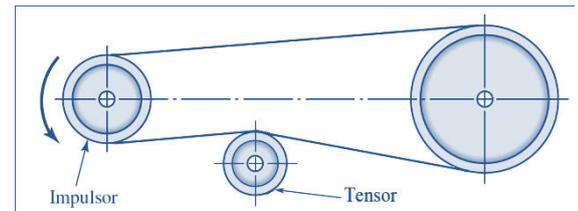


el cruce de la correa. La desventaja es que requiere de mayor longitud y más espacio físico, además de necesitar 2 ejes con poleas locas.

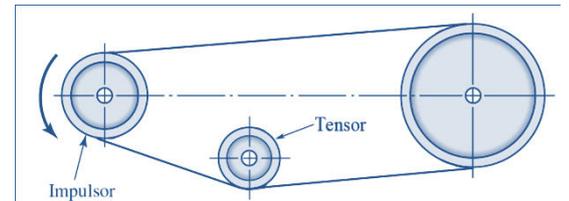
Transmisión por correa semicruzada. Se emplea si los árboles se cruzan, generalmente a 90° . Se recomienda que la distancia de separación entre ejes sea de cuatro veces la suma del diámetro de la polea mayor, y el ancho de la polea con eje horizontal. En estos casos hay que comprobar que la correa no se sale de la polea durante el funcionamiento.



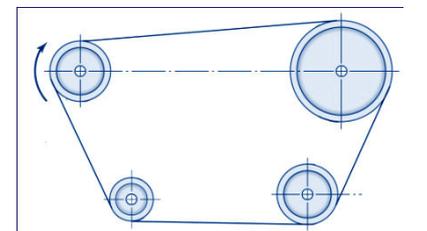
Transmisión con tensor exterior. Se utiliza cuando los ejes no son desplazables. Mediante esta configuración se puede tensar la correa, aumentando el ángulo de contacto entre correa y polea. De esta manera podemos transmitir mayor cantidad de potencia por el mayor ángulo de contacto polea-correa, aunque también disminuimos la vida útil de la correa por aumentar el desgaste de la misma, ya que genera flexión inversa. También el uso del tensor facilita el montaje de la correa. El tensor debe utilizarse siempre en el ramal flojo.



Transmisión con tensor interior. Se utiliza cuando los ejes no son desplazables. Mediante esta configuración se puede tensar la correa, aumentando el ángulo de contacto entre correa y polea. De esta manera podemos transmitir una menor cantidad de potencia por el menor ángulo de contacto polea-correa, la ventaja es que no se disminuye la vida útil de la correa,



Transmisión con múltiples poleas. Se emplea para transmitir movimiento desde un árbol a varios árboles que están dispuestos paralelamente, y las poleas en el mismo plano. Las poleas podrían estar en configuración interior o exterior, sabiendo que si se provoca flexión inversa es negativo para la vida útil de la correa.



5. Correas Planas

El sistema de transmisión por correas planas, es una de los sistemas más antiguos para la transmisión de potencia, y que aun sigue teniendo algo de aplicación en la industria, aunque muy reemplazado por otros sistemas más fiables y prácticos.

Como su nombre lo indica, las correas planas son de sección plana, con un ancho variable, las cuales se fabricaban inicialmente en cuero, y en la actualidad las correas planas se fabrican con uretano y también con tela impregnada con caucho reforzada con alambre de acero o cuerdas de nylon para soportar la carga de tensión. Una o ambas superficies quizá tengan un recubrimiento superficial de fricción. Las bandas planas son silenciosas, eficientes a altas velocidades y pueden transmitir grandes cantidades de potencia a lo largo de grandes distancias entre centros. Por lo general, las bandas planas se compran por rollo, se cortan a la medida deseada y sus extremos se unen mediante accesorios especiales proporcionados por el fabricante. Con frecuencia, para formar un sistema de transporte se usan dos o más bandas planas que funcionan lado a lado, en vez de una banda amplia individual.

Otra ventaja adicional es que la posición de los ejes puede ser perpendicular, como se describe en el apartado 4-1.

5.1. Detalles constructivos

En la figura 5-1 se muestra un detalle de la construcción típica para correas planas.

1. Capa de recubrimiento: de tejido, elastómero o cuero al cromo.
2. Capa de tracción, construida de cintas de material plástico (poliamida) o de cordaje natural o sintético. (poliamida o poliéster).

3. Capa de adherencia: de elastómero o cuero al cromo.

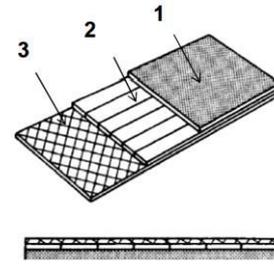


Figura 5-1

5.2. Materiales

Los materiales para construir de transmisión deben ser fuertes, flexibles, durables y tener un alto coeficiente de rozamiento. Los más comunes son cuero, caucho y neopreno.

Las correas de caucho se confeccionan con un número de 3 a 12 capas de tejido de lona o lonetas impregnadas posteriormente de caucho vulcanizado. Una correa de caucho de 6 capas tiene 6 tejidos de lona de aproximadamente 0,093 g/cm² de peso. También se confeccionan correas de caucho con cuerda o cordón, que es más resistente al estiramiento. Como el calor excesivo deteriora lentamente al caucho y como el aceite es particularmente perjudicial, una correa de caucho natural no se debe emplear en lugares muy calientes o en que salpique el aceite, a no ser que sea aceptable el deterioro rápido. Las correas de neopreno, o recubiertas de neopreno, son menos susceptibles al deterioro por el aceite.

5.3. Análisis de Esfuerzos en correas planas

Para el análisis de las fuerzas actuantes en una correa plana, consideramos una transmisión trabajando a su máxima capacidad. Si la polea menor es conductora en sentido horario (fig. 5-2), la fuerza F_1 , en el ramal tenso de la correa es mayor que F_2 en el ramal flojo.

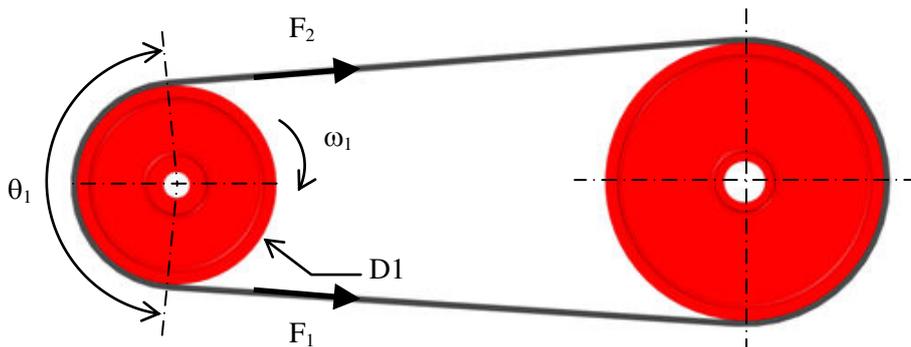


Figura 5-2: Esquema simplificado de transmisión de correa plana, y las fuerzas actuantes

Se toma un elemento diferencial de correa sobre polea, como el mostrado en la figura 5-3. La fuerza de fricción está limitada por la fuerza normal dN (reacción de la polea) y el coeficiente de fricción f . El equilibrio de fuerzas en la dirección de una tangente a través del centro del elemento diferencial da como resultado:

$$(F + dF) \cdot \cos(d\theta/2) - f \cdot dN - F \cdot \cos(d\theta/2) = 0 \quad \text{Ecuación 5-1}$$

Simplificando, y considerando que para ángulos pequeños el coseno se aproxima a 1:

$$dF = f \cdot dN \quad \text{Ecuación 5-2}$$

Cuando la banda esta en el límite de deslizar sobre la polea.

Para el radio R medido hasta el centro de la correa, y la correa con un peso unitario de w' (lb/in), la longitud del elemento diferencial de correa es $R \cdot d\theta$, y su masa es:

$$dm = \frac{w'}{g} \cdot R \cdot d\theta \quad \text{Ecuación 5-3}$$

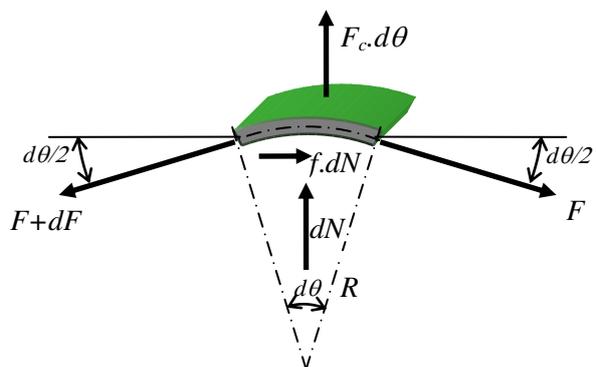


Figura 5-3: Elemento diferencial de correa

Para una velocidad angular ω la aceleración normal es $\omega^2 \cdot R$ y la fuerza inercial es $F_c \cdot d\theta$ donde definimos a:

$$F_c = \frac{w' \cdot \omega^2 \cdot R^2}{g} \quad \text{Ecuación 5-4}$$

Entonces en el sentido radial, el equilibrio de las fuerzas resulta en la siguiente ecuación:

$$dN + F_c \cdot d\theta - (F + dF + F) \cdot \text{sen}(d\theta/2) = 0 \quad \text{Ecuación 5-5}$$

Observemos primero que para ángulos pequeños, el seno del ángulo se aproxima al ángulo mismo. Seguidamente se puede despreciar el termino de segundo orden $dF \cdot d\theta$. Finalmente usando la ecuación 5-2 para eliminar dN de la ecuación 5-5 y al separar las variables, obtenemos:

$$\frac{dF}{F - F_c} = f \cdot d\theta \quad \text{Ecuación 5-6}$$

Haciendo referencia a la figura 5-2, se obtiene la solución de la ecuación 5-6 integrando desde la tensión mínima F_2 hasta la tensión máxima F_1 a través del ángulo de contacto de la correa desde $\theta=0$ hasta $\theta=\theta_1$, se obtiene:

$$\ln \left(\frac{F_1 - F_c}{F_2 - F_c} \right) = f \cdot \theta_1 \quad \text{Ecuación 5-7}$$

También podemos escribir:

$$\left(\frac{F_1 - F_c}{F_2 - F_c} \right) = e^{f \cdot \theta_1} \quad \text{Ecuación 5-8}$$

Esta ecuación demuestra que la capacidad de transmisión es dependiente del ángulo de contacto menor, que corresponde a la polea más pequeña, y el diseño de la correa está basado en dicho valor.

6. Correas trapezoidales

El sistema de transmisión por correas trapezoidales, o también llamadas correas en V, sin duda es el más utilizado en la industria. Los diseños estandarizados, la economía y la confiabilidad hacen que sea el sistema de transmisión preferido al momento de diseñar mandos que no requieren sincronismo.

Las correas trapezoidales se fabrican de acuerdo a norma DIN 2215, ISO 4148 y SAE J636. Todas las mencionadas normalizan a las correas clásicas. También existen otras normas que establecen las dimensiones y características constructivas de correas para aplicaciones especiales.

6.1. Detalles constructivos

En la figura 6-1 se muestra un detalle de la construcción típica para correas trapezoidales.

1. Dientes moldeados: Proporcionan mayor flexibilidad, mayor área de contacto con las poleas, mayor tracción en la transmisión de potencia y disipan mejor el calor. Permite trabajar con poleas de diámetros menores para lograr transmisiones más compactas y silenciosas.
2. Construcción "Cut-Edge" (Bordes cortados): De acuerdo con normas técnicas mundiales proporciona mayor adherencia de la correa a la polea.
3. Cordones de Poliéster: Alta resistencia, menor elongación, garantizan una transmisión integral de potencia.
4. Elemento textil: Está compuesto por caucho de policloropreno y reforzado con insertos de fibras textiles que están orientadas en sentido transversal, lo que le confiere una elevada rigidez y máxima resistencia contra la abrasión.
5. Núcleo: Está compuesto por caucho de

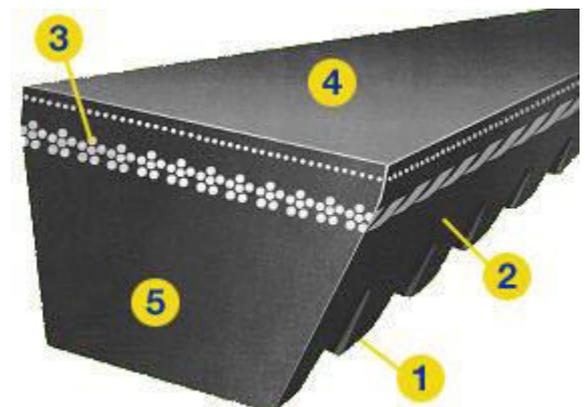


Figura 6-1: Construcción moderna de correas trapezoidales (Good Year)

policloropreno y reforzado con insertos de fibras de fibra textil que están orientadas en sentido transversal, dándole rigidez.

6.2. Características requeridas para los materiales de las correas trapezoidales

Los modernos diseños de correas de altas prestaciones son el resultado de continuas investigaciones sobre los **materiales** que constituyen las correas. El estudio de especiales ingredientes y los polímeros base, le confieren a la mezcla de caucho:

- ✚ Elevada antiestaticidad, evitando la acumulación de corriente electrostática.
- ✚ Elevada resistencia a altas y bajas temperaturas (90°C a -10°C).
- ✚ Una adecuada resistencia a los aceites.

El estudio de técnicas para la orientación de fibras textiles de refuerzo, del tipo de fibra que se utiliza y de la mezcla, reforzando el trabajo de la correa en contacto con la superficie de la polea, lo que le da la característica de alta capacidad de transmitir en virtud de mejorar el coeficiente de rozamiento. El tratamiento particular del elemento de refuerzo de la correa, permite asegurar un elevado módulo con la consecuente estabilidad dimensional durante la transmisión.

6.3. Normalización

Las correas trapezoidales se fabrican de acuerdo a norma DIN 2215, ISO 4148 y SAE J636. Todas las mencionadas normalizan a las correas industriales de servicio pesado. También existen otras normas que establecen las dimensiones y características constructivas de correas para aplicaciones especiales.

En las siguientes figuras se resumen las secciones típicas de correas trapezoidales para usos diversos:

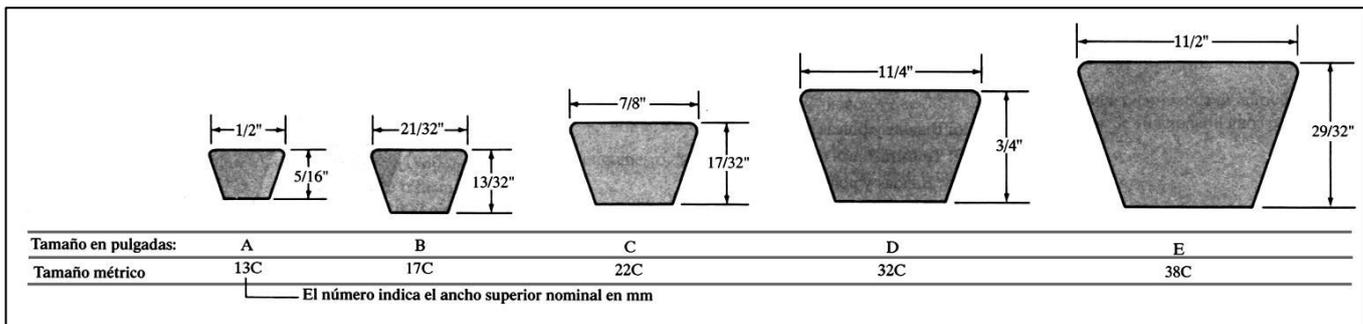


Figura 6-2: Correas en V industriales para trabajo pesado

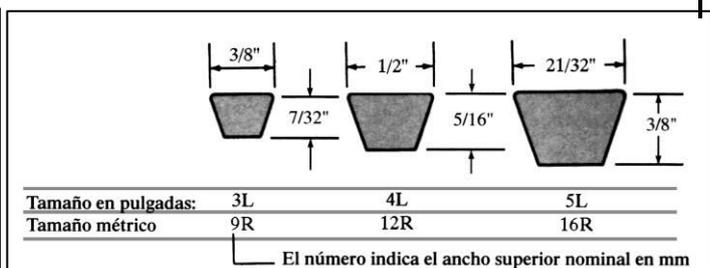
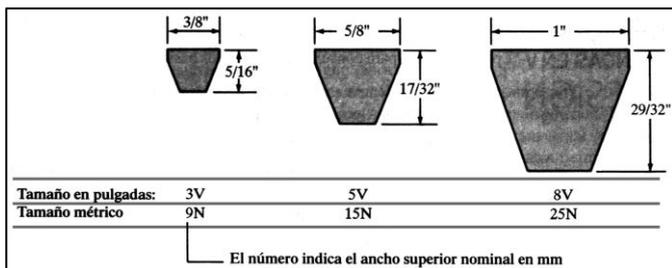


Figura 6-3: Correas en V Industriales de sección angosta

Figura 6-4: Correas en V para trabajo liviano

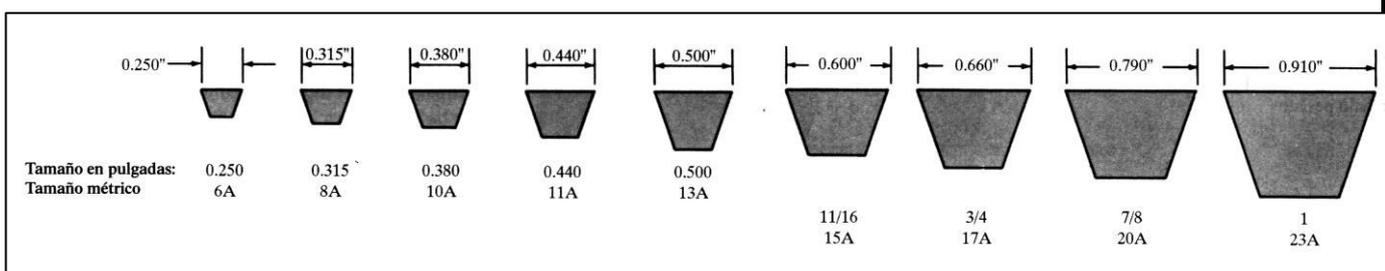


Figura 6-5: Correas en V para industria automotriz

6.4. Estudio de las tensiones en la correa durante el funcionamiento

Si la polea menor es conductora en sentido horario (fig. 6-6), la fuerza F_1 , en el ramal tenso de la correa es mayor que F_2 en el ramal flojo. La diferencia de estas fuerzas se llama **fuerza tangencial neta** de la correa, y es la que produce el par de torsión resistente:

$$T = r_s \cdot (F_1 - F_2)$$

De acuerdo a como se muestra en la figura 6-6, el **ramal tenso debe ubicarse con preferencia en la parte inferior de las poleas; porque si estuviese en la parte superior, la flecha natural del ramal flojo (conducido) en la parte inferior haría que el ángulo real de contacto sea menor que el teórico.**

Aunque comúnmente al referirse a las correas se habla de desgaste, el fallo real es muy análogo a la fatiga.

Para trazar la variación de esfuerzo en una correa se acepta primero que con un punto particular de la correa que recorre una trayectoria curva, hay una **fuerza centrífuga** que induce un esfuerzo más o menos uniforme y representado en la figura 6-7.

Se considera un elemento de correa en el curso de su trayectoria como en I, C, D, E, H . En la posición J se separa de la polea pequeña una sección de correa, siendo la curvatura de ésta relativamente despreciable y el esfuerzo s_2 es el debido a la tracción F_2 originada en el ramal conducido.

Entre B y C el elemento se desplaza en la polea grande, curvándose con un radio r_1 , lo cual induce un esfuerzo de tracción por flexión s_{b2} en los puntos exteriores al plano neutro; el esfuerzo total es $s_2 + s_{b2}$.

Cuando el elemento se desplaza en la polea mayor hasta D , la fuerza inducida en ella debida a la potencia transmitida aumenta más o menos gradualmente hasta el valor F_1 ; el esfuerzo total es $s_1 + s_{b2}$.

Entre D y E , el esfuerzo de flexión por curvatura disminuye hasta una pequeña magnitud, pero cuando el elemento se desplaza sobre la polea menor desde G hasta H , se dobla hasta su menor radio de curvatura y en este punto el esfuerzo $s_1 + s_{b1}$ es máximo.

Cuando el elemento se desplaza desde H hasta I , la fuerza debida a la potencia disminuye hasta F_2 , y el ciclo se repite con cada revolución completa de la **correa**. Una correa puede soportar gran número de estas aplicaciones de esfuerzo máximo, dependiendo de la magnitud del valor de cresta y probablemente de la magnitud del valor medio. Podemos sacar la conclusión de que si la flexión debida a la curvatura tiene lugar sobre una polea (o roldana) de radio suficientemente pequeño, la- correa puede romperse eventualmente por efecto de la flexión, sin que se transmita potencia. Los fabricantes sugieren una frecuencia de flexión máxima entre 80 y 100 seg^{-1} .

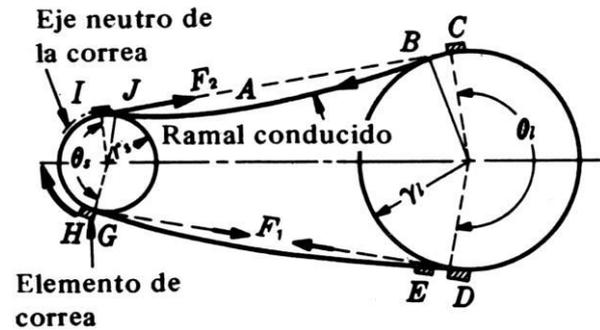


Figura 6-6: esquema de transmisión por correas. (Diseño de elementos de maquinas – Faïres)

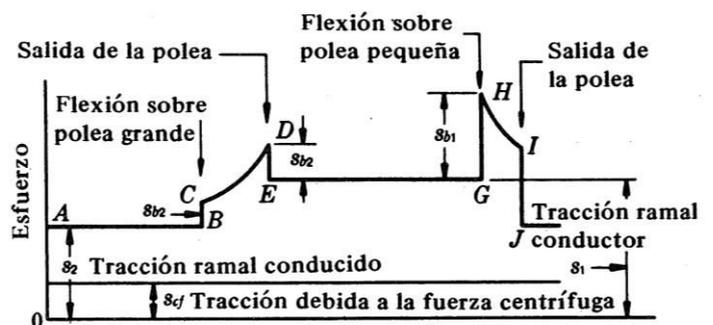


Figura 6-7: Variación del esfuerzo sobre la correa Diseño de elementos de maquinas – Faïres)

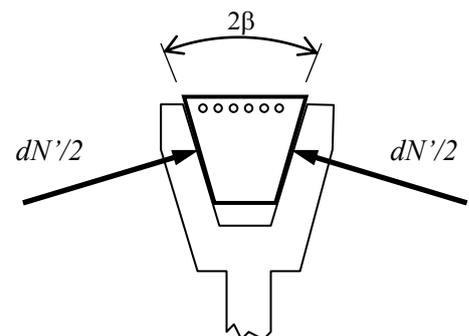


Figura 6-8: Vista en corte de una correa trapecoidal

Analizando la sección de la banda, como se muestra en la figura 6-8, vemos que la fuerza normal $dN/2$ se aplica en los laterales de la correa, produciéndose una fuerza de fricción total de $f \cdot dN'$ sobre un elemento de correa. Recordando la ecuación 5-5 estudiada para correas planas:

$$dN + F_c \cdot d\theta - (F + dF + F) \cdot \sin(d\theta/2) = 0$$

En dicha ecuación se reemplaza dN por $dN' \cdot \sin\beta$ considerando que el ángulo de la correa es 2β . También se reemplaza el coeficiente de fricción f por $f/\sin\beta$. La relación de tensiones en una correa trapezoidal queda definida por la siguiente ecuación:

$$\ln\left(\frac{F_1 - F_c}{F_2 - F_c}\right) = \frac{f \cdot \theta_1}{\sin\beta} \quad \text{Ecuación 6-1}$$

También podemos escribir:

$$\left(\frac{F_1 - F_c}{F_2 - F_c}\right) = e^{(f \cdot \theta_1 / \sin\beta)} \quad \text{Ecuación 6-2}$$

Esta ecuación demuestra que la capacidad de transmisión de una correa trapezoidal **es dependiente del ángulo de contacto menor**, que corresponde a la polea más pequeña **y del ángulo de las caras del trapecio**.

6.5. Dimensionamiento de transmisión de correas trapezoidales

Para el dimensionamiento de una transmisión de correas trapezoidales se usará el catalogo del fabricante DUNLOP. Todas las indicaciones y recomendaciones para la selección de la correas están descriptas claramente en el catalogo, por lo tanto en este apunte no desarrollaremos el procedimiento.

CATALOGO DUNLOP DE CORREAS TRAPEZOIDALES

Se pueden presentar varias situaciones a resolver:

- Dimensionamiento completo de un mando de transmisión, conociendo los datos de la potencia a transmitir, velocidad angular del eje motor y eje conducido, tipo de motor y maquina, horas de funcionamiento diarias y distancia entre centros aproximada.
- Dimensionamiento completo de un mando de transmisión, idem al caso anterior, con el agregado que se limita la cantidad de correas que se puede utilizar en el mando de transmisión.
- Estudio de verificación de un mando de transmisión, es el caso en que se conoce la información de los elementos que integran la transmisión, como ser la sección y longitud de correa, los diámetros de las poleas, la cantidad, etc. De esta manera, la verificación se tratará fundamentalmente de calcular la potencia admisible del mando instalado, y compararla con la potencia del servicio (si es que tenemos este último valor). Además, también puede ser verificada la distancia entre centros y longitud de correa.

6.6. Recomendaciones para la selección

6.6.1. Selección de poleas

Una correa en V funciona más eficientemente a velocidades aproximadas de 22 m/s. Son necesarias menos correas para transmitir la fuerza a ésta velocidad. Cuando el espacio lo permita, deberán escogerse poleas que proporcionen esta velocidad. Las correas no deben trabajar a velocidades superiores a 30 m/s ya que a velocidades mayores la fuerza centrífuga es sumamente alta.

El usar más correas que las requeridas para transmitir fuerza, no aumenta necesariamente la duración de éstas, sino que, por el contrario, puede reducirse. Se debe verificar el diámetro mínimo de poleas, porque si las correas tienen que flexionarse excesivamente, disminuirá su vida útil.

6.6.2. Ajuste de la distancia entre centros

Todas las transmisiones de las correas deben tener un ajuste adecuado entre los centros.

Esto sirve para instalar las correas sin que sufran daño alguno, también para compensar el asentamiento de las correas en los canales y el estiramiento normal. Sirve también para proporcionar la tensión adecuada para que las correas no patinen.

Pueden hacerse ajustes por medio de bases móviles del motor o de la máquina, el desplazamiento del motor es un sistema muy eficaz para obtener un racional montaje y una justa tensión.

En caso de que la instalación posea ejes fijos, es decir, que no pueda modificarse su posición, será necesario el uso de un tensor.

6.7. Instalación y mantenimiento

La vida de las correas y de la maquinaria puede aumentar considerablemente si se hace una correcta instalación seguida de un buen mantenimiento.

Se podría evitar la mayor parte de las fallas de las correas si el diseño de la transmisión fuera hecho correctamente. Si se usa la cantidad correcta de correas, si los diámetros de las poleas no son menores de los indicados por el fabricante (en el catalogo de fabricante DUNLOP se encuentran en la tabla 1 de la página 14), y si la transmisión está correctamente diseñada, se puede esperar un buen rendimiento en servicio.

Para lograr el máximo de vida se recomienda lo siguiente:

Cuando se instalan las correas, el motor debe ser movido hacia la máquina para que las correas puedan ser colocadas en los canales de las poleas a mano, sin forzarlas.

Nunca forzar las correas para que entren en la ranura de las poleas por medio de palancas o herramientas, porque las dañaría y se disminuiría considerablemente su vida útil.

Comprobar la posición de la correa en el canal de la polea. La base mayor de la correa debe estar un poco por encima del punto más alto de la polea. Esto asegura un contacto en la ranura y los flancos de la correa. Hay que evitar que la correa llegue a tocar el fondo del canal, si esto ocurriera, la correa empezaría a patinar y a quemarse.

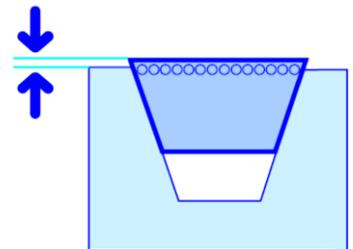


Figura 6-9: Posición correcta de la correa en su ranura

Es necesario que se observen las siguientes normas para el montaje:

1. Verificar la alineación de las poleas.
2. Verificar que los flancos de los canales se encuentren pulidos.
3. Llevar a recorrido cero el tensor para el montaje, evitando así el uso de palancas que dañen la correa.
4. Desplazar el tensor de manera tal que de suficiente tensión en la correa.
5. Controlar la tensión de montaje.

6.7.1. Alineación de las poleas

Un mal alineamiento es probablemente la causa principal del desgaste excesivo de correas y poleas. Para lograr un buen alineamiento, los ejes del motor de la máquina deben ser paralelos y las correas deben trabajar perpendicularmente con respecto a estos ejes.

Son señales de mal alineamiento el desgaste que aparece en uno de los flancos de la correa o cuando se nota que un lado de los canales de las poleas está más pulido que el otro. El chirrido continuo de una transmisión de correas y/o el calentamiento de los rodamientos, constituye una indicación de mal alineamiento.

Si hay una tendencia de las correas a girarse o salirse de los canales, la razón es, generalmente, que existe una mala alineación, que los canales están gastados o que la tensión es insuficiente.

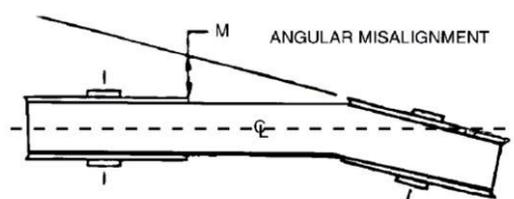


Figura 6-10: Desalineación angular

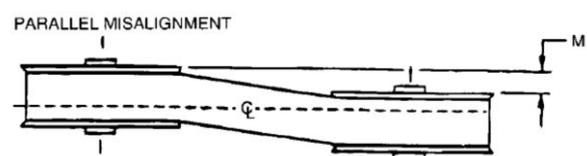


Figura 6-11: Desalineación paralela

Los fabricantes sugieren como valores máximos para la desalineación angular 0,5° y para desalineación paralela 1/10 de pulgada por cada pie de distancia entre centros de poleas.

6.7.2. Canales de las poleas

Poleas deformadas o superficies ásperas de las ranuras de los canales acortarán la vida útil de las correas, para que esto no suceda, la aspereza de la superficie no deberá exceder los 4 μm .

Las rebarbas o puntos ásperos de los canales o en la circunferencia de la polea, perjudicarán rápidamente a las correas.

Las poleas con canales gastados deben ser cambiadas porque, siempre las poleas gastadas no permiten una tracción igual en la superficie de contacto de la correa. En poleas muy gastadas, las correas pueden tocar el fondo de los canales perdiendo parte de su capacidad de transmitir la potencia.

Los canales deben estar siempre limpios. Los canales sucios o que no tienen la forma correcta pueden causar una variación en el pandeo de las correas, dando la impresión de que éstas no forman un verdadero mando. Las correas requieren canales precisos y lisos para asegurar una transmisión eficiente.

Para verificar el estado de los canales de las poleas, se debe medir con un calibre para tal fin.

6.7.3. Tensionado

El buen funcionamiento de una transmisión equipada con correas industriales, está vinculado con la justa tensión de montaje. No es necesario poner las correas excesivamente tirantes. Cuando las correas están demasiado tensas, los rodamientos pueden quemarse o gastarse demasiado rápido, aunque estén bien lubricados.

La tensión excesiva estira y debilita las correas. Por otra parte si están demasiado flojas, se deslizan fácilmente al aumentar la carga, registrándose un chirrido por patinamiento entre los flancos de las correas y canales de la polea, produciéndose un desgaste prematuro de la tela de recubrimiento de las correas, destruyéndolas en un lapso muy corto.

Después de alinear la transmisión y poner las correas en las ranuras de las poleas, y teniendo un tensor deslizante, se procederá de la siguiente forma:

- 1) Colocar todas las correas con sus ramales tensos en el lado de la transmisión. El lado tenso es aquel donde las correas van hacia la polea motriz, puede ser arriba o abajo según la rotación de la polea motriz. Todas las correas deben estar tensas por el mismo lado. Se ajusta el motor hasta que haya una pequeña tensión en las correas y se dan varias vueltas a éstas moviéndolas con la mano.
- 2) Ajustar los centros hasta que todas las correas estén algo tensas, conectar el motor y dejarlo trabajar durante unos minutos a fin de permitir a las correas asentarse bien en las ranuras.
- 3) Parar el motor y ajustarlo hasta que las correas queden nuevamente y tengan la tensión correcta. Puede estirarse hasta el 1 % de su longitud

Debido a la alta capacidad de potencia de las correas en V industriales, es necesario poder medir las **tensiones de las correas** con suficiente precisión para evitar que la misma se deslice o sobrecargue los rodamientos, o que trabaje en condiciones desfavorables. La norma British Standard 3790 nos ofrece un método simple para la verificación del tensionado. Dicho método está descrito en el catálogo del fabricante Dunlop.

6.7.4. Sustitución de las correas

Cuando sea necesario reemplazar una correa, se debe cambiar **todo el juego completo**, porque las correas nuevas tienen características completamente distintas a las correas usadas y por esta razón, la carga no será dividida por partes iguales entre correas nuevas y usadas. Para lograr mayor economía, se pueden guardar las correas usadas y en buen estado hasta tener suficientes para formar un nuevo juego. Este juego de correas usadas se puede utilizar posteriormente.

Es inútil tratar de formar juego de correas nuevas con usadas porque es imposible que los dos tipos compartan la carga. Las nuevas o las usadas trabajarán sobrecargadas y tendrán muy poca vida. Por la misma razón nunca se debe tratar de formar juegos con correas de fabricantes diferentes. Cada fabricante emplea materiales diferentes con características distintas de estiramiento. Nunca será posible formar un verdadero juego de marcas diferentes que trabaje en conjunto. El tratar de hacerlo es gastar dinero inútilmente..

6.7.5. Vibración de las correas

Las correas largas tienen cierta tendencia a vibrar, lo cual acorta considerablemente la vida útil, en cuanto sea posible la distancia entre centros deben ser lo más corta posible. La falta de tensión, la fuerza centrífuga a la velocidad máxima, las cargas variables, son otras de las causas de la vibración de las correas.

6.8. Consejos sobre almacenamiento y cuidado de las correas

- 1) Almacenar las correas en un lugar fresco, limpio y seco. No deben estar expuestas a la luz del sol. Procurar no colgarlas sobre clavos o varillas de diámetro pequeño, porque las correas se deformarían y se les acortaría la vida útil cuando se las ponga a funcionar.
- 2) Si la máquina en la cual está montado el juego de correas no va a trabajar por algún tiempo, se recomienda que se saquen las correas y se las almacene. Es preferible no doblarlas y dejarlas colgadas. Si se dejan las correas en las poleas detenidas, pueden sufrir una deformación permanente que redundará en una falla prematura cuando vuelva a funcionar la máquina.
- 3) A pesar que las correas están recubiertas con telas que tienen un tratamiento con caucho de policloropreno y son resistentes a los aceites y grasas minerales, hay que protegerlas para que no estén en contacto continuamente.
- 4) Cuando las correas trabajan en un ambiente de mucho polvo, conviene colocar un protector alrededor de las correas, dejando un lugar abierto en la parte inferior para que circule aire y las refrigere. Cuando el polvo se deposita en los flancos de las correas y éstos entran en contacto con los flancos de los canales de las poleas, el polvo hace de material abrasivo, desgastando a las correas y poleas.
- 5) Se debe comprobar el estado de las ranuras de las poleas con los calibres para tal fin y si se comprueba que los canales están gastados, hay que cambiar las poleas..

7. Transmisiones por Correas dentadas

Las correas dentadas o también denominadas correas sincrónicas se fabrican con dientes transversales en la cara interna de la correa. Los dientes engranan en ranuras correspondientes en las poleas conductora y conducida, y se obtiene una impulsión positiva sin deslizamiento. Por consiguiente, existe una relación fija entre la velocidad de la polea motriz y la polea conducida. Por esta razón, las correas dentadas se les llaman frecuentemente **correas de sincronización**. En contraste, las correas trapecoidales y planas pueden deslizarse con respecto a sus poleas correspondientes, en especial bajo grandes cargas y demanda variable de



Figura 7-1: Transmisión de correa dentada con tensor

potencia. La acción sincrónica es un requisito indispensable en sistemas de impresión, manejo de materiales, empaque, etiquetado de productos, movimiento de levas, etc. Estas correas pueden, en muchos casos, reemplazar a las cadenas; y en algunos casos pueden reemplazar a transmisión por engranajes.

En la figura 7-1 se muestra una transmisión de correa dentada de un árbol motriz a 2 poleas conducidas. Tiene incluido una rueda tensora, encargada de ejercer la tensión inicial de la correa. Al menos una de las poleas debe tener pestañas en sus lados, para asegurar que la correa no tenga desplazamiento axial. (Ver figura 7-2)



Figura 7-2

7.1. Detalles constructivos

En la figura 7-3 se muestra un detalle de la construcción típica para correas trapecoidales.

1. El cuerpo y los dientes están formados por un compuesto ligero de poliuretano, especialmente desarrollado para fijar las cuerdas de tracción y las



Figura 7-3: detalle constructivo correa dentada

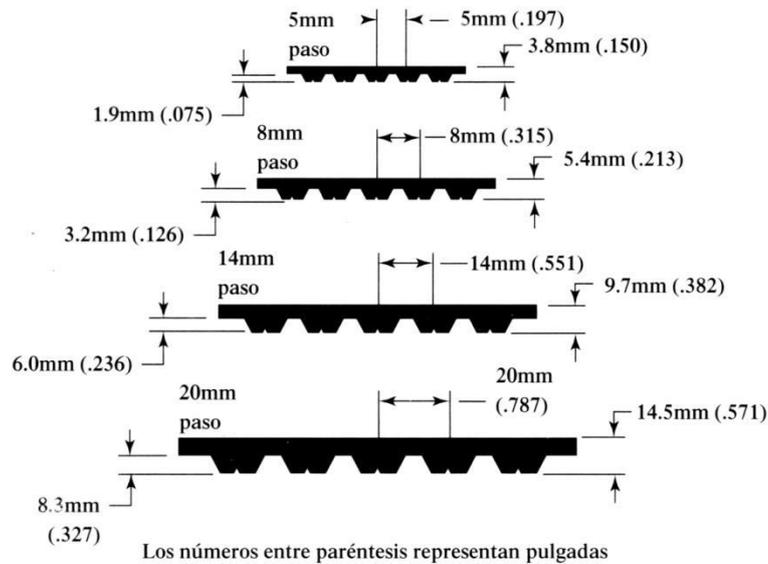
capas textiles. Este excepcional poliuretano da a la correa una gran rigidez y una resistencia a la abrasión y a los productos químicos.

2. Las cuerdas de tracción de fibra de aramida garantizan unas prestaciones extraordinarias. La fibra de aramida asegura una resistencia excepcional a la fatiga por flexión y soporta las grandes cargas de choque y sobretensiones.
3. Cordones de Poliéster: Alta resistencia, menor elongación, garantizan una transmisión integral de potencia.
4. Las capas textiles que cubren los dientes son resistentes al aceite, productos químicos, agentes contaminantes, corrosión y abrasión. Son excepcionalmente duraderas y funcionan bajo temperaturas extremas de -54°C hasta $+85^{\circ}\text{C}$.
5. Las capas textiles reducen la fricción con la polea, minimizando la generación de calor.

7.2. Normalización

El parámetro geométrico principal de las correas dentadas es su **paso**, es decir, la distancia que existe entre un diente y el diente contiguo. Las correas dentadas se fabrican en series métricas y series en pulgadas. A continuación se detallan las dimensiones de ambos sistemas.

Servicio	Designación	Paso p , pulg
Extraligero	XL	$\frac{1}{5}$
Ligero	L	$\frac{3}{8}$
Pesado	H	$\frac{1}{2}$
Extrapesado	XH	$\frac{7}{8}$
Doble extrapesado	XXH	$1\frac{1}{4}$



7.3. Propiedades de las correas dentadas

Desde hace décadas los fabricantes de correas dentadas vienen desarrollando y mejorando las propiedades, de esta manera han logrado elevar las prestaciones, prolongar su vida útil y reducir los costos; logrando un excelente medio de transmisión síncrono para reemplazar a las cadenas de rodillos. Las modernas correas abarcan una muy amplia gama de potencias y velocidades de transmisión, además, existen distintas gamas de correas, específicamente estudiadas y desarrolladas para aplicaciones particulares (automotriz, industria textil, industria petrolera, etc.).

En la figura 7-4 se muestra un gráfico de selección del fabricante Optibelt, de uno de sus tipos de correas dentadas para aplicaciones industriales. Se puede apreciar, que solamente con dos pasos de correas (8 mm y 14 mm) se logra abarcar una enorme variedad de potencias y velocidades.

A continuación se explican las principales características y propiedades que los fabricantes estudian y mejoran. Vale decir que varias de estas cuestiones analizadas, son “desventajas” para las transmisiones de correas dentadas. Pero con los continuos desarrollos de ingeniería, se lograron subsanar dichos puntos.

7.4. Resistencia al los aceites

Es sabido que las grasas y aceites son una desventaja importante para estas correas. Los fabricantes buscan mejorar la resistencia de las correas a trabajar en estas condiciones, por medio de la mejora de los materiales y un diseño geométrico más adecuado.

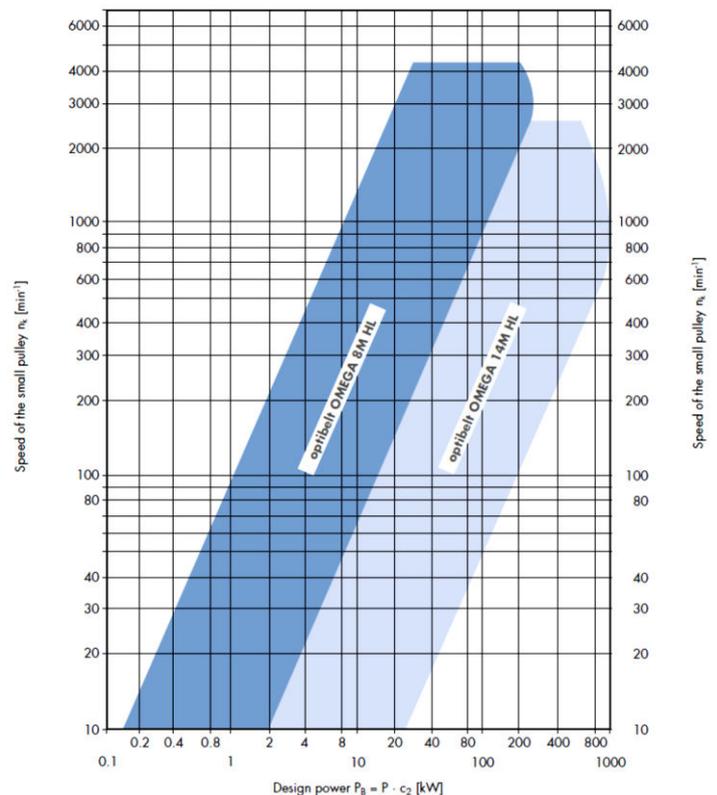


Figura 7-4: grafica de prestaciones de correas dentadas Optibelt, para paso 8 y 14 mm.

7.5. Propiedades antiestáticas

Las correas, debido a la fricción constante durante su funcionamiento, generan cargas estáticas. Las propiedades antiestáticas permiten la descarga segura de cargas electrostáticas. Esta carga puede tener un fuerte impacto en las correas dentadas con escasa conductividad eléctrica ya que existe el peligro de ignición debida a chispas. El uso de correas antiestáticas requiere que las propiedades se ensayen conforme a la norma ISO 9563.

7.6. Resistencia a la temperatura

Las correas dentadas pueden soportar temperaturas de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Las temperaturas fuera de este rango producen un **envejecimiento prematuro** y la **fragilidad** de las correas dentadas y la consecuente falla prematura. La resistencia a la temperatura de las correas dentadas puede ampliarse utilizando construcciones especiales, por ejemplo, hasta $+140\text{ }^{\circ}\text{C}$.

7.7. Vida útil

Los modernos diseños de la geometría del dentado, conjuntamente con el desarrollo de los materiales y la fabricación de las correas, consiguen una superar la vida útil potencial, particularmente para transmisiones altamente cargadas o sobrecargadas.

7.8. Eficiencia

Las mejoras en los materiales de las correas, especialmente en el caucho y los hilos y tejidos usados para conformar los dientes (poniendo especial atención en mejorar la **flexibilidad** de la banda); y una optimización en el diseño de la geometría del diente (**disminuyendo la fricción** en el momento del engrane de los dientes de la correa en la polea), hacen posible un mando de transmisión prácticamente sin fricción, con una eficiencia de hasta un 98%

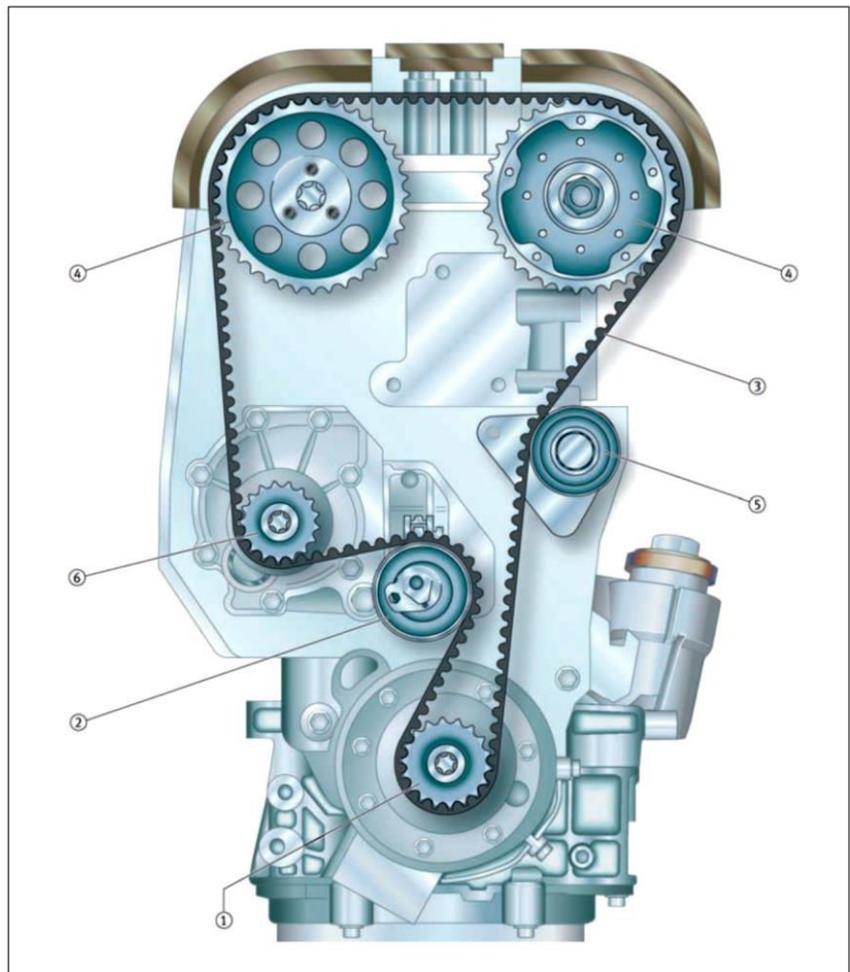
7.9. Ejemplo de aplicación: distribución de un motor de combustión de automóvil

Es muy usual desde hace varios años que los motores de automóviles tengan como mando a los árboles de levas, una correa dentada. Anteriormente para esta aplicación se utilizaban cadenas. Como la correa dentada no requiere lubricación, a diferencia de lo que ocurría con la cadena de distribución, no es necesario que esté sellado el compartimiento en el que se mueve. Una sencilla cubierta de plástico ofrece suficiente protección contra la penetración de impurezas.

- (1) polea del cigüeñal
- (2) tensor de la correa
- (3) correa dentada
- (4) poleas del árbol de levas
- (5) poleas locas (optativo)
- (6) bomba de agua (optativo)

Características de los sistemas de correa dentada:

- Conecta el cigüeñal al (a los) árbol(es) de levas en el motor de combustión
- Se puede utilizar para transmitir accionamiento al sistema de inyección y a la



bomba de agua

- Compensador de la transmisión o eje intermedio
- Puede constar de uno, dos o varios sistemas separados

Puntos fuertes/ventajas de los actuales sistemas de transmisión por correa dentada

- Excelente precisión en el reglaje de las válvulas a lo largo de toda la vida de servicio de la correa
- Larga duración de vida
- Bajos niveles de ruido durante el funcionamiento
- Servicio y ajuste fácil y de coste reducido
- Funcionamiento en seco, no se necesita suministro de aceite
- Diseño compacto
- Fricción mínima
- Alto índice de rendimiento (entre 97 y 98%)

8. Transmisiones por Cadenas de rodillos

La cadena de rodillos estándar se usa generalmente en aplicaciones de transmisión de potencia que van desde aplicaciones industriales hasta el exigente servicio de los yacimientos petroleros u operaciones en áreas especializadas como procesamiento de alimentos o equipamiento pesado de construcción.

Las cadenas de rodillos estándar simples y múltiples, disponibles en varios tamaños, cumplen con la mayoría de los requerimientos de transmisión.

Las cadenas de doble paso representan una opción económica para transmisiones de baja velocidad entre ejes que se encuentran a grandes distancias.

Una transmisión de cadenas está formada por una rueda dentada motriz o conductora, una rueda dentada conducida y la cadena articulada. Las dimensiones de las cadenas y sus capacidades de transmisión están estandarizadas.

En la figura 8-1 se muestra una transmisión de cadenas de rodillos, donde se aprecian las ruedas dentadas, usualmente denominadas piñón para la rueda dentada motora y corona para la conducida.

8.1. Detalles constructivos

En la figura 8-2 se muestra un detalle de la construcción típica para cadenas de rodillos. Las cadenas estándar de transmisión se fabrican remachadas, es decir, los pasadores quedan remachados a las placas exteriores (y solidarios a ellas); y los bujes son remachados a las placas interiores.

Las 2 placas exteriores en conjunto con los 2 pernos conforman lo que se llama “eslabón exterior” o también “eslabón con pernos”; y las 2 placas interiores en conjunto con los 2 rodillos y los 2 bujes conforman lo que se denomina “eslabón interior” o “eslabón con rodillos”. Cuando se define una longitud de cadena para una transmisión, se cuentan tanto los eslabones internos como los externos. Por ejemplo, si para una transmisión particular se requieren 124 eslabones, significa que debe tener 62 eslabones internos y 62 eslabones externos

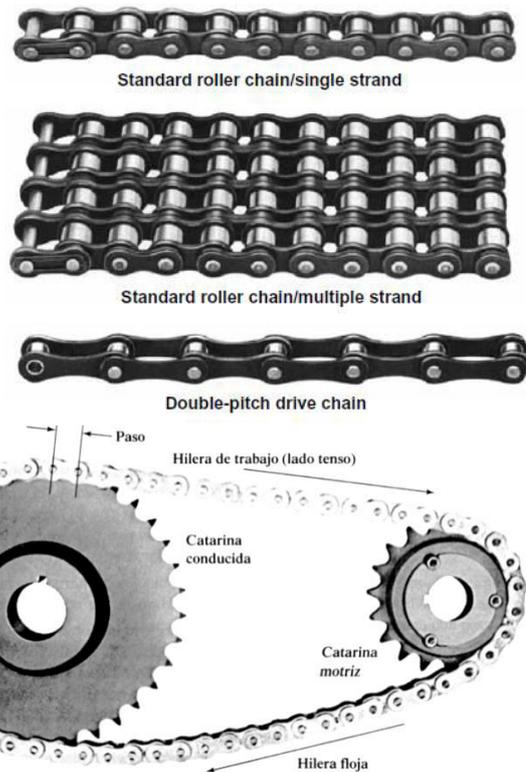


Figura 8-1: Esquema básico de transmisión de potencia por cadenas

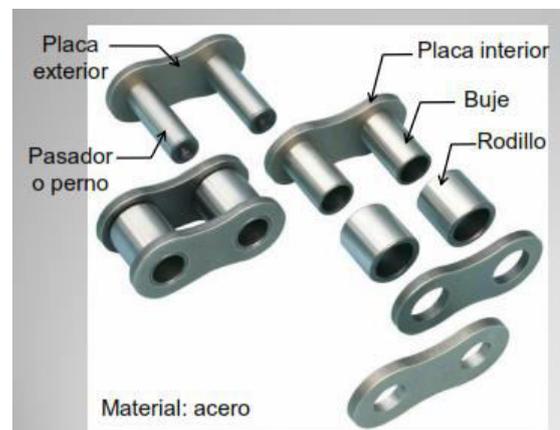


Figura 8-2: esquema constructivo cadena de rodillos

8.2. Tipos de cadenas usuales en la industria

Cadenas resistentes a la corrosión: Las cadenas de rodillos estándar hechas de acero inoxidable proveen un excelente desempeño en aplicaciones que requieren alta resistencia al ataque corrosivo. Las placas laterales se fabrican en AISI serie 300, y los pernos, bujes y rodillos se fabrican con acero AISI serie 400, suministrando una combinación balanceada entre resistencia a la corrosión, al desgaste y a la temperatura. Otra solución es cadenas de acero al carbono con protección superficial de níquel, zinc, o cromo (níquelada, galvanizada o cromada). Cada componente se protege superficialmente, y luego se ensamblan.

Cadenas resistentes al impacto: Las cadenas de series pesadas (resistentes al impacto) proveen capacidad adicional para resistir cargas de choque intermitente. Las características incluyen: mejoramiento en la resistencia a la fatiga, placas laterales gruesas y pasadores con tratamiento térmico. (Figura 8-3)



Figura 8-3

Holgura extra: La cadena de holgura extra está diseñada para aplicaciones severas, como por ejemplo, mezcladores de tránsito u otros usos que requieren entregar plena potencia a pesar de desalineamientos entre los piñones. Admiten hasta 8° de desalineación entre ejes, y hasta 4 in de desalineamiento entre piñones por cada 4 pies de longitud.

Cadena de rodillo con junta tórica (o'ring): Utiliza un o'ring en la sección transversal para sellar la lubricación mientras que evita que ingrese suciedad, humedad y otros contaminantes a la zona del perno, buje y rodillo. Tienen la gran ventaja de que no necesitan ser lubricadas, ya que son lubricadas durante el ensamblado de la cadena en fábrica. Disponible para simple paso entre 5/8" y 1

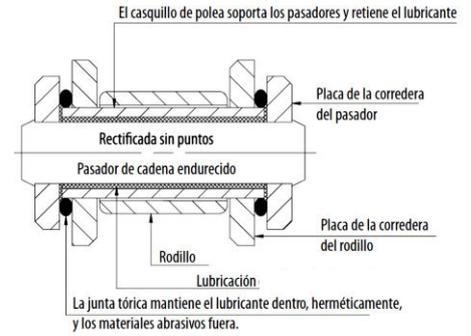


Figura 8-4: cadena con junta torica

1/4". Se usa en piñones estándar según la norma ANSI. (Figura 8-4)

Cadena flexible: Cadena con holgura extra que admite flexión y torsión. Es ideal para el uso en transportadores curvados o para transmitir potencia bajo condiciones de piñones desalineados. Disponible en 3/8" a 1" simple paso. (Figura 8-5)



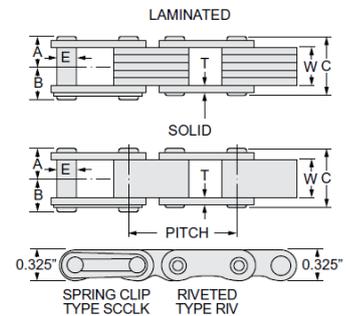
Figura 8-5: Cadena Flexible

Cadena de bloques: Se usa para carga liviana y transporte a baja velocidad. Es una cadena



Figura 8-6: Cadena de bloques

de precisión que consiste de enlaces en bloque (sólidos o laminados) y placas unidas por pasadores, todos los bloques de la cadena tienen paso de 1" y el ancho varía entre 3/16" y 1/2".



Cadena REDI-LUBE: Es auto-lubricada, de pared gruesa, impregnada con aceite, cuenta con buje de acero sinterizado que reemplaza el buje y el rodillo de la cadena estándar según la norma ANSI. Disponible en simple y doble paso. Tienen la ventaja que no requieren lubricación, pero su temperatura está limitada a 200°F.

Cadena de pasador hueco:

Idénticas geométricamente a las cadenas normales ANSI, la cadena de transporte de pasador



Figura 8-8: Cadena de pasador hueco

hueco ofrecen una ilimitada versatilidad para los diseños de transportadores.

Son construidas con eslabones especiales que tienen pasadores huecos montados en las placas. Este diseño único permite una fácil inserción de barras cruzadas o accesorios preensamblados para cadenas, en cualquier posición. Los accesorios pueden ser reposicionados sin mover la cadena del transportador. Está disponible con simple y doble paso, con o sin rodillo de transporte.

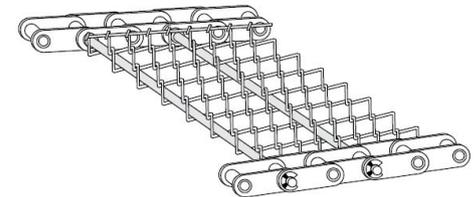


Figura 8-7: Cadena de pasador hueco usada para transporte, con barras cruzadas y malla de alambre

Cadenas de Transporte: Las cadenas de transporte estándar y de doble paso están disponibles con una selección de accesorios para posicionar los soportes,



Figura 8-9: Cadenas de Transporte

ángulos, rodillos, cruces y otros dispositivos de transporte.

Cadenas con lubricación restringida Las cadenas de doble paso con rodillos de gran diámetro fabricados con Delrin, combinan suavidad, operación silenciosa y larga vida. Es particularmente útil en aplicaciones de transporte de gran distancia entre ejes, y que requieren lubricación mínima o donde las condiciones de trabajo hacen difícil la lubricación.



8.3. Diseño de mandos de transmisión por cadenas de rodillos

8.3.1. Recomendaciones de diseño

Usualmente se pueden realizar varias selecciones del mando de transmisión para una aplicación dada. La consideración de la expectativa de vida, el espacio, la velocidad, el costo y factores similares en general sugieren la mejor selección.

A continuación, se presentan algunas recomendaciones que sirven de guía para la selección de transmisiones por cadenas de rodillos.

Capacidad de potencia: Los índices de potencia que se enlistan en las páginas C-9 a C-35 del catalogo del fabricante REXNORD, se aplican directamente a cadenas de rodillos de la serie pesada, lubricadas, simples y estándar. Las cadenas múltiples se seleccionan de las mismas tablas pero aplicando los factores que se encuentran en la tabla 2, página C-7. Las cadenas de acero inoxidable y otras variaciones de la cadena de rodillos estándar se seleccionan también de las tablas mencionadas pero se aplica el factor de material o de diseño apropiado que se obtiene de la tabla 3, página C-7.

Paso de la cadena: Se debe usar el paso más pequeño que cumpla los requerimientos de carga y potencia. Las cadenas simples satisfacen la mayoría de los requerimientos y son las más económicas. En el caso de transmisiones de alta velocidad o cuando se desean transmisiones silenciosas, se usan cadenas múltiples con paso pequeño, esto permite un mayor número de dientes en el piñón conductor y resulta en una operación de transmisión más suave.

Número de dientes para piñones pequeños: El número mínimo de dientes para el piñón pequeño varían según las condiciones de operación. Se recomienda:

- Transmisiones a muy baja velocidad: 12 dientes.

- Transmisiones a baja velocidad: 17 dientes.

- Transmisiones a velocidad moderada: 21 dientes.

- Transmisiones a alta velocidad: 25 dientes.

Dientes endurecidos: Esto es una buena práctica cuando se tienen piñones endurecidos con 25 dientes o menos en aplicaciones de

- Conducciones a muy baja velocidad con carga pesada.

- Conducciones a alta velocidad.

- Transmisión con grandes reducciones.

- Condiciones abrasivas o corrosivas.

Acción cordal: El ascenso y caída de cada paso de la cadena cuando se acopla al piñón se denomina **acción cordal** (también conocido como efecto poligonal) y causa repetidas variaciones de la velocidad. Como se observa en el gráfico, la acción cordal y la variación de velocidad disminuyen a medida que aumenta el número de dientes en el piñón pequeño. Este efecto es despreciable cuando se utilizan 25 o más dientes y resulta en una

operación más suave. Cuando se usan transmisiones de cadena para sincronizar componentes o procesos de precisión, se debe dar la consideración debida a tales variaciones. Por ejemplo, si una transmisión de cadena sincronizara el corte de película

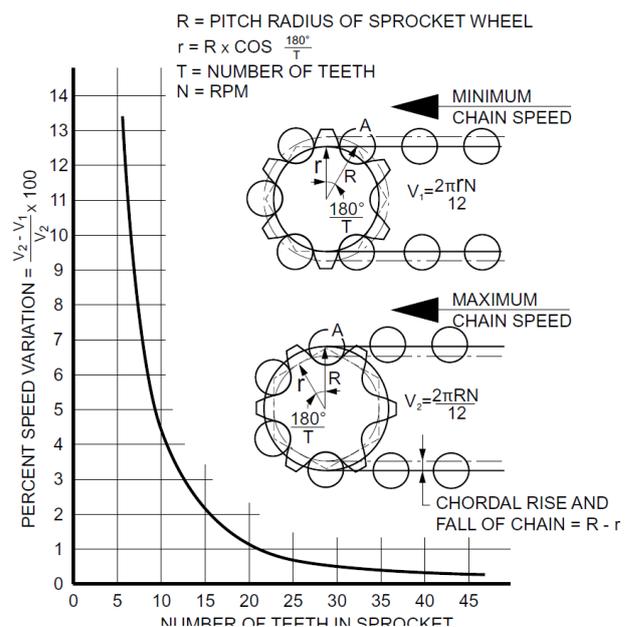


Figura 8-10: Gráficos del efecto poligonal por variación de velocidad cordal

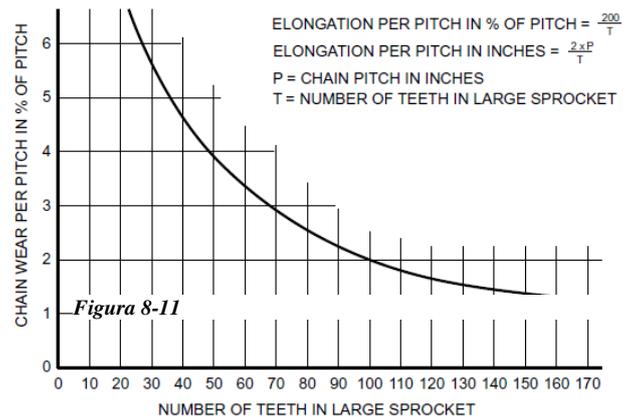
fotográfica con el avance de la misma, las longitudes de las hojas cortadas de película podrían variar demasiado debido a la variación cordal de velocidad; asimismo, las variaciones causan vibraciones dentro del sistema.

Operación silenciosa: En general, la velocidad y la potencia determinan el paso de la cadena pero cuando la operación silenciosa es esencial, se debe seleccionar una cadena ancha de paso pequeño y un piñón conductor con al menos 25 dientes.

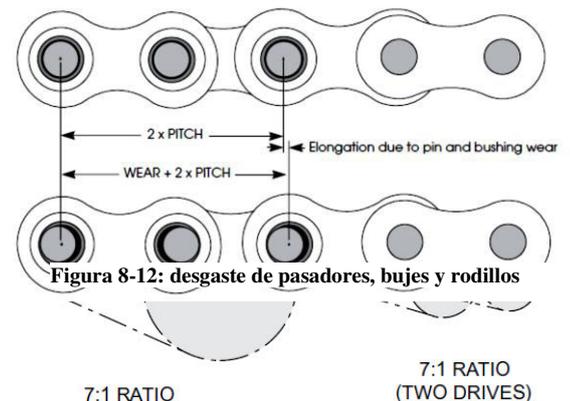
Número de dientes para el piñón grande: Tiene un efecto apreciable en el desgaste articular (o alargamiento del paso) el cual puede ser admitido por la cadena antes de que tienda a saltar o pasar sobre los dientes. Esto se ilustra en la figura 8-10. En general, la cadena de rodillos alcanza su vida útil de desgaste cuando el alargamiento por paso está en el rango de 2% a 3% del paso. Como se muestra en el gráfico, esto resulta en un máximo de 65-100 dientes para el piñón grande. Esto significa que, por ejemplo, si se selecciona un piñón mayor de 130 dientes, cuando el desgaste alcance 1,5 %, la cadena tendería a montarse sobre los dientes del piñón.

El máximo sugerido puede superarse haciendo una selección más conservadora de la cadena.

Cuando el espacio limita el diámetro del piñón grande, puede ser necesario elegir una cadena múltiple de paso pequeño para proporcionar un número de dientes suficientes para el piñón pequeño.



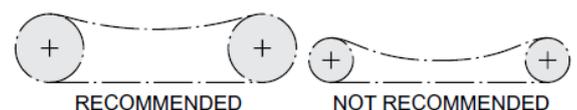
Desgaste de la cadena: Los eslabones de una cadena de rodillos articulan cuando ingresa y cuando salen del piñón. Esto genera un desgaste en los pasadores, bujes y rodillos (ver figura 8-11). El material que se desgasta provoca que la cadena se alargue (la cadena no se estira!!). El alargamiento máximo admisible de la cadena se calcula como $200/Z_2$, donde Z_2 es el número de dientes de la corona.



Relación de transmisión: Está determinada por las velocidades de conducción y de los ejes accionados.

Las conducciones diseñadas adecuadamente con proporciones hasta 1:10 pueden funcionar satisfactoriamente. Sin embargo, las conducciones con doble reducción que utilizan relaciones menores tienen mejores características de operación y en general son más económicas que aquellas que utilizan una sola reducción grande.

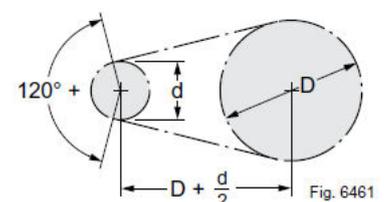
Se recomienda seleccionar piñones de diámetro grande para relaciones de transmisión 1:1 y 2:1, especialmente si se requiere operar en centros horizontales. Esto asegura una adecuada distancia entre los dos vanos de la cadena y evita que se choquen a medida que el desgaste aumenta. Esto es particularmente importante para conducciones largas entre centros fijos con el vano flojo de la cadena en la parte superior.



Las cadenas múltiples ramal y de paso pequeño en general son más económicas para mandos de **grandes relaciones de transmisión** en mínimas distancias entre ejes

Las cadenas simples con paso grande resultan más económicas para transmisiones con **relación de transmisión pequeña** entre centros separados grandes distancias.

Distancia entre centros: Debe ser mayor a la mitad de la suma de los diámetros



exteriores de los piñones para evitar la interferencia entre dientes. La distancia mínima sugerida está dada por el diámetro del piñón grande más la mitad del diámetro del piñón pequeño. Utilizando la distancia entre centros sugerida se asegura el abrace mínimo sugerido de la cadena de 120° en el piñón pequeño.

Para la mayoría de las aplicaciones, se puede asumir como distancia entre ejes el equivalente a 40 veces el paso de la cadena.

Tensión de la cadena: Para obtener la máxima vida de la cadena se debe mantener la tensión adecuada. Se recomienda hacer un ajuste inicial luego de las primeras **100 horas** de operación para eliminar la holgura que se genera tras el alargamiento inicial de la cadena. Luego de eso la frecuencia de los ajustes periódicos dependerá de las condiciones de operación.

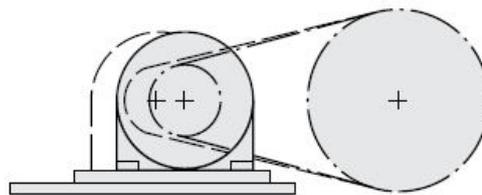


Figura 8-13: Instalación con eje móvil para ajuste de tensión

El método más simple para ajustar la tensión de la cadena es tener un **eje móvil**, éste es comúnmente usado en operaciones de conducción con motores eléctricos o de combustión interna dado que se pueden montar en placas de base ajustable o en carriles de deslizamiento.

En el caso de **centros fijos**, la tensión se ajusta mediante **tensores automáticos** o manuales. En el caso de que se realice manualmente, se debe controlar con frecuencia para comprobar el ajuste adecuado.

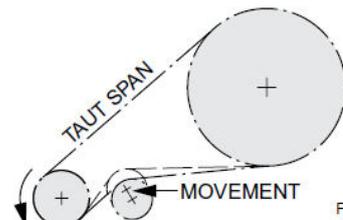


Figura 8-14: Instalación con centros fijos, con ajuste de tensión por tensor

La rueda dentada tensora debe tener un mínimo de 17 dientes y debe colocarse adyacente al piñón conductor de modo tal que al menos 3 dientes estén en contacto con el vano de la cadena que no transporta carga.

Se puede utilizar medio eslabón para ajustar el largo de la cadena cuando otros medios no están disponibles, se tienen enlaces de simple paso o de doble paso. Estos montajes son recomendados para transmisiones a alta velocidad o con carga pesada.

La tensión de la cadena debe ser mantenida cuidadosamente cuando se tiene alguna de las siguientes condiciones de operación:

- Centros fijos
- Centros verticales o casi verticales.
- Cargas por choque o pulsantes.
- Cambios en la dirección de rotación.

Largo de la cadena: En lo posible se debe utilizar un largo de cadena que elimine la necesidad de utilizar un medio eslabón (ver apartado 8-6), es decir, una cantidad de eslabones par.

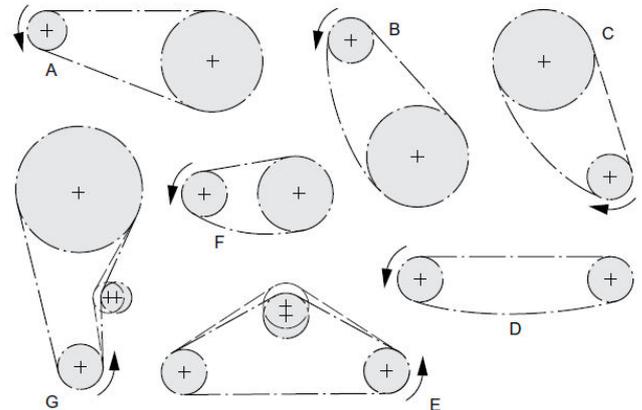
Centros fijos: Cuando el centro de los piñones no pueda ajustarse se debe realizar una selección conservadora de la cadena utilizando un factor de servicio mayor al indicado. A su vez, se debe proveer una buena lubricación.

Transmisiones a baja velocidad: La capacidad de las cadenas para velocidades extremadamente bajas no se muestran en las tablas de potencia. En estos casos, se debe seleccionar la cadena en base a la **fuerza de tracción**. La relación entre la **resistencia** de fuerza de la cadena y la **carga de trabajo** debe ser al menos 6.

Transmisiones que operan con velocidades variables: dentro de este grupo se encuentran las transmisiones que toman potencia desde un convertidor de par, de un motor con una transmisión de engranajes de varias velocidades o de un motor eléctrico de potencia constante y velocidad variable. En estos casos, se debe seleccionar la cadena basado en una **fuerza**. La relación entre la **resistencia de fuerza** y el pico máximo de carga no debe ser menor a 6. La selección se debe comparar con la tabla de potencia a la velocidad normal de operación.

Las transmisiones que operan con motores eléctricos de velocidad y potencia variable deben ser seleccionadas para satisfacer los requerimientos de carga máxima. Para la selección del paso de la cadena, las consideraciones están dadas por el rango de velocidades implicadas.

Disposiciones de transmisión preferenciales: Los arreglos que se ilustran a continuación son deseables para una vida óptima de la cadena. El sentido de rotación preferencial está indicado en cada disposición. En el caso de A, B y C pueden operar satisfactoriamente en ambos sentidos.



Otras disposiciones: Las siguientes disposiciones, en general, no son recomendadas pero pueden brindar un servicio satisfactorio si la tensión de la cadena se mantiene con precisión.

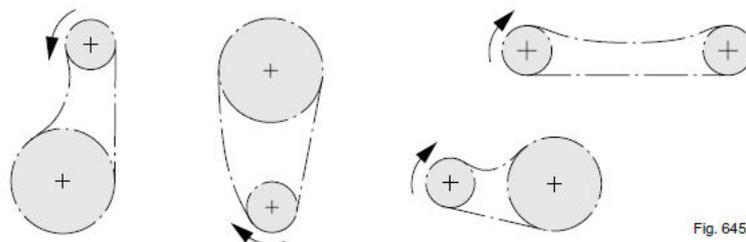


Fig. 6456

Condiciones de operación: Los factores de servicio que se encuentran en la Tabla 1, página C-7 (ver catalogo REXNORD), son para condiciones de operación normal. Se debe aumentar dicho factor para compensar alguna de las siguientes condiciones:

- Cargas de arranque pesadas.
- Arranque y frenado frecuentes.
- Lubricación menor a la recomendada por el método.
- Centros cercanos o fijos.
- Centros verticales, particularmente si el piñón pequeño está en la posición de abajo.
- Dos o más ejes accionados.
- Variación periódica de la carga por una revolución.
- Inversión del sentido de rotación
- Grandes relaciones de transmisión.

Lubricación: La lubricación adecuada es necesaria para la vida óptima de la cadena. Una guía general para el método de lubricación recomendado se indica en las tablas de Índice de potencia. Las recomendaciones se basan principalmente en la velocidad de la cadena. Para obtener información completa sobre la lubricación, apartado 8-4.

8.4. Lubricación

Generalmente, las cadenas deben ser lubricadas para alcanzar y mantener una eficiencia operativa alta y proveer una larga vida de servicio. Factores como las condiciones de operación, tamaño de la cadena, tipo de servicio, y método de lubricación influyen la vida de la cadena. Algunas transmisiones a baja velocidad se desempeñan satisfactoriamente con poca

lubricación, pero cuando las condiciones de operación lo permiten, una larga vida de la cadena resultará de una adecuada lubricación.

El principal propósito de la lubricación es proporcionar una película limpia de aceite en los puntos de transporte de carga completo donde se produce movimiento relativo. Para lubricar efectivamente las juntas de la cadena, el aceite debe ser distribuido en los espacios indicados en la figura 8-15. El aceite debe ser dirigido hacia el interior del tramo inferior de la cadena de modo que no sea

arrojado hacia afuera por la fuerza centrífuga antes de que penetre en la articulación de la cadena.

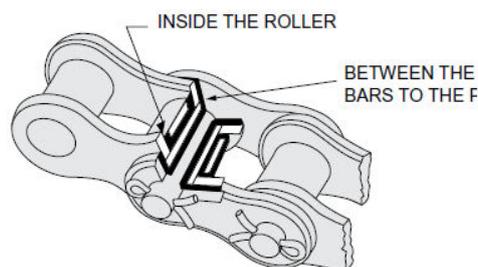
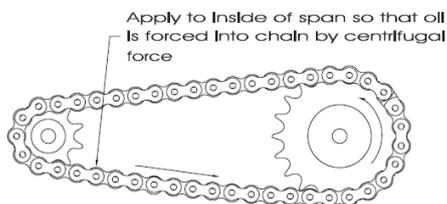


Figura 8-15: Esquema de la lubricación en eslabones de cadena de rodillos

8.4.1. Pre lubricación de fábrica

Las pruebas de laboratorio y la experiencia muestran que la fricción en las articulaciones de la cadena es mayor durante el período de adaptación, el lapso de tiempo entre la puesta en marcha y el momento en el que el sistema de lubricación comienza a funcionar efectivamente. Para minimizar la fricción durante este período crítico de operación, las cadenas de rodillos usualmente están prelubricadas de fábrica.

Queda demostrado que la prelubricación reduce el desgaste de los eslabones durante el período crítico de adaptación en un 50% aproximadamente. El resultado es una vida útil más larga para la cadena.

El mantenimiento subsecuente de una película limpia de aceite entre todas las superficies de apoyo es igualmente importante para una alta eficiencia operativa.

8.4.2. Selección del Lubricante

Las unidades que operan a temperatura ambiente deben ser

Temperatura ambiental °C	-5° +5°	+5° +25°	25°....45°	45°.... 70°
Clase ISO de viscosidad	VG 68 (SAE20)	VG 100 (SAE30)	VG 150 (SAE40)	VG 220 (SAE50)

Figura 8-16: selección de la viscosidad del lubricante en función de la temperatura

lubricadas con un aceite mineral SAE 30. Para operación a temperaturas extremas altas o bajas, se deben utilizar aceites con alta o baja viscosidad como los que se indican en la figura 8-16.

La figura 8-17 ayuda a la selección del lubricante de la cadena, en función de la temperatura y también en función del tamaño de cadena.

Los aceites minerales no deben ser utilizados para lubricar cadenas que operan a temperaturas superiores a 300°F (149°C). Bajo ciertas condiciones de funcionamiento, las cadenas que operan en ambientes de alta temperatura pueden ser efectivamente lubricadas con grafito coloidal disperso en una sustancia volátil adecuada. Estas soluciones penetran en las articulaciones de la cadena y, después de la evaporación del portador, dejan un fino depósito de grafito en la superficie de la articulación. Este tipo de lubricante debe ser aplicado por goteo o por brocha.

Chain No.	Ambient Temperature Range			
	-10°C - 0°C	0°C - 40°C	40°C - 50°C	50°C - 60°C
RS50 and smaller	SAE10W	SAE20	SAE30	SAE40
RS60 • RS80	SAE20	SAE30	SAE40	SAE50
RS100	SAE20	SAE30	SAE40	SAE50
RS120 and larger	SAE30	SAE40	SAE50	SAE60

Figura 8-17: selección de la viscosidad del lubricante en función de la temperatura y tamaño de cadena

8.4.3. Métodos sugeridos de Lubricación

Se han desarrollado varios métodos para la lubricación de cadenas de transmisión, cada uno se ajusta a un rango particular de condiciones de operación. Potencia, velocidad de la cadena y la posición relativa de los ejes son las consideraciones primarias. Los diversos métodos sugeridos y su rango de aplicación se describen a continuación.

La lubricación manual, por pincel o por goteo puede ser utilizada en unidades abiertas que operan en un ambiente no abrasivo. Estos métodos deben limitarse a transmisiones de baja potencia y baja velocidad. El lubricante se puede aplicar en los espacios entre las barras laterales con un cepillo o por goteo. En general se instalan depósitos lubricadores de goteo se montan en un tubo con agujeros espaciados para distribuir el aceite entre las barras laterales en el tramo inferior de la cadena. Entre 4 y 10 gotas por minuto son suficientes para lubricar transmisiones a muy baja velocidad, mientras que un mínimo de 20 gotas por minuto es recomendado para altas velocidades. La posición relativa de los ejes no es un factor cuando estos métodos de lubricación son utilizados.

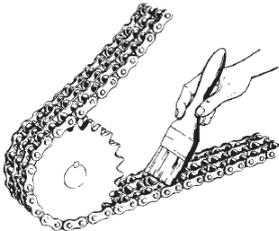


Figura 8-19: lubricación manual por pincel

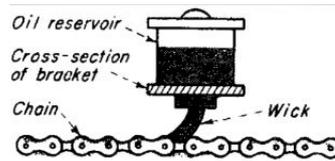


Figura 8-20: lubricación automática por pincel

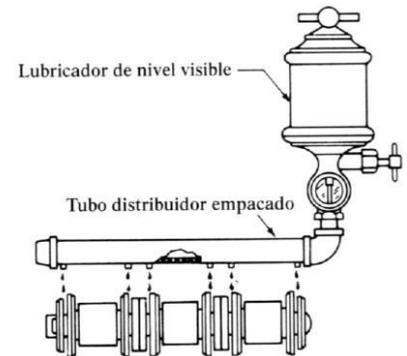


Figura 8-18: lubricación por goteo

La lubricación de baño es el método automático más simple para lubricar transmisiones cerradas y es altamente satisfactorio para velocidades bajas y moderadas. La cadena se sumerge en un depósito de aceite a una profundidad de aproximadamente media pulgada, de esta forma el lubricante baña completamente los eslabones de la cadena cuando pasan por esa zona. Sólo una longitud corta de la cadena debe pasar a través del aceite, preferiblemente el tramo inferior en el piñón de más abajo. (ver figura 8-21)

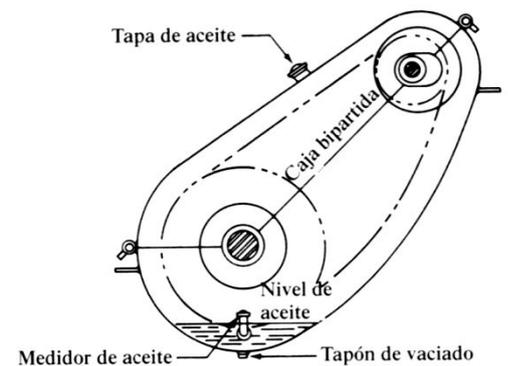


Figura 8-21: lubricación por baño

La lubricación de disco es muy efectiva para velocidad moderadamente alta y se usa frecuentemente cuando la disposición de la transmisión no es adecuada para la lubricación de baño. Un disco de aceite montado en el piñón inferior se sumerge una pulgada y media en un depósito de aceite. El aceite es arrojado del disco por la fuerza centrífuga, lubricando automáticamente la cadena la cual se mantiene por encima del nivel de aceite. Este método de lubricación no es efectivo a altas velocidades ni a velocidades muy bajas (ver figura 8-22)

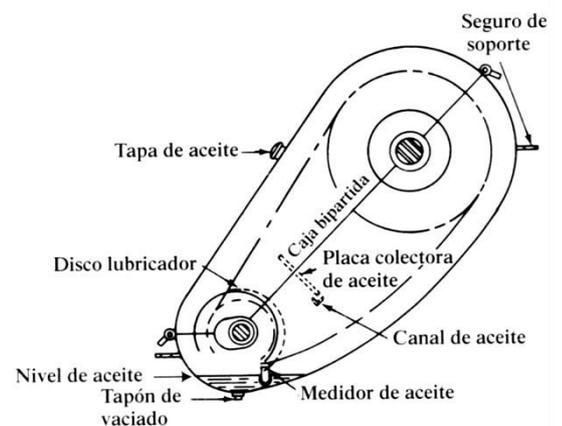


Figura 8-22: lubricación por disco

La lubricación forzada se recomienda para transmisiones de alta potencia, carga pesada, alta velocidad, o cuando no se puede usar lubricación de baño o de disco. Se usa una bomba de aceite para suministrar un rociado continuo de aceite al interior del tramo inferior de la cadena. La circulación del lubricante ayuda a disipar el calor.

La bomba puede ser accionada por un motor eléctrico; o estar acoplada a alguno de los ejes (motriz o conducido). Las bombas de capacidad de un galón por minuto son adecuadas para la mayoría de las transmisiones por debajo de los 200 hp. La posición relativa de los ejes no es un factor cuando se usa lubricación forzada.

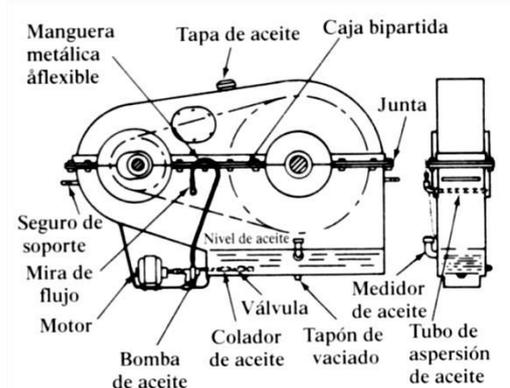


Figura 8-23: lubricación forzada

8.4.4. Carcasas de cadenas:

Las carcasas que retienen el aceite son una parte integral del sistema de lubricación cuando se usan los métodos de **baño**, **disco** o **forzado**. Solamente como medida de seguridad se requieren cubiertas para las unidades lubricadas por los métodos **manuales** o por **goteo**.

8.5. Instalación de cadenas de rodillos

Para obtener la máxima vida útil de la cadena y los piñones es necesaria una alineación adecuada, correcta tensión de la cadena, buena lubricación e inspección periódica. Para una **instalación** segura de la cadena y los piñones, se debe prestar cuidadosa atención a las siguientes instrucciones:

Desconectar la alimentación: el equipo desde estar desconectado eléctrica y/o mecánicamente para que no se accione accidentalmente durante los pasos de instalación, no hacerlo puede resultar en lesiones graves de los operarios. Los operarios de mantenimiento deben usar los correspondientes elementos de protección personal.

Alineación de ejes: Montar los piñones en sus respectivos ejes. Como se ilustra en la Figura 8-24, alinear los ejes horizontalmente con un nivel mecánico, y ajustar los ejes para la alineación en paralelo con un calibre vernier, o una barra comparadora. La distancia entre ejes en ambos lados de los piñones debe ser igual. Cuando los ejes han sido adecuadamente alineados, el motor, cojinetes, etc., deben ser atornillados firmemente en su lugar para que la alineación se mantenga durante la operación.

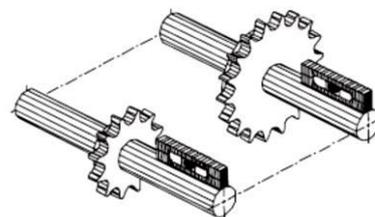


Figura 8-24: alineación de ejes

Alineación de los piñones: Los piñones deben estar en alineación axial para el correcto enlace entre la cadena y los dientes. Aplicar una regla a las superficies mecanizadas del piñón como se muestra en la figura 8-25. Ajustar los tornillos de fijación de los piñones para proteger contra el movimiento lateral y mantener la chaveta en posición.

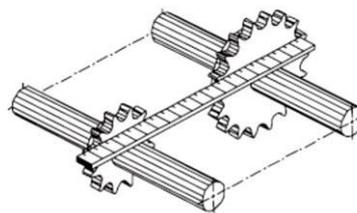


Figura 8-25: alineación de piñones

Instalación de la cadena: Inspeccionar la cadena para asegurarse que está libre de suciedad o particular antes de la instalación. Colocar la cadena alrededor de ambos piñones dejando los extremos juntos en un piñón como se muestra en la figura 8-26. Insertar el **eslabón de unión** (ver tema 8-6) y asegurarlo en su lugar. Debido a su flexibilidad, las cadenas pueden resultar difíciles de manipular. Cuando se está colocando, se toma por los eslabones de los extremos para evitar la posibilidad de pellizcar los dedos o las manos. No hacerlo puede resultar en lesiones personales.



Figura 8-26: eslabón de unión

Tensión de la cadena: Ajustar los centros de accionamiento para la correcta tensión de la cadena. Normalmente, las transmisiones horizontales e inclinadas deben ser instaladas con una flecha inicial igual a aproximadamente el 2% de la distancia entre centros. Las transmisiones verticales y aquellas sujetas a cargas de choque, inversión de rotación o frenado dinámico, deben ser operadas con ambos tramos de la cadena casi tensos. Se debe realizar inspección periódica para evitar la operación con deflexión excesiva y mantener la tensión adecuada de la cadena.

Para determinar la flecha, tirar de un lado de la cadena permitiendo que todo el exceso de cadena se acumule en el vano opuesto. Como se ilustra en la figura 8-27, colocar un borde recto sobre el tramo flojo y, bajando la cadena hacia el centro, medir la flecha de deflexión. Si es necesario, ajustar los centros de accionamiento para la deflexión sugerida resulte en una tensión correcta de la cadena.



Figura 8-27

8.6. Eslabones de unión

Existen en el mercado diferentes tipo de eslabones de unión, diferenciándose entre ellos fundamentalmente por el sistema de sujeción de los pasadores. Para aplicaciones normales se pueden usar los eslabones de unión estándar. Los más conocidos son:

Fijación por seguro elástico: estos son utilizados hasta tamaño de cadena ANSI 60 inclusive. Proveen un método fácil y rápido de asegurar el eslabón de unión, y es reutilizable. El inconveniente es que se debe tener precaución de sentido de movimiento de la cadena al momento de la instalación.



Figura 8-28: eslabón de unión con seguro elástico.



Figura 8-29: eslabón de unión con pasador de chaveta

Fijación por pasador de chaveta: estos son utilizados hasta tamaños de cadenas desde ANSI 80 hasta ANSI 180 inclusive. No son reutilizables, se recomienda que una vez que se retiran para cambiar la cadena o hacer mantenimiento, sean reemplazados. Se usa 1 chaveta en cada pasador. (fig. 8-29)

Fijación por chaveta curva: estos son utilizados hasta tamaños de cadenas desde ANSI 80 hasta ANSI 180 inclusive. (fig. 8-30). A diferencia del caso anterior, se usa una sola chaveta de acero endurecido que atraviesa ambos pernos.



Figura 8-30: eslabón de unión con chaveta curva.



Figura 8-31: Medio eslabón

Medio eslabón con fijación por chaveta: es un tipo especial de eslabones (fig.8-31) que sirve para unir cadenas cuando éstas tienen una cantidad de eslabones impar. La particularidad es que

está conformado por medio eslabón interno (placa interior con bujes y rodillos) y medio eslabón externo (placas exteriores con perno). El inconveniente es que tiene una probabilidad de falla mayor, ya que tienden a fallar en la zona de los plegados de las placas, por formarse concentración de tensiones.

8.7. Piñones

8.7.1. Material y dureza

El material de los piñones y la dureza de los dientes junto con el mecanizado adecuado, son tan importantes para la vida útil de la transmisión como la correcta selección de la cadena o la adecuada lubricación. El material y la dureza tienen una fuerte influencia en la tasa de desgaste de los dientes y, por lo tanto, en el mantenimiento de la interacción óptima entre la cadena y el piñón.

La severidad y frecuencia de la carga de los dientes, el ambiente y condiciones de operación similares forman las bases para la selección del material. Por ejemplo, el piñón pequeño en general se hace de alto carbono, más acero resistente al desgaste ya que sus dientes están en contacto con la cadena más a menudo que los del piñón grande. La frecuencia del contacto es directamente proporcional a la velocidad de los ejes conductor y conducido. Con esta y otras condiciones de operación en mente, se han establecido las normas del cuadro al final.

8.7.2. Materiales recomendados

Los materiales se indican en la tabla. Las recomendaciones sobre el material y la dureza de los dientes se basan en la velocidad de la cadena, el número de dientes y las condiciones de operación. Cuando las transmisiones se diseñan para un período corto de operación, puede ser deseable especificar una dureza más baja que la indicada en la tabla.

Velocidad de La cadena FPM	Cantidad de dientes	Material y dureza recomendada	
		Condiciones normales de operación	Condiciones severas de operación
Hasta 600	25 o menos	Acero de medio carbono con una dureza aproximada de 170 Brinell	Acero de medio carbono con dientes endurecidos a 35 Rc Rockwell como mínimo
	26 o mas	Acero de medio carbono con una dureza aproximada de 170 Brinell; o fundición con una dureza mínima de 183 Brinell	Acero de medio carbono con dientes endurecidos a 35 Rc Rockwell como mínimo; o aleaciones
Mayor a 600	25 o menos	Acero de medio carbono con dientes endurecidos a 35 Rc Rockwell como mínimo	Acero de medio carbono con dientes endurecidos a 35 Rc Rockwell como mínimo
	26 o mas	Acero de medio carbono con una dureza aproximada de 170 Brinell; o fundición con una dureza mínima de 183 Brinell	Acero de medio carbono con dientes endurecidos a 35 Rc Rockwell como mínimo; o aleaciones

- Las condiciones de operación se consideran normales cuando las transmisiones están encerradas y adecuadamente lubricadas, o cuando operan abiertas en una atmósfera limpia con amplia lubricación.
- Las condiciones de operación se consideran severas cuando las transmisiones están sujetas a frecuentes sobrecargas pesadas, golpes o cargas pulsantes, lubricación inadecuada o al operar en una atmósfera abrasiva o corrosiva.

9. Bibliografía

- “**Diseño en Ingeniería Mecánica**”, Joseph Edward SHIGLEY, Charles Mischke, Ed. Mc. Graw Hill, 8va edición.
- “**Diseño de elementos de maquinas**”, V.M. FAIRES, Editorial Montaner y Simon - Barcelona 4ta edición.
- “**Diseño de elementos de maquinas**”, Robert L. MOTT – Prentice Hall – 4ta edición
- “**Elementos de Maquinas**”, Bernard HAMROCK - Ed. Mc. Graw Hill, 1ra edición.
- **Catálogo correas GOOD YEAR (www.goodyearep.com)**
- **Catálogo correas OPTIBELT (www.optibelt.com)**
- **Catálogo correas GATES (www.gates.com)**
- **Catálogo REXNORD**
- **Catálogo cadenas SKF**
- **Catálogo cadenas DIAMOND**