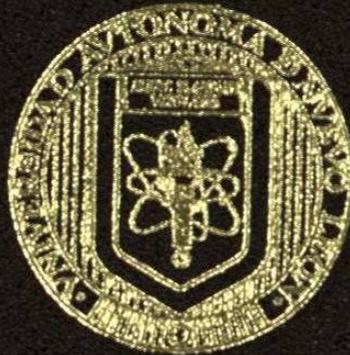


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



TEMA DE TESIS:
"DISEÑO DE ELEMENTOS FLEXIBLES PARA LA TRANSMISIÓN DE
POTENCIA MECÁNICA MEDIANTE EL USO DE LA COMPUTADORA"

QUE PRESENTA EL

ING. JOSÉ RAMÍREZ LOZANO

TESIS

EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
DE LA INGENIERÍA MECÁNICA CON ESPECIALIDAD
EN DISEÑO MECÁNICO

CD. UNIVERSITARIA

JUNIO DEL 2000

J. R. L.

"DISEÑO DE ELEMENTOS FLEXIBLES PARA LA TRANSMISIÓN DE
POTENCIA MEDIANTE EL USO DE LA COMPUTADORA"

TM
Z5853
.M2
FIME
2000
R35



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



TEMA DE TESIS:

"DISEÑO DE ELEMENTOS FLEXIBLES PARA LA TRANSMISION DE
POTENCIA MECANICA MEDIANTE EL USO DE LA COMPUTADORA"

QUE PRESENTA EL

ING. JOSE RAMIREZ LOZANO

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
DE LA INGENIERIA MECANICA CON ESPECIALIDAD
EN DISEÑO MECANICO

CD. UNIVERSITARIA

JUNIO DEL 2000



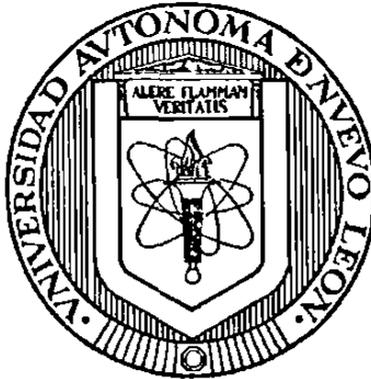
0151-41160

TH
Z5853
•H2
FINE
2000
R35



FONDO
TESIS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



TEMA DE TESIS:
**“DISEÑO DE ELEMENTOS FLEXIBLES PARA LA TRASMISIÓN DE
POTENCIA MECÁNICA MEDIANTE EL USO DE LA COMPUTADORA”**

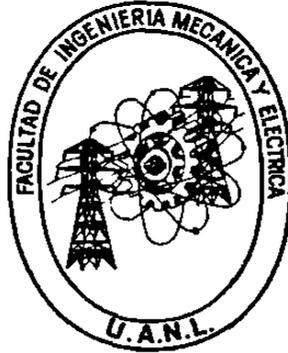
QUE PRESENTA EL
ING. JOSÉ RAMÍREZ LOZANO

TESIS:
**EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
DE LA INGENIERÍA MECÁNICA CON ESPECIALIDAD
EN DISEÑO MECÁNICO**

CD. UNIVERSITARIA

JUNIO DEL 2000

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



TEMA DE TESIS:

**“DISEÑO DE ELEMENTOS FLEXIBLES PARA LA TRANSMISIÓN DE
POTENCIA MECÁNICA MEDIANTE EL USO DE LA COMPUTADORA”**

QUE PRESENTA EL

ING. JOSÉ RAMÍREZ LOZANO

TESIS:

**EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
DE LA INGENIERÍA MECÁNICA CON ESPECIALIALIDAD
EN DISEÑO MECÁNICO**

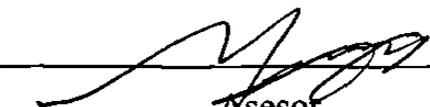
CD. UNIVERSITARIA

JUNIO DEL 2000

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis “Diseño de Elementos Flexibles para la Transmisión de Potencia Mecánica mediante el uso de la Computadora”, realizada por el alumno Ing. José Ramírez Lozano con número de matrícula 0029349, sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería Mecánica con especialidad en Diseño Mecánico.

El comité de tesis:


Asesor
M.C. Moisés Espinoza Esquivel


Coasesor
M.C. Daniel Ramírez Villarreal


Coasesor
M.C. David Antonio Oliva Alvarez


Vo. Bo.
M.C. Roberto Villarreal Garza
División de Estudios de Post-Grado

DEDICATORIAS

Este trabajo de tesis lo dedico muy sinceramente a mi madre **Ernestina Lozano de R.** (q.e.p.d.) a mis hijos: **Edith Gabriela, José Ernesto y Martha Alejandra Ramírez Q.**, a mis hermanos: **Dr. R. Gonzalo, Lic. Emma e Ing. Rubén Ramírez Lozano**, a mis hermanos políticos, a mis sobrinos y a mis compañeros colegas del **Departamento de Diseño de Máquinas de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la U.A.N.L.** a quienes estoy seguro este trabajo de tesis les será de mucha utilidad.

Pero muy especialmente lo dedico a mi compañera de casi dos décadas: a la **Lic. Eva Martha Quesada de R.** quien me impulsó y ayudó a la culminación de mis estudios de maestría así como la ejecución de este trabajo de tesis.

PRÓLOGO

El diseño de transmisiones mecánicas ya sea mediante elementos rígidos o mediante elementos flexibles requiere de muchos pasos y cálculos. En ocasiones es necesario generar varios diseños alternos antes de especificar el que se considere como el diseño más óptimo.

Lo anterior trae como necesidad el uso de programas computacionales. Estos reducen el tiempo requerido y la necesidad de hacer cálculos laboriosos. Mediante una computadora la ejecución de estos programas se puede efectuar en cuestión de segundos.

Muchas de las decisiones normalmente tomadas por el Ingeniero o Diseñador pueden ser ejecutadas por la computadora. Sin embargo, el Ingeniero o Diseñador debe mantener el control y estar involucrado en el proceso de diseño.

Para lo anterior los programas desarrollados en esta tesis serán interactivos usando como lenguaje el BASIC para poder tomar decisiones durante la ejecución del programa.

Los programas están escritos en lenguaje BASIC, disponible en la mayor parte de los sistemas de computación y de las computadoras personales

Cada programa en esta tesis es acompañado por diagrama de flujo que muestra la lógica del programa en forma de diagrama.

Las transmisiones mecánicas mediante elementos flexibles diseñadas en este trabajo de tesis constituyen la mayoría de las transmisiones utilizadas en la industria. Los casos diseñados en este trabajo son transmisiones reales que están operando en diferentes empresas.

La secuencia para el desarrollo del diseño de los diferentes elementos flexibles para transmisión de potencia es el siguiente:

1. Clasificación de los elementos
2. Características de cada elemento
3. Designación estándar de cada elemento.
4. Elaboración de un procedimiento analítico para la selección de los elementos
5. Elaboración de un programa y su respectivo diagrama de flujo para la selección de elementos.
6. Desarrollo de un diseño para cada elemento utilizando ambos procedimientos.

INDICE GENERAL

Capitulo

1 Síntesis.....	12
2 Introducción.....	14
2.1 Descripción del problema.....	14
2.2 Objetivo de la Tesis	14
2.3 Definición de Hipótesis.....	14
2.4 Justificación del Trabajo de Tesis.....	14
2.5 Límites del Estudio de la Tesis	15
2.6 Metodología a Emplear	15
2.7 Revisión Bibliográfica	15
3 Clasificación general de los elementos flexibles para la transmisión de potencia	16
3.1 Tipos de elementos para la transmisión de potencia	16
3.2 Tipos de elementos flexibles.....	16
3.3 Comparación entre las transmisiones mediante elementos flexibles y las transmisiones mediante otros elementos mecánicos	17

4 Transmisiones mediante bandas	18
4.1 Tipos de bandas	18
4.2 Factores que afectan la selección de un sistema con bandas.....	20
4.2.1 Funcionamiento.	20
4.2.2 Aplicación.....	20
4.2.3 Geometría.....	20
4.2.4 Medio ambiente.	20
4.2.5 Seguridad.	21
4.2.6 Comercial.	21
4.3 Ventajas de transmisiones con bandas.	23
4.4 Selección del tipo de banda.	23
4.5 Transmisiones con bandas planas.....	25
4.5.1 Ventajas de las bandas planas sobre otros sistemas de transmisión de potencia.	25
4.5.2 Relaciones básicas.	26
4.5.3 Angulo de contacto.	29
4.5.4 Longitud de la banda.....	30
4.5.5 Factores de servicio y potencia de diseño.....	32
4.5.6 Designación de las bandas planas.....	33
4.5.7 Selección de la sección de las bandas planas.....	34
4.5.8 Forma y tamaño de las poleas para bandas planas.	35
4.5.9 Potencia admisible por banda.	36

4.6	Transmisiones con bandas redondas.....	35
4.7	Transmisiones mediante bandas trapezoidales o en V.	37
4.7.1	Designaciones normales de las bandas en V.	39
4.7.2	Identificación de las bandas en V clásicas y angostas.....	45
4.7.3	Identificación de las poleas para bandas clásicas y angostas.	45
4.7.4	Diseño de una transmisión mediante bandas en V.	60
4.7.5	Programa para el diseño de transmisiones mediante bandas en V angostas.	69
4.7.6	Ejemplo ilustrativo del diseño de una transmisión mediante bandas en V angostas.....	72
4.8	Transmisiones mediante bandas de sincronización.	75
4.8.1	Tipo de bandas de sincronización.....	75
4.8.2	Tamaños estándar de bandas de sincronización.....	79
4.8.3	Terminología para bandas de sincronización de dientes trapezoidales.	81
4.8.4	Terminología para poleas de bandas de sincronización de dientes trapezoidales.	82
4.8.5	Diseño de una transmisión con bandas de sincronización.....	84
4.8.6	Programa para el diseño con bandas de sincronización.	102
4.8.7	Ejemplo ilustrativo del diseño de una transmisión mediante bandas de sincronización.	105

5	Transmisiones mediante cadenas.....	107
5.1	Tipos de cadenas aplicadas a la transmisión de potencia.....	107
5.2	Ventajas de transmisiones con cadenas.	107
5.3	Transmisiones mediante cadenas de rodillos.....	108
5.3.1	Designación de las cadenas de rodillos.	111
5.3.2	Cadenas de rodillos de tramos múltiples.	112
5.3.3	Cadenas de rodillos para carga pesada y de doble paso.	113
5.3.4	Consideraciones para la selección de cadenas de rodillos.	114
5.3.5	Diseño de una transmisión mediante cadenas de rodillos.....	115
5.3.6	Programa para el diseño de una transmisión mediante cadenas de rodillos.	123
5.3.7	Ejemplo ilustrativo del diseño de una transmisión mediante cadena de rodillos.	126
5.4	Transmisiones mediante cadenas de dientes invertidos o silenciosas.	128
5.4.1	Descripción de las cadenas de dientes invertidos.	128
5.4.2	Designación estándar de las cadenas de dientes invertidos.	130
5.4.3	Recomendaciones para el diseño de transmisiones con cadenas de dientes invertidos.....	131
5.4.4	Diseño de transmisiones con cadenas de dientes invertidos.....	132
5.4.5	Programa para el diseño de transmisiones con cadenas de dientes invertidos.....	137
5.4.6	Ejemplo ilustrativo del diseño de una transmisión mediante cadena de dientes invertidos.	139

6	Transmisiones mediante cables.	141
6.1	Designaciones estándar para cables metálicos.	143
6.2	Materiales y resistencias de los cables metálicos.....	146
6.3	Selección de los cables metálicos.....	146
6.4	Determinación de las dimensiones de los tambores o poleas.	151
7.	Conclusiones y recomendaciones.	155
	Bibliografía.	157
	Listado de Tablas.	160
	Listado de Figuras.	164
	Apéndice A. Glosario	168
	Apéndice B. Terminología técnica Español - Inglés, Inglés - Español	170
	Apéndice C. Nomenclatura.	175
	Apéndice D. Estándares para elementos flexibles para la transmisión de potencia.	177
	Resumen Autobiográfico.	181

CAPITULO 1

SINTESIS

Clasificación general de los elementos flexibles para la transmisión de potencia.

En este capítulo se muestra una clasificación de los diferentes tipos de elementos flexibles para la transmisión de potencia así se hace un análisis comparativo de estos con otros elementos rígidos como son los engranes.

Transmisiones mediante bandas.

En este capítulo se analizan los diferentes tipos de bandas comerciales, sus tamaños y secciones estandarizados, el tamaño estándar de las poleas, los estándares de ajuste por operación y mantenimiento.

Se efectúan en este capítulo ejemplos de selección de transmisiones con los principales tipos de bandas y poleas comerciales. Para cada ejemplo de transmisión de banda diseñada se adjunta un programa interactivo mediante el uso del lenguaje BASIC con su diagrama de flujo respectivo.

Transmisiones mediante cadenas.

En este capítulo se analizan los diferentes tipos de cadenas comerciales empleadas en la transmisión de potencia, sus tamaños y secciones estandarizados y el tamaño estándar de las catarinas.

Se efectúan en este capítulo ejemplos de selección de transmisiones con los principales tipos de cadenas y catarinas comerciales. Para cada ejemplo de transmisión de cadena diseñada se adjunta un programa interactivo usando como lenguaje el BASIC con su diagrama de flujo respectivo.

Transmisiones mediante cables.

Aunque los cables son los elementos flexibles menos utilizados en las transmisiones de potencia su uso es muy específico y difiere de la forma en que utilizan las bandas y las cadenas. En este capítulo se hace una clasificación de estos con algunas de sus aplicaciones siguiendo el procedimiento recomendado por los fabricantes.

Conclusiones y recomendaciones.

En este capítulo se hacen las recomendaciones para aplicación de la computadora así como las limitaciones del uso de la misma para el diseño de transmisiones mediante elementos flexibles.

CAPITULO 2

INTRODUCCION

2.1 Descripción del problema.

El análisis y diseño de transmisiones mecánicas mediante elementos flexibles requieren en la actualidad del uso de una buena cantidad de ecuaciones y tablas. Debido a limitaciones de espacio, los libros o publicaciones especializados que tratan sobre el tema dedican generalmente poco material al respecto o se concretan solo al diseño de unos cuantos tipos de elementos flexibles de máquinas.

2.2 Objetivo de la Tesis.

Esta Tesis tiene como objetivo el análisis y selección de los componentes principales que forman las transmisiones mecánicas que requieren de Elementos Flexibles mediante el uso de programas computacionales ejecutables. Los programas serán aplicables a la mayoría de los elementos flexibles tales como bandas, cadenas y cables existentes en la actualidad.

El uso de programas de computación agilizará el diseño de los elementos que se estudiarán en este trabajo.

2.3 Definición de Hipótesis.

Se considerará como hipótesis que los elementos que forman los diseños se fabriquen de acuerdo a normas y cumplan con las especificaciones dadas por los fabricantes de los mismos.

2.4 Justificación del Trabajo de Tesis.

Facilitar el diseño de los componentes que forman las diferentes transmisiones mecánicas que utilizan elementos flexibles mediante métodos modernos de computación.

Los programas de diseño de estos elementos podrán ser aplicables en los Laboratorios de Diseño de Elementos de Maquinas de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la U.A.N.L.

2.5 Limites del Estudio de la Tesis.

El estudio de este trabajo se limitara al diseño de elementos flexibles y no al de los elementos rígidos para la transmisión de potencia tales como engranes, coples, ejes y otros más. Sin embargo, cuando se requerirá se mencionara el uso de estos últimos para compararlos con los elementos flexibles.

El estudio tampoco cuestionara la información proporcionada por fabricantes respecto a capacidades de equipos pero si hará las observaciones necesarias en caso de detectar posibles errores en las mismas.

2.6 Metodología a emplear.

Para el desarrollo de esta Tesis se recopilara la información mas reciente que haya sobre los diferentes elementos flexibles aplicados a la transmisión de potencia mecánica consultando especificaciones de fabricantes, de asociaciones de Ingeniería, de libros y publicaciones sobre el tema etc.

Paso seguido se analizará la información obtenida para posteriormente elaborar los programas de diseño requeridos para las diferentes aplicaciones

Los resultados obtenidos serán comparados con los diseños efectuados por los métodos convencionales.

2.7 Revisión Bibliográfica.

Los textos e información técnica consultados en esta tesis como fuente informativa ofrecen análisis completos así como ejemplos ilustrativos para el desarrollo de la misma.

CAPITULO 3

CLASIFICACIÓN GENERAL DE ELEMENTOS FLEXIBLES PARA LA TRANSMISIÓN DE POTENCIA.

3.1 Tipos de elementos para la transmisión de potencia.

La transmisión de potencia de un equipo motriz o impulsor a un equipo impulsado se puede efectuar en forma directa o en forma indirecta.

Los elementos mecánicos que transmiten la potencia en forma directa son: coples, barras de torsión, embragues y frenos.

Los elementos mecánicos que transmiten potencia en forma indirecta pueden ser elementos rígidos como el caso de los engranes o bien elementos flexibles como las bandas. Estos últimos elementos serán analizados durante el desarrollo en esta tesis.

3.2 Tipos de elementos flexibles.

Los elementos flexibles para la transmisión de potencia se clasifican en tres grupos principales:

- Bandas.
- Cadenas
- Cables.

De la misma manera las bandas se clasifican en cuatro grupos principales:

- Bandas Planas.
- Bandas Trapezoidales o en V.
- Bandas Redondas.
- Bandas Reguladoras o de Sincronización.

Las cadenas más utilizadas para transmisión de potencia se clasifican en dos grupos principales:

- Cadenas de Rodillos.
- Cadenas de Dientes Invertidos o Silenciosas.

En el caso de los cables estos se clasifican por el material del cual está constituido:

- Cables de Cáñamo.
- Cables de Algodón.
- Cables Metálicos..

3.3 Comparación entre las transmisiones con elementos flexibles y las transmisiones con otros elementos mecánicos.

No existe la forma de transmisión mecánica que sea la más adecuada para todos los sistemas de máquinas. Los elementos flexibles se utilizan en sistemas de transporte y en la transmisión de potencia mecánica a distancias relativamente grandes. Frecuentemente estos elementos se utilizan para sustituir a engranes, ejes, coples y a otros dispositivos mecánicos de transmisión relativamente rígidos. Su aplicación en muchos casos simplifica el diseño de la transmisión o de la máquina reduciendo significativamente su costo.

CAPITULO # 4

TRANSMISIONES MEDIANTE BANDAS.

Las transmisiones mediante bandas son mecanismos formados por bandas y poleas que se encargan de transferir la rotación (con una cierta potencia) entre dos ejes (paralelos o no), por medio de la fuerza de rozamiento generada entre las poleas y la banda (excepto en las *bandas de sincronización* en que la transferencia se asegura por empuje). El mecanismo (**Figura 4.1**) está costituido por dos poleas (elementos 2 y 4) que giran sobre los correspondientes rodamientos del bastidor (elemento 1) y que están unidos por medio del elemento flexible o banda (elemento 3).

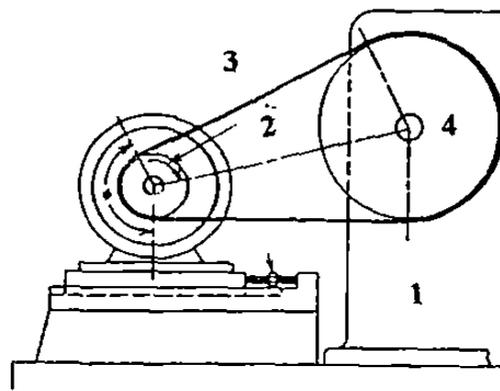


Fig. 4.1 Transmisión típica mediante bandas

4.1 Tipos de bandas.

Las bandas utilizadas para transmisión de potencia se clasifican como ya se menciono antes en 4 grupos principales:

- Bandas planas.
- Bandas trapezoidales o en V.
- Bandas redondas.
- Bandas reguladoras o de sincronización.

La **Tabla 4.1** muestra los principales tipos de bandas así como algunas de sus características operativas.

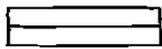
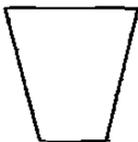
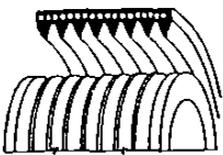
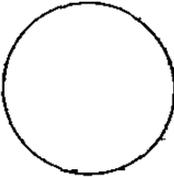
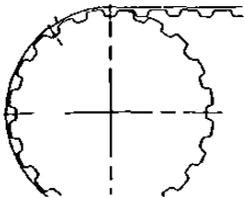
TIPO DE BANDA	SECCION	CONSTRUCCION	CARACTERISTICAS
PLANA		CUERO HULE O CAUCHO REFORZADA CON FIBRAS SINTETICAS	ALTA RESISTENCIA, PESO MODERADO, AMPLIO RANGO DE SECCIONES, MUY FLEXIBLE, RESISTENTE AL ACEITE, ALTOS LIMITES DE VELOCIDAD POLEAS DE BAJO COSTO, ALTA RELACION DE VELOCIDAD, DESGASTE EN POLEAS DESPRECIABLE
TRAPEZOIDAL CLASICA SERVICIO PESADO		HULE O CAUCHO REFORZADA CON FIBRAS NATURALES	MODERADA RESISTENCIA A LA TEMPRATURA, ALTA RESISTENCIA AL ACEITE, ALTA RESISTENCIA AL FUEGO, POCO AJUSTE INICIAL EN LA BANDA, LARGA VIDA POR FATIGA A LA FLEXION, BAJA ABSORCION DE AGUA
TRAPEZOIDAL ANGOSTA SERVICIO PESADO		HULE O CAUCHO REFORZADA CON FIBRAS SINTETICAS	ALTA RELACION POTENCIA / TAMAÑO, ALTA RESISTENCIA AL CALOR, BAJO COSTO/POTENCIA, EN COMPARACION CON LA CLASICA, MAYOR FLEXIBILIDAD QUE LA CLASICA, APROPIADA PARA ALTA POTENCIA Y POLEAS PEQUEÑAS.
TRAPEZOIDAL ACANALADA		HULE O CAUCHO REFORZADA CON FIBRAS SINTETICAS	ALTA FLAXIBILIDAD, ALTOS LIMITES DE VELOCIDAD, BAJO DESGASTE EN LAS POLEAS, RESISTENCIA AL ACEITE, APROPIADA PARA ALTAS VELOCIDADES.
REDONDA		HULE O CAUCHO REFORZADA CON FIBRAS SINTETICAS	APLICACIONES EN BAJAS VELOCIDADES, RESISTENCIA AL ACEITE, APLICACIONES DE BAJA POTENCIA TALES COMO INSTRUMENTOS DE MEDICION, TRANSMISIONES DE 1/4 DE VUELTA O TRANSMISIONES INTERMITENTES
SINCRONICA		HULE O CAUCHO REFORZADA CON FIBRAS SINTETICAS	PROPORCIONA RELACION ENTRE EJES CONSTANTE, APROPIADA CUANDO SE REQUIERE DE SINCRONIZACION ENTRE EJES,

Tabla 4.1 Tipos de bandas y sus características operativas.

4.2 Factores que afectan la selección de un sistema con bandas.

Los factores más importantes que afectan la selección de un sistema mediante bandas se muestran en la Fig. 4.2 y se comentan a continuación.

4.2.1 Funcionamiento.

La función principal de un sistema de transmisión mediante bandas es la de transmitir par torsional entre dos ejes, a menudo con un cambio de velocidad angular en el proceso. Por tanto, el funcionamiento de la transmisión con bandas esta en función de la potencia que pueda transmitir. La relación de velocidades entre los ejes es también importante y tiene sus limitaciones dependiendo del tipo de banda.

4.2.2 Aplicación.

El montaje y desmontaje de las transmisiones con banda son cruciales para su operación económica. La mayoría de las bandas estándar son suministradas en lazos cerrados de modo que se requiere que sean ajustadas en campo. Se deben hacer preparaciones para permitir inspecciones y mantenimiento periódicamente. Es necesario hacer notar que la mayoría de las secciones de banda no son intercambiables y deben utilizarse poleas de la misma sección.

4.2.3 Geometría.

Varias configuraciones pueden satisfacer el diseño. El espacio disponible puede ayudar a determinar el arreglo de bandas. El espacio axial disponible, la distancia entre ejes y los diámetros de poleas requeridos pueden afectar la selección final. Es más importante proporcionar los medios para la tensión de la banda para ajustarla antes o durante el servicio. El desalineamiento entre poleas es la causa mayor de la falla prematura de las bandas, por lo que se debe prever el aseguramiento de su correcto alineamiento.

4.2.4 Medio Ambiente.

Puesto que la mayoría de las bandas son fabricadas con caucho o de materiales basados en polímeros, estas tienden a ser susceptibles a las condiciones atmosféricas. La temperatura, la humedad y la contaminación por aceites y grasas deben considerarse para la selección del material. Vibraciones y cargas con choque pueden causar fallas prematuras de las bandas. La elasticidad de la banda puede ayudar a reducir las cargas dinámicas en el sistema.

4.2.5 Seguridad.

La confiabilidad requerida para la transmisión es importante y su vida de servicio requerida determinará su selección. Las bandas pueden fallar catastróficamente por fractura (especialmente si la tensión inicial es muy alta o porque son sobrecargadas) o gradualmente (si la tensión es demasiado baja y las bandas se deslizan en las poleas). En este último caso la situación es peligrosa por la posibilidad de fuego debido al calor generado. Todas las transmisiones mediante bandas deben cubrirse con guardas para prevenir las consecuencias en caso de las fallas antes mencionadas.

4.2.6 Comercial.

Los factores comerciales incluyen: El precio de las bandas, poleas y accesorios, su disponibilidad y partes de repuesto así como su posible estandarización

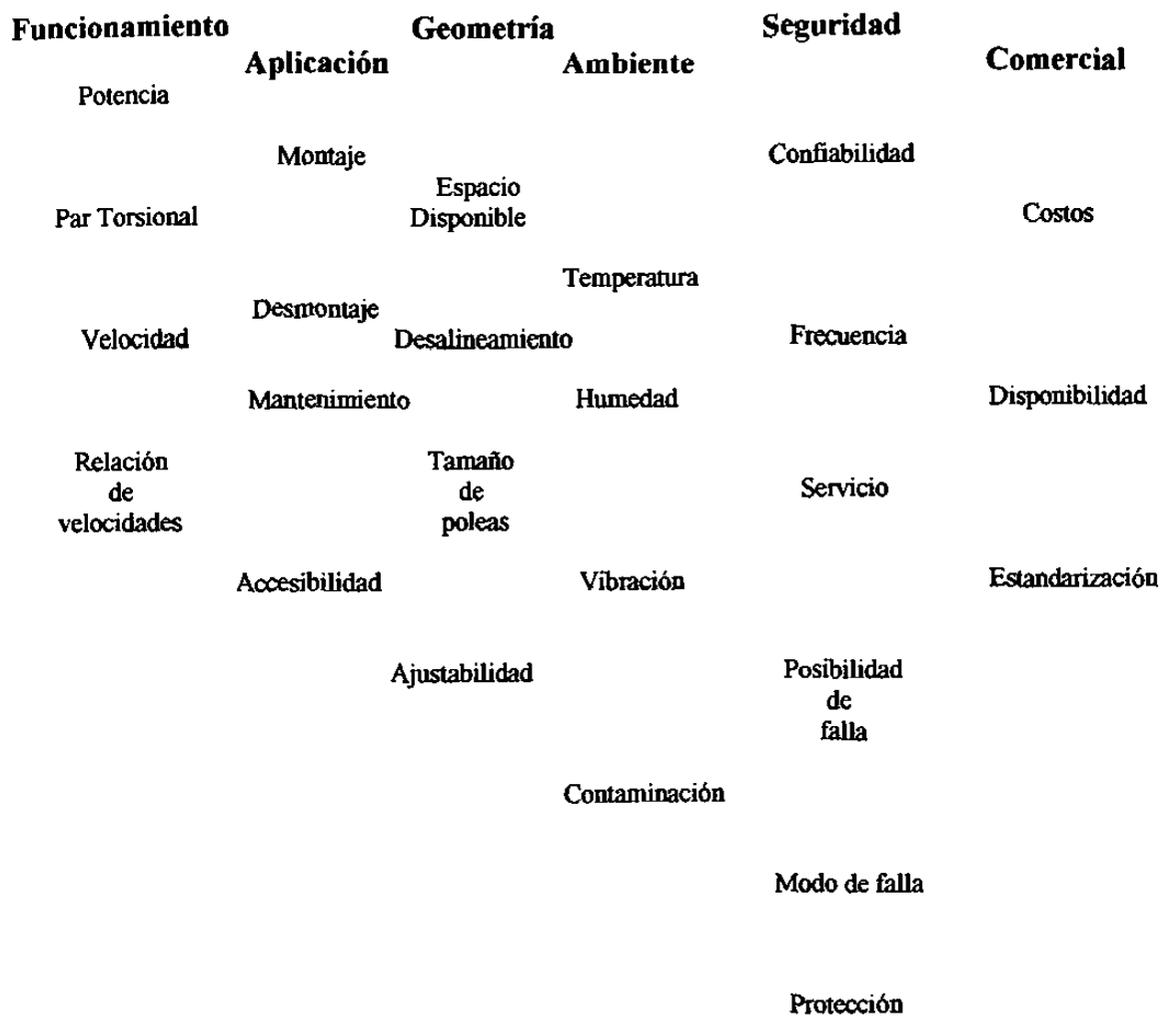


Fig. 4.2 Factores que afectan la selección de transmisiones mediante bandas

4.3 Ventajas de las Transmisiones mediante bandas.

- Existe aislamiento eléctrico debido a que no hay contacto de metal tanto entre los equipos motrices como impulsados.
- Producen menos ruido que las transmisiones con cadenas.
- Pueden utilizarse para grandes distancias entre centros de poleas.
- No requieren de lubricación.
- La variación de distancia entre centros de las poleas y el deslizamiento de las flechas no es tan crítico como en las transmisiones con engranes o cadenas.

4.4 Selección del tipo de banda

La **Figura 4.3** muestra un procedimiento para la selección del tipo de banda basada en una estimación de velocidad y relación de velocidades. La **Tabla 4.2** da una indicación de los límites operativos para los diferentes tipos de bandas.

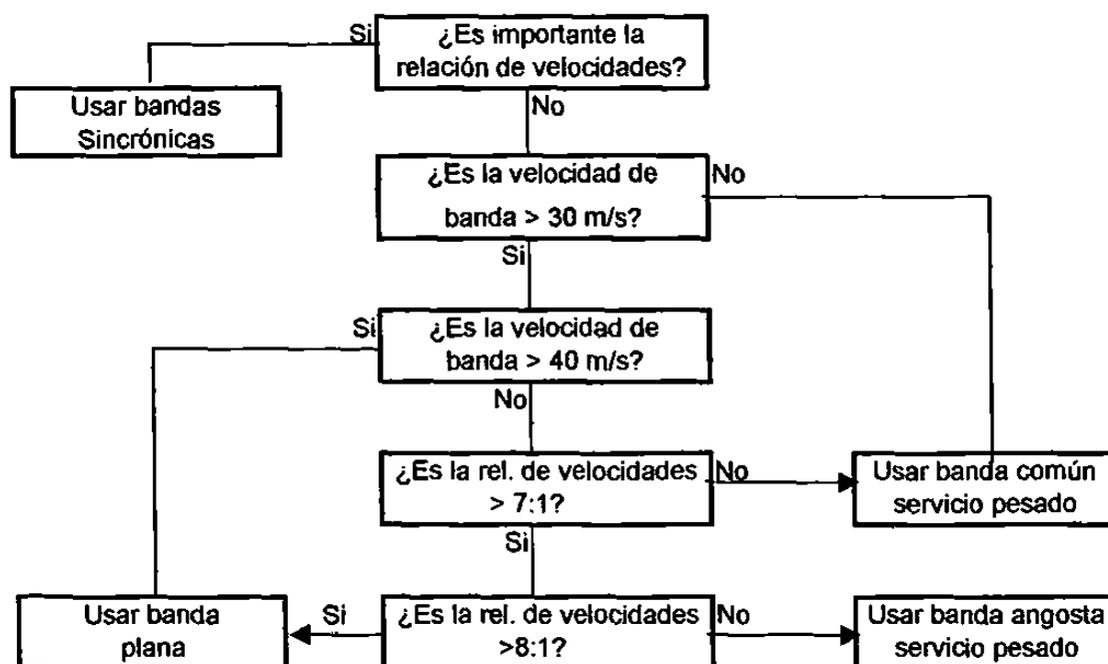


Fig. 4.3 Guía para la selección del tipo de bandas basada en la velocidad de la banda y la relación de velocidades.

PARAMETRO	PLANA	V CLASICA	V ANGOSTA	V ACANALADA	SINCRONICA
Relación de Tensión Óptima	2.5	5	5	3	NA
Eficiencia Mecánica (%)	98	80	88	95	98
Velocidad Máxima (m/s)	60	30	40	50	50
Diámetro mínimo de poleas(mm)	40	67	60	18	18
Relación de Velocidades Max	20	7	8	12	9
Potencia Máxima por Banda (KW @ 1500 RPM)					
Baja Capacidad					
1 Banda	1 a 2 [*]	1		0.25 ^c	0.1
10 Bandas	NA	6 ^c	60	5	60
Mediana Capacidad					
2 Bandas	1.5 a 3 [*]	2	15	2.5	20
10 Bandas	NA	18 ^c	250	50	300
Alta Capacidad					
2 Bandas	4 a 12 [*]	18	35	16	NA
10 Bandas	NA	130 ^c	400 ^{**}	500	NA
Capacidad máxima	4000	130	450	500	NA
<p>* Kw / 25 mm de ancho</p> <p>^c Basada en anchos de banda máximos y mínimos disponibles</p> <p>** @ 1000 RPM</p>					

Tabla 4.2 Límites operativos para los diferentes tipos de bandas.

4.5 Transmisiones con bandas planas.

La operación en las transmisiones con banda plana es de la siguiente manera: Debido a que las fuerzas de fricción entre la banda y las poleas, habrá un cambio en la tensión de la banda lo que ocasionará que la banda se estire y se contraiga y tenga un movimiento relativo con respecto a la superficie de la polea. Este movimiento es originado por la distensión elástica y esta relacionado con la fricción por deslizamiento y no con la fricción estática.

La acción en la polea motriz sobre esa porción del ángulo de contacto que es la parte efectiva para la transmisión de potencia, es tal que la velocidad de la banda es menor que la velocidad tangencial de la polea.

La transmisión de potencia es un problema complejo. Se puede hallar una amplia presentación matemática en Firbank, "Mechanics of the Flat Belt Drive", ASME *Paper 72-PTG-21*. En las secciones 4.5.2 a la 4.5.9 se muestran análisis más convencionales y más sencillos aplicables durante muchos años.

4.5.1 Ventajas de las bandas planas sobre otros sistemas de transmisión de potencia.

Pese a ser uno de los métodos más antiguos, la transmisión de potencia mediante bandas planas continúan teniendo varias ventajas únicas sobre otros métodos.

- Flexibilidad de diseño
- Amplio rango de capacidades de potencia.
- Efecto de absorción contra fluctuaciones de carga.

La desventaja principal de las bandas planas es su dependencia de la tensión de las mismas para producir el agarre por fricción sobre las poleas; esa alta tensión puede acortar la vida de los cojinetes o chumaceras. También el arrastre puede ser un problema. Sin embargo, las bandas planas por ser delgadas no quedan sujetas a cargas centrífugas y por tanto dan buen servicio sobre poleas pequeñas a altas velocidades dentro de límites que sobrepasen los 300 mts./min.

Las transmisiones con bandas planas tienen eficiencias de más o menos el 90 %, lo cual establece una comparación favorable respecto a las transmisiones de engranes.

4.5.2 Relaciones básicas.

En transmisiones con bandas cuya velocidad es relativamente lenta, la expresión que relaciona la tensión del lado estirado o tenso T_1 y la tensión en el lado flojo T_2 en el punto de deslizamiento mostrado en la Fig. 4.4 esta dada por:

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\alpha}$$

Donde : $e \approx 2.718$ o sea la base del logaritmo natural.

μ = Coeficiente de fricción entre la banda y las poleas.

α = Angulo de contacto entre la polea menor y la banda (radianes).

T_1 , T_2 = Fuerzas de tensión en el lado apretado y lado flojo respectivamente.
La **Potencia transmitida en Watts**. (Sistema Internacional) es:

$$P = (T_1 - T_2) v$$

Donde las tensiones T_1 y T_2 están en **Newtons** y la velocidad de paso de la banda (v) en **mts./ seg.**

En caso de que la **Potencia transmitida** esté en **HP** (Sistema Ingles):

$$P = \frac{(T_1 - T_2) v}{33,000}$$

Donde las tensiones T_1 y T_2 están en **Lbs** y la velocidad de paso (v) en **pies/ min.**

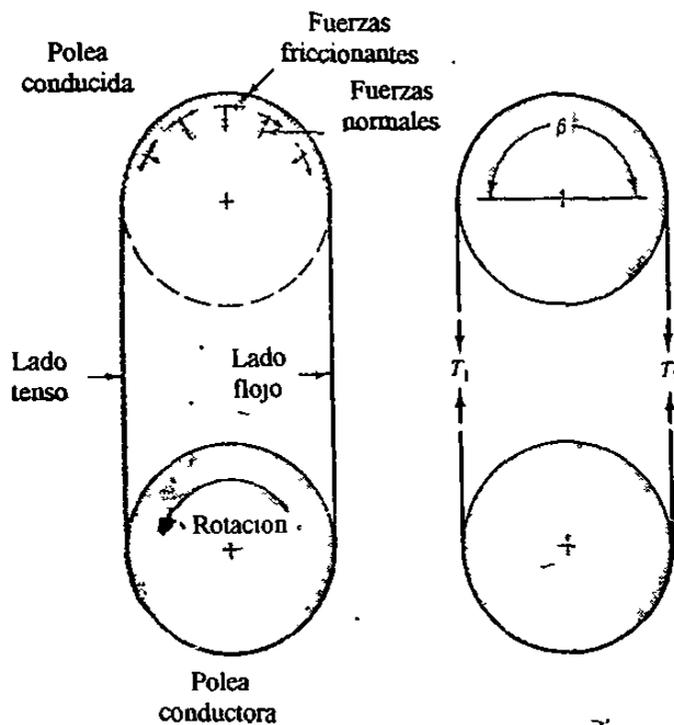


Fig. 4.4 Fuerzas de Tensión en una banda plana

En altas velocidades, donde hay una tendencia a que la banda se separe de la polea debido a los efectos centrífugos (Ver Fig. 4.5); las fuerzas de contacto entre la banda y las poleas son reducidas de modo que la relación de tensiones se modifica como sigue

$$\frac{T_1 - T_c}{T_2 - T_c} = e^{\mu\alpha}$$

Donde.

T_c = Fuerza centrífuga

Expresando la potencia transmitida en función de la fuerza centrífuga queda expresada como:

$$P = (T_1 - T_c) v (1 - 1/e^{\mu\alpha}) \quad \text{en Watts}$$

o

$$P = \frac{(T_1 - T_c) v (1 - 1/e^{\mu\alpha})}{33,000} \quad \text{en HP}$$

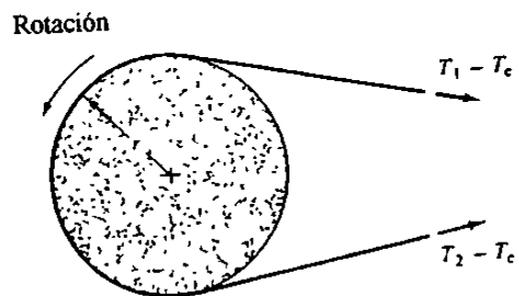


Fig. 4.5 Tensiones en poleas a altas velocidades.

4.5.3 Ángulo de contacto.

Para cualquier tipo de banda, uno de los factores más importantes a considerar es el ángulo de contacto entre la banda y las poleas. En la Fig. 4.6 se muestran tres casos diferentes de poleas motrices. En el caso I el ángulo de contacto es igual a 50° , en el caso II este es igual a 180° y en el caso III es igual a 230° .

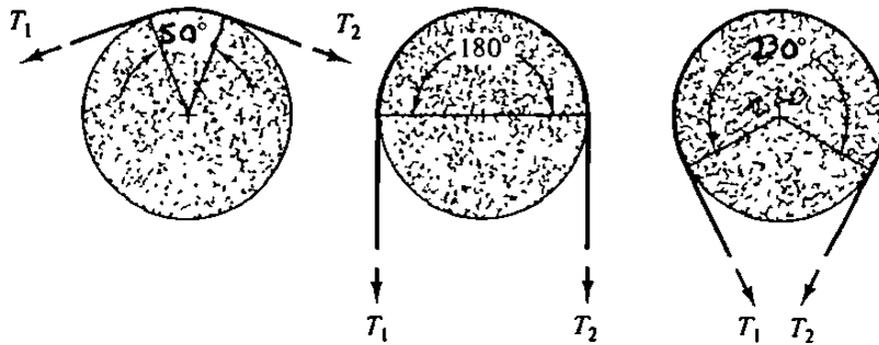


Fig. 4.6 Diferentes ángulos de contacto entre bandas y poleas

Para un valor típico de $\mu = 0.30$ y puesto que la cantidad $(T_1 - T_c)v$ es la misma para cada caso, En las siguientes expresiones se observa que a medida que aumenta el ángulo de contacto la potencia transmitida es mayor.

$$P \text{ (caso I)} = (T_1 - T_c) v (1 - 1/e^{\mu\alpha}) = (T_1 - T_c) v (0.230)$$

$$P \text{ (caso II)} = (T_1 - T_c) v (1 - 1/e^{\mu\alpha}) = (T_1 - T_c) v (0.610)$$

$$P \text{ (caso III)} = (T_1 - T_c) v (1 - 1/e^{\mu\alpha}) = (T_1 - T_c) v (0.920)$$

4.5.4 Longitud de la banda.

Para la transmisión con banda abierta mostrada en la Fig. 4.7, los ángulos de contacto α_1 y α_2 y la longitud de banda L pueden calcularse mediante las siguientes expresiones:

$$\text{Sen } \theta = (D - d) / 2C$$

$$\alpha_1 = 180^\circ + 2\theta$$

$$\alpha_2 = 180^\circ - 2\theta$$

$$L_{\text{exacta}} = 2C \text{ Cos } \theta + \pi (D + d) / 2 + \pi \theta^\circ (D + d) / 180^\circ$$

$$L_{\text{aprox.}} = 2C + 1.57 (D + d) / C + (D + d)^2 / 4C$$

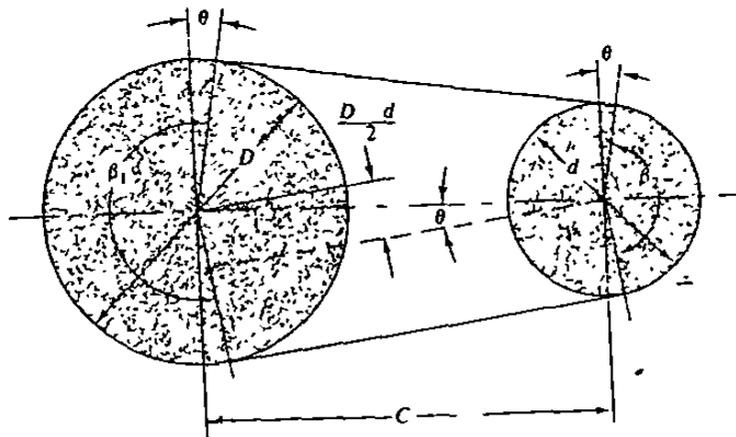


Fig. 4.7 Transmisión mediante banda abierta

Para la transmisión mediante banda cruzada mostrada en la Fig. 4.8, los ángulos de contacto α_1 y α_2 y la longitud de banda L pueden calcularse mediante las siguientes expresiones.

$$\text{Sen } \theta = (D + d) / 2C$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 180^\circ + 2\theta$$

$$L_{\text{exacta}} = 2C \text{ Cos } \theta + (90 + \theta^\circ) (D + d) / 180^\circ$$

$$L_{\text{aprox.}} = 2C + 1.57 (D + d) / C + (D + d)^2 / 4C$$

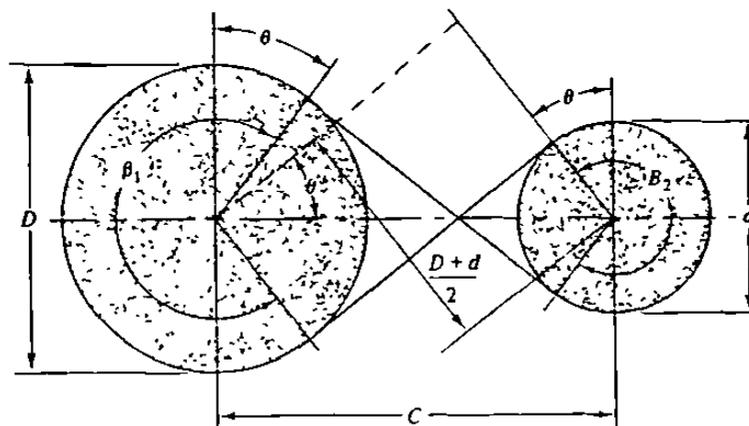


Fig. 4.8 Transmisión mediante banda cruzada

4.5.5 Factores de servicio y potencia de diseño.

La **Tabla 4.3** muestra valores típicos de factores de servicio para diferentes equipos impulsados y el tipos de equipos motrices para una variedad de servicios (horas/día).

Tipo de Equipo impulsado		Tipos de Equipos motrices					
		Rotatorio			Reciprocante		
		Horas de servicio por día					
		< 10	10-16	> 16	< 10	10-16	> 16
Carga ligera	Ventiladores, transportadores ligeros.	1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Carga mediana	Bombas, máquinas-herramienta.	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Carga pesada	Compresores, molinos.	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
Carga extraligera	Tritadoras, malacates.	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8
<p>Para aplicaciones reversibles o con altas inercias multiplicar los factores por 1.25</p>							

Tabla 4.3 Factores de servicio para bandas planas.

Para calcular la **Potencia de Diseño** se aplica la ecuación:

$$P(\text{Diseño}) = P(\text{Nominal}) \times \text{factor de servicio}$$

4.5.6 Designación de las bandas planas.

Regularmente se emplean cuatro materiales básicos tanto individualmente como en combinaciones para la manufactura de bandas estos son cuero, caucho, plástico y fibras textiles. Cada material tiene sus ventajas o desventajas dependiendo de las aplicaciones específicas. Se pueden clasificar en **bandas sin cordón** y **bandas con cordón** o **acordonadas**.

En el caso de las bandas sin cordón la tensión resistente actúa sobre toda la banda. En el caso de las bandas acordonadas, materiales tales como el algodón, el nylon, la fibra de vidrio o el acero, impregnados en un material base proporcionan la resistencia requerida a la banda.

La **Fig. 4.9** muestra un corte seccional típico de una banda acordonada y en la **Fig. 4.10** las bandas planas son designadas por el ancho superior y por el espesor o por el ancho superior y por el número de capas, dependiendo de la construcción de la banda.

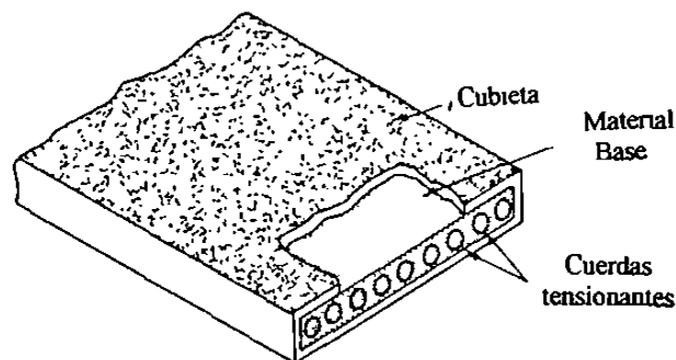


Fig. 4.9 Sección transversal de una banda acordonada.

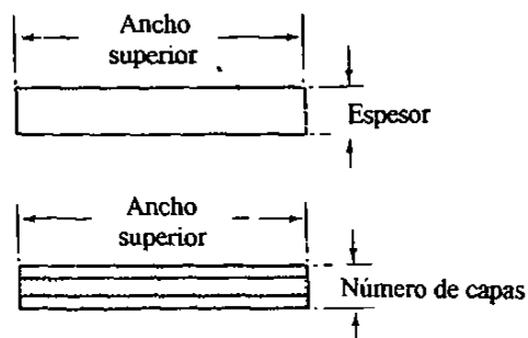


Fig. 4.10 Designación del tamaño de una banda plana.

4.5.7 Selección de la sección de la banda.

La Fig. 4.11 muestra la capacidad operativa de las bandas planas. Los códigos de las bandas denotan el tamaño de la sección, y los rangos de potencia están dados por unidades del ancho de la banda.

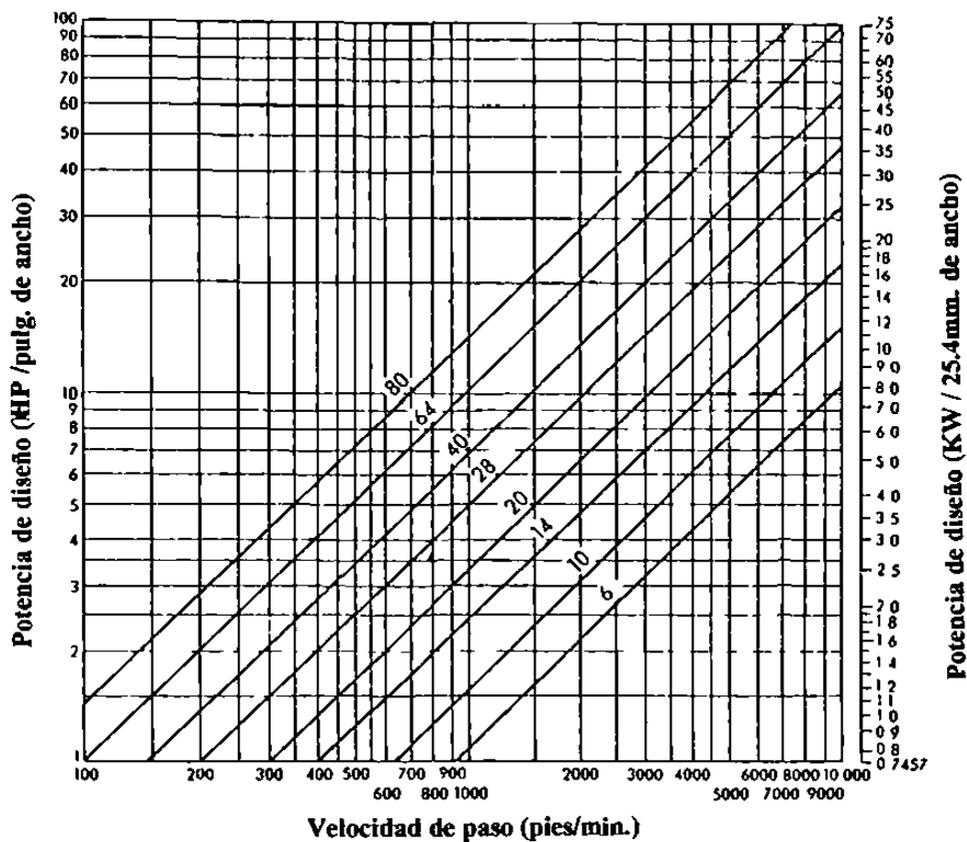


Fig. 4.11 Capacidad operativa de las bandas planas

4.5.8 Forma y tamaño de las poleas para bandas planas.

Una banda plana que esta moviéndose sobre una polea cónica tal como se muestra en la Fig. 4.12(a) tiene una tendencia a moverse mas alto sobre el cono de la polea debido a la diferencia de tensiones entre las orillas A y B. Esta tendencia puede utilizarse para mantener la banda en posición *coronando* la polea tal como se muestra en la Fig. 4.12(b). La corona circular causa menos fatiga en la banda pero es mas difícil de maquinar que la corona cóncava. Una practica usual es hacer la corona con una altura de 3 mm. Por cada 300mm de anchura de la polea En un par de poleas es suficiente *coronar* solo una polea.

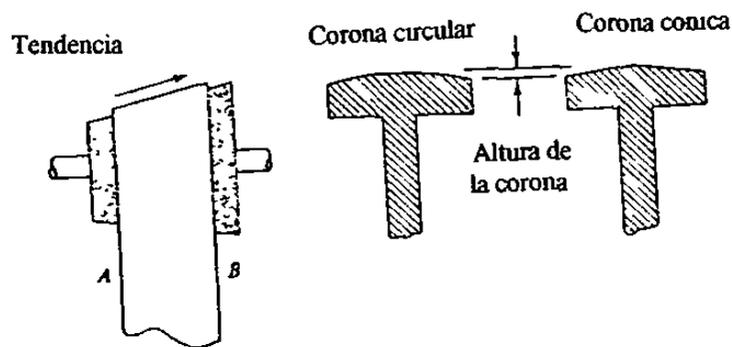


Fig. 4.12 Coronación de una polea plana.

4.5.9 Potencia admisible por banda.

La potencia admisible por banda (P_b) depende de las dimensiones de la sección de la banda y es obtenible de los catálogos de los fabricantes. En el caso de las bandas planas, la potencia a menudo se expresa en KW/mm (potencia /ancho de banda)

4.6 Transmisiones con bandas redondas.

Estas bandas son de sección circular (Fig. 4.13) y se fabrican de muy diversos materiales generalmente se usan en aplicaciones de baja potencia tales como instrumentos de medición, en transmisiones de 1/4 de vuelta o transmisiones bidireccionales o en maquinas comerciales.

Comercialmente se fabrican en diferentes diámetros en fracciones de pulgada Especialmente en 1/4" (6.35 mm.), 5/16" (7.94 mm), 3/8" (9.5 mm), 7/16"(11 mm), 1/2" (12.7 mm), y 9/16" (14.3 mm.).

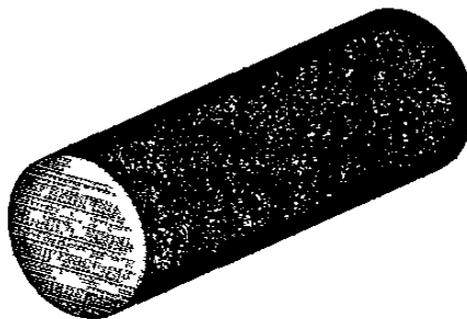


Fig. 4.13 Banda de sección circular o banda redonda.

4.7 Transmisiones mediante bandas trapezoidales o en V.

Las transmisiones de bandas en V se emplean mucho a pesar del hecho de que su eficiencia puede variar desde alrededor de un 70 a un 90 %. Estas transmisiones constan en esencia de bandas si fin, de sección transversal trapezoidal, que van montadas en las ranuras con forma de V de las poleas

Las bandas en V corren en poleas acanaladas que por lo comun se hacen de hierro fundido, acero forjado o metal fundido en dado. Las bandas en V trabajan bien en distancias cortas entre centros.

Las transmisiones que emplean estas bandas son silenciosas, capaces de absorber choques y funcionan con presiones bajas en cojinetes o chumaceras

Sin importar el fabricante, el tamaño y la variedad de las bandas en V, presentan características comunes en su construcción (ver Fig. 4.14).

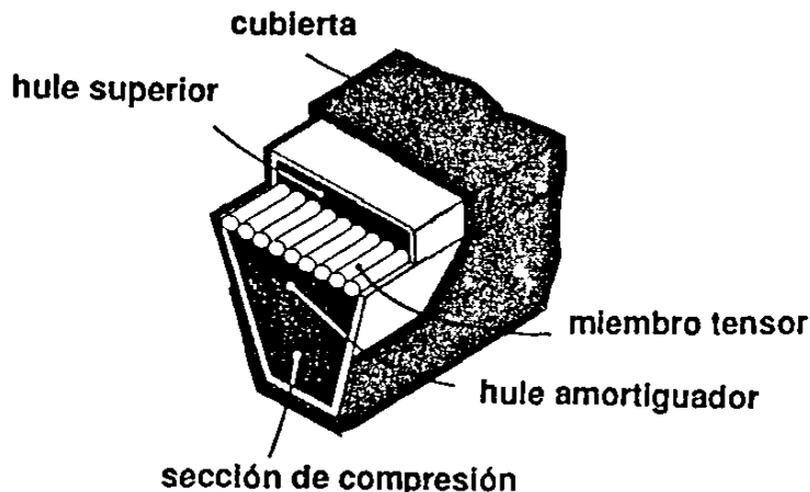


Fig. 4.14 Corte transversal que ilustra la construcción de una banda en V

La cubierta de hule o material sintético esta diseñada para proteger la banda y a menudo es fabricada con resistencia al calor, al aceite y a la acumulación de electricidad estática.

El hule superior iguala la tensión de la cuerda y ayuda a mantener alineadas las cuerdas.

El elemento tensor esta hecho de un haz de cuerdas tensoras. Esta es la parte que soporta la carga de la banda en V. Las cuerdas tensoras están hechas de fibras naturales o sintéticas pero algunas bandas tienen cuerdas tensoras de fibra de vidrio (fiberglass) o de cable de acero. Las cuerdas están trenzadas para formar cuerdas mas largas que corren a lo largo de la banda.

El hule amortiguador envuelve cada cuerda, uniéndola al cuerpo de la banda y absorbiendo el golpe de la carga

Sección de compresión o hule inferior. Es una área grande de hule duro que ayuda a soportar las cuerdas tensoras. La fuerza se transmite desde las cuerdas tensoras hacia los costados de la banda a través de la sección de compresión.

Debido a la resistencia al estiramiento de sus cuerdas interiores, las bandas en V no requieren de ajustes frecuentes en la tensión inicial. En la Fig. 4.15 se ilustra como corre una banda en V. Una banda en V debe montarse con su superficie superior aproximadamente al ras con la parte superior de la ranura de la polea; haciendo contacto con las acanaladuras laterales de la polea y un claro en el fondo entre la base de la banda y la base de la ranura. Esta acción de cuña aumenta la fuerza normal en un elemento de la banda. Como se supone que la fuerza de fricción disponible para la transmisión del par de torsión es proporcional a la fuerza normal, la capacidad del par torsional aumenta aproximadamente 3.25 veces.

Las ecuaciones para bandas planas pueden modificarse para tomar lo anterior en cuenta reemplazando simplemente el coeficiente de fricción μ , por la cantidad $\mu / \sin\theta$.

Como la capacidad de la transmisión por banda esta limitada por el deslizamiento en la polea más pequeña, este tipo de transmisión puede usarse algunas veces con una polea plana mayor como se ilustra en la Fig. 4.14 b sin perder capacidad.

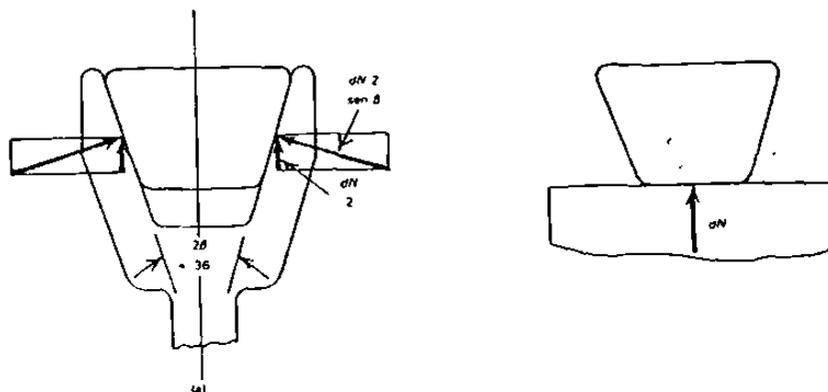


Fig. 4.15 Banda en V en una polea acanalada y en una polea plana.

4.7.1 Designaciones normales de las bandas en V.

En la medida que se ha incrementado la utilización de las bandas en V, ha crecido la variedad de diseños y tamaños. Con pocas excepciones, los fabricantes han estandarizado los nombres utilizados para los diferentes tipos y tamaños de las bandas en V. Los diseños más comunes de bandas en V se muestran en la Figs. 4.16 a la 4.22 son los siguientes:

- **Convencional**, también conocida como *clásica* o *estándar*
- **Angosta**, también llamada *ultra-V*
- **Ligera**, o para *potencia fraccionaria*.
- **Corrugada**, conocida también como *dentada* o *muescada*
- **Acanalada**.
- **Compuesta**.
- **De doble ángulo**, o *hexagonal*.
- **De extremo abierto**, o *articulada*.

Las **bandas en V convencionales** se utilizan comúnmente en la industria para trabajo pesado. En la **Tabla 4.4**, se muestran los diferentes tamaños de estas bandas en V. La asociación que forman la **RMA-MPTA-RCA** (Rubber Manufacturers Association, Mechanical Power Transmission Association y la Rubber Association of Canada) las identifican con las letras **A, B, C, D** y **E** de menor a mayor sección y la Organización de Estandares Internacionales (ISO) en su sección **ISO 4184** y el Instituto de Normas Aleman (DIN) en la sección **DIN 7753** identifican otros tamaños adicionales basados en el sistema métrico. La **Tabla 4.5** muestra una referencia cruzada entre algunos de los diferentes estandares utilizados mundialmente.

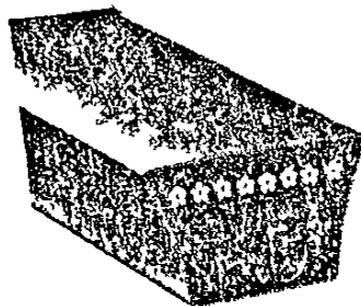


Fig. 4.16 Bandas trapezoidales o en V convencionales.

Las **bandas angostas, o *ultra-V*** fueron introducidas al mercado a finales de la década de los cincuenta para mejorar el manejo de cargas industriales cada vez mas pesadas. El diseño más angosto reduce los efectos de la fuerza centrífuga y aumenta la eficiencia. Debido a que su capacidad de carga es tan grande como la de las bandas clásicas, las bandas angostas pueden realizar mas trabajo en menos espacio, lo también trae como beneficio una mayor economía por el tamaño más pequeño de las poleas y por la reducción de desgaste de los rodamientos o chumaceras. La asociación RMA-MPTA-RCA las identifica como: **3V, 5V y 8V**. Los estándares de ISO y DIN reconocen cuatro secciones adicionales: **SPZ, SPA, SPB, y SPC** conocidas como **bandas angostas métricas**. Todas estas bandas se muestran en las **Tablas 4.4 y 4.5**.

Las bandas angostas y convencionales son diseñadas para diferentes ranuras en poleas acanaladas y por tanto no pueden intercambiarse. Por sus múltiples ventajas la tendencia es que los Ingenieros de Diseño Mecánico utilicen en sus diseños las bandas angostas



Fig. 4.17 Bandas trapezoidales o en V angostas.

Las **bandas para trabajo ligero** son usadas en motores que tienen potencia de menos de 1 HP. Las dimensiones se muestran en la **Tabla 4. 4**. Su identificación **2L, 3L, 4L y 5L** es la mas frecuentemente usada, pero algunos fabricantes difieren mucho en su identificación, contrario a lo que sucede en las bandas industriales para trabajo mas pesado.

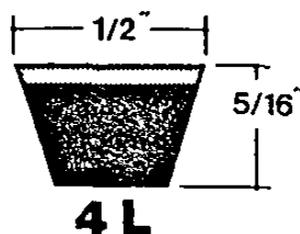


Fig. 4.18 Bandas trapezoidales o en V para trabajo ligero.

Las **bandas corrugadas o dentadas** se doblan mas fácilmente en las vueltas forzadas producidas por las poleas pequeñas. Las muescas se cortan después de que el hule ha sido curado o moldeado como parte de la banda durante el proceso de manufactura. La mayoría de las bandas dentadas carecen de la cubierta protectora en los costados y en el fondo. Las bandas dentadas se identifican usualmente por la designación del tamaño **convencional** o angosto seguida de la letra 'X' es decir: **AX, BX, CX, DX, EX, 3VX, 5VX y 8VX.**

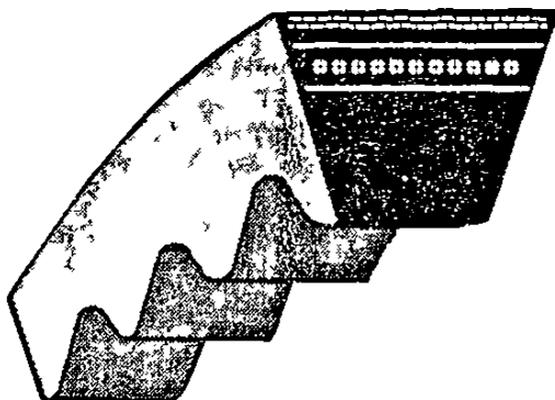


Fig. 4.19 Bandas trapezoidales o en V corrugadas.

Las **bandas acanaladas**, en tamaños **J, L, y M**, son hechas con una serie de moldes en V; esto les diferencia del diseño plano de las otras bandas en V y, además, un elemento tensor que extiende a lo ancho de las bandas las hace más resistentes. Las bandas acanaladas requieren poleas especiales que encajan en el diseño en V múltiple. Estas bandas están disponibles en diversos anchos dependiendo del número de canales. Las bandas acanaladas combinan la flexibilidad de las bandas planas con el poder de agarre de las bandas en V convencionales y requieren alrededor de un 20 % más de tensión que las bandas en V convencionales y su alineación es más crítica.

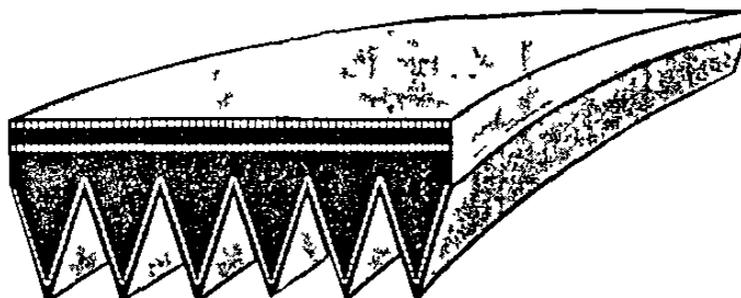


Fig. 4.20 Bandas trapezoidales o en V acanaladas.

Las **bandas compuestas** se utilizan en transmisiones con bandas múltiples. Constan de dos o más bandas conectadas en la superficie por medio de una capa de hule y lona. La capa conectora ayuda a estabilizar las bandas y las mantiene trabajando como un conjunto.

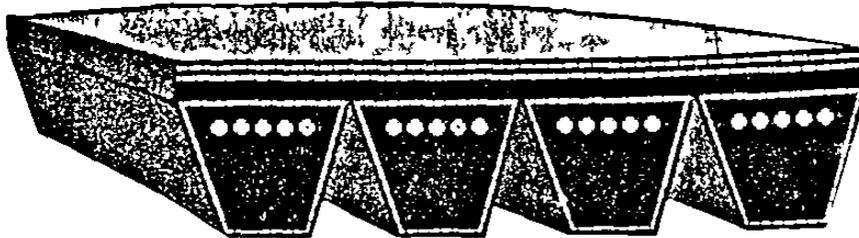


Fig. 4.21 Bandas trapecoidales o en V compuestas.

Las **bandas en V con doble ángulo** se utilizan en situaciones complejas, en las que tres o más poleas acanaladas giran en distinta dirección. Esto permite tomar por cualquiera de los lados de la banda la ranura de la polea acanalada. Las bandas en V con doble ángulo son construidas con las mismas dimensiones que las bandas convencionales y sus tamaños se especifican duplicando las letras de las designaciones correspondientes AA, BB, CC, etc.

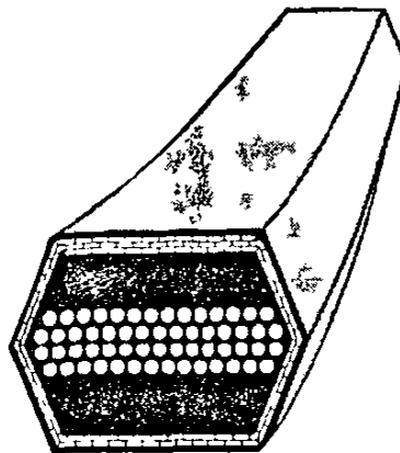


Fig. 4.22 Bandas trapecoidales o en V de doble ángulo.

<div style="text-align: center;">  </div>				
TIPO DE BANDA	SECCION (ISO 4184)	D I M E N S I O N E S (m m)		
		ANCHO SUP.	ALTURA	ANGULO
CONVENCIONAL O CLASICA	M	10	5.5	40
	A	12.5	9	40
	B	16.5	11	40
	20	20	12.5	40
	C	22	14.9	40
	25	25	16	40
	D	31.5	19	40
	E	38	25.5	40
ANGOSTA	3V	9.5	8.3	40
	5V	15.8	13.9	40
	8V	25.4	22.2	40
	SPZ	10	8	40
	SPA	13	10	40
	SPB	17	13	40
	SPC	22	18	40
LIGERA O AGRICOLA	3L	10	5.5	40
	LA (4L)	12.5	8	40
	LB (5L)	16.5	9.5	40
	LC	22	12	40

Tabla 4.4 Dimensiones de las secciones de las bandas en V

TIPO DE BANDA	SECCION ISO 4184	RMA - MPTA RCA	OTROS ESTANDARES		
			DIN	BS	JIS
CONVENCIONAL O ESTÁNDAR	10		10	Z	M
	A	A	13	A	A
	B	B	17	B	B
	20		20		
	C	C	22	C	C
	25		25		
	D	D	32	D	D
	E	E	40		E
ANGOSTA	SPZ		SPZ	SPZ	
	SPA		SPA	SPA	SPA
	SPB		SPB	SPB	
	SPC		SPC	SPC	SPC
	3V	3V			5V
	5V	5V			3V
	8V	8V			8V
LIGERA O AGRICOLA	3L	3L			
	LA (4L)	4L			
	LB (5L)	5L			
	LC				

ESTANDARES:

ISO : International Organization for Standardization.

RMA - MPTA - RCA Rubber Manufacturers Association - Mechanical Power Transmission Association - Rubber Canadian Association.

DIN : Deutsche Institut Fur Normung

BS : British Standards Institution.

JIS : Japanese Institute of Standards.

Tabla 4.5 Referencia cruzada de diferentes estándares para bandas en V.

4.7.2 Identificación de las bandas clásicas y angostas

Las bandas clásicas o convencionales de acuerdo con la **RMA-MPTA-RCA** se identifican primero por la sección, seguida de un número que representa la longitud interior medida en pulgadas

Ejemplo: Una banda **B75** tiene una sección B y una longitud interior de 75".

En el caso de las bandas angostas o ultra-V la **RMA-MPTA-RCA** la identificación es iniciada con su sección, seguida de un número que representa la longitud exterior medida en pulgadas multiplicadas por 10.

Ejemplo: Una banda **3V 335** tiene una sección 3V y una longitud exterior de 33.5".

Por su parte la ISO identifica por la sección seguida por la longitud de paso en mm.

Ejemplo: **SPZ 850**

En las **Tablas 4.6** a la **4.17** se muestran los tamaños comerciales de las bandas clásicas y bandas angostas respectivamente.

4.7.3 Identificación de las poleas para bandas clásicas y angostas.

El tamaño de las poleas para bandas clásicas o convencionales según la **RMA-MPTA-RCA** se identifican con un número que representa el diámetro de paso medido en pulgadas. El **ISO** las identifica en mm representando también el diámetro de paso. La **Tabla 4.18** muestra los tamaños comerciales de las poleas para las bandas clásicas.

El tamaño de las poleas para bandas angostas o ultra-V según la **RMA-MPTA-RCA** se identifican con un número que representa el diámetro de exterior medido en pulgadas. El **ISO** las identifica en mm representando también el diámetro exterior. La **Tabla 4.19** muestra los tamaños comerciales de las poleas para las bandas angostas.

Sección RMA-MPTA-RCA			A		
Longitud Paso		Designación	Longitud Paso		Designación
mm.	pulg.	RMA-MPTA-RCA	mm.	pulg.	RMA-MPTA-RCA
643	25.3	A-24	1786	70.3	A-69
668	26.3	A-25	1811	71.3	A-70
693	27.3	A-26	1836	72.3	A-71
719	28.3	A-27	1862	73.3	A-72
744	29.3	A-28	1887	74.3	A-73
770	30.3	A-29	1913	75.3	A-74
795	31.3	A-30	1938	76.3	A-75
820	32.3	A-31	1963	77.3	A-76
846	33.3	A-32	1989	78.3	A-77
871	34.3	A-33	2014	79.3	A-78
897	35.3	A-34	2040	80.3	A-79
922	36.3	A-35	2065	81.3	A-80
947	37.3	A-36	2090	82.3	A-81
973	38.3	A-37	2116	83.3	A-82
998	39.3	A-38	2141	84.3	A-83
1024	40.3	A-39	2167	85.3	A-84
1049	41.3	A-40	2192	86.3	A-85
1074	42.3	A-41	2217	87.3	A-86
1100	43.3	A-42	2243	88.3	A-87
1125	44.3	A-43	2268	89.3	A-88
1151	45.3	A-44	2294	90.3	A-89
1176	46.3	A-45	2319	91.3	A-90
1201	47.3	A-46	2344	92.3	A-91
1227	48.3	A-47	2370	93.3	A-92
1252	49.3	A-48	2395	94.3	A-93
1278	50.3	A-49	2421	95.3	A-94
1303	51.3	A-50	2446	96.3	A-95
1328	52.3	A-51	2471	97.3	A-96
1354	53.3	A-52	2497	98.3	A-97
1379	54.3	A-53	2522	99.3	A-98
1405	55.3	A-54	2573	101.3	A-100
1430	56.3	A-55	2649	104.3	A-103
1455	57.3	A-56	2700	106.3	A-105
1481	58.3	A-57	2827	111.3	A-110
1506	59.3	A-58	2878	113.3	A-112
1532	60.3	A-59	2954	116.3	A-115
1557	61.3	A-60	3081	121.3	A-120
1582	62.3	A-61	3183	125.3	A-124
1608	63.3	A-62	3284	129.3	A-128
1633	64.3	A-63	3411	134.3	A-133
1659	65.3	A-64	3487	137.3	A-136
1684	66.3	A-65	3691	145.3	A-144
1709	67.3	A-66	4046	159.3	A-158
1735	68.3	A-67	4427	174.3	A-173
1760	69.3	A-68	4605	181.3	A-180

Tabla 4.6 Longitudes estándar para bandas en V clásicas sección A.

Sección RMA-MPTA-RCA						B		
Longitud Paso		Designación	Longitud Paso		Designación	Longitud Paso		Designación
mm.	pulg.	RMA-MPTA-RCA	mm.	pulg.	RMA-MPTA-RCA	mm.	pulg.	RMA-MPTA-RCA
757	29.8	B-28	1697	66.8	B-65	2637	103.8	B-102
782	30.8	B-29	1722	67.8	B-66	2662	104.8	B-103
808	31.8	B-30	1748	68.8	B-67	2713	106.8	B-105
833	32.8	B-31	1773	69.8	B-68	2738	107.8	B-106
859	33.8	B-32	1798	70.8	B-69	2789	109.8	B-108
884	34.8	B-33	1824	71.8	B-70	2840	111.8	B-110
909	35.8	B-34	1849	72.8	B-71	2891	113.8	B-112
935	36.8	B-35	1875	73.8	B-72	2941	115.8	B-114
960	37.8	B-36	1900	74.8	B-73	2992	117.8	B-116
986	38.8	B-37	1925	75.8	B-74	3043	119.8	B-118
1011	39.8	B-38	1951	76.8	B-75	3094	121.8	B-120
1036	40.8	B-39	1976	77.8	B-76	3195	125.8	B-124
1062	41.8	B-40	2002	78.8	B-77	3246	127.8	B-126
1087	42.8	B-41	2027	79.8	B-78	3297	129.8	B-128
1113	43.8	B-42	2052	80.8	B-79	3424	134.8	B-133
1138	44.8	B-43	2078	81.8	B-80	3500	137.8	B-136
1163	45.8	B-44	2103	82.8	B-81	3602	141.8	B-140
1189	46.8	B-45	2129	83.8	B-82	3653	143.8	B-142
1214	47.8	B-46	2154	84.8	B-83	3703	145.8	B-144
1240	48.8	B-47	2179	85.8	B-84	3805	149.8	B-148
1265	49.8	B-48	2205	86.8	B-85	3856	151.8	B-150
1290	50.8	B-49	2230	87.8	B-86	3957	155.8	B-154
1316	51.8	B-50	2256	88.8	B-87	4059	159.8	B-158
1341	52.8	B-51	2281	89.8	B-88	4161	163.8	B-162
1367	53.8	B-52	2306	90.8	B-89	4440	174.8	B-173
1392	54.8	B-53	2332	91.8	B-90	4618	181.8	B-180
1417	55.8	B-54	2357	92.8	B-91	4821	189.8	B-188
1443	56.8	B-55	2383	93.8	B-92	4872	191.8	B-190
1468	57.8	B-56	2408	94.8	B-93	4999	196.8	B-195
1494	58.8	B-57	2433	95.8	B-94	5253	206.8	B-205
1519	59.8	B-58	2459	96.8	B-95	5380	211.8	B-210
1544	60.8	B-59	2484	97.8	B-96	5723	225.3	B-225
1570	61.8	B-60	2510	98.8	B-97	6104	240.3	B-240
1595	62.8	B-61	2535	99.8	B-98	6485	255.3	B-255
1621	63.8	B-62	2560	100.8	B-99	6866	270.3	B-270
1646	64.8	B-63	2586	101.8	B-100	7247	285.3	B-285
1671	65.8	B-64	2611	102.8	B-101	7628	300.3	B-300
						8009	315.3	B-315

Tabla 4.7 Longitudes estándar para bandas en V clásicas sección B.

Sección RMA-MPTA-RCA					C
Longitud Paso		Designación	Longitud Paso		Designación
mm.	pulg.	RMA-MPTA-RCA	mm.	pulg.	RMA-MPTA-RCA
1369	53.9	C-51	3122	122.9	C-120
1420	55.9	C-53	3223	126.9	C-124
1471	57.9	C-55	3325	130.9	C-128
1598	62.9	C-60	3528	138.9	C-136
1648	64.9	C-62	3731	146.9	C-144
1801	70.9	C-68	3884	152.9	C-150
1877	73.9	C-71	4036	158.9	C-156
1902	74.9	C-72	4087	160.9	C-158
1979	77.9	C-75	4138	162.9	C-162
2055	80.9	C-78	4392	172.9	C-170
2131	83.9	C-81	4468	175.9	C-173
2182	85.9	C-83	4646	182.9	C-180
2233	87.9	C-85	4900	192.9	C-190
2360	92.9	C-90	5027	197.9	C-195
2436	95.9	C-93	5408	212.9	C-210
2512	98.9	C-96	5738	225.9	C-225
2537	99.9	C-97	6119	240.9	C-240
2588	101.9	C-99	6500	255.9	C-255
2614	102.9	C-100	6881	270.9	C-270
2639	103.9	C-101	7262	285.9	C-285
2741	107.9	C-105	7643	300.9	C-300
2766	108.9	C-106	8024	315.9	C-315
2817	110.9	C-108	8405	330.9	C-330
2842	111.9	C-109	8786	345.9	C-345
2893	113.9	C-111	9167	360.9	C-360
2918	114.9	C-112	9929	390.9	C-390
2995	117.9	C-115	10691	420.9	C-420

Tabla 4.8 Longitudes estándar para bandas en V clásicas sección C.

Sección RMA-MPTA-RCA		D
Longitud Paso mm.	Longitud Paso pulg.	Designación RMA-MPTA-RCA
3132	123.3	D-120
3335	131.3	D-128
3741	147.3	D-144
4097	161.3	D-158
4478	176.3	D-173
4656	183.3	D-180
5037	198.3	D-195
5418	213.3	D-210
6116	240.8	D-240
6878	270.8	D-270
7640	300.8	D-300
8402	330.8	D-330
9164	360.8	D-360
9926	390.8	D-390
10688	420.8	D-420
12212	480.8	D-480
13736	540.8	D-540
15260	600.8	D-600
16784	660.8	D-660

Tabla 4.9 Longitudes estándar para bandas en V clásicas sección D.

Sección RMA-MPTA-RCA		E
Longitud Paso mm.	Longitud Paso pulg.	Designación RMA-MPTA-RCA
4686	184.5	E-180
5067	199.5	E-195
5448	214.5	E-210
6121	241	E-240
6883	271	E-270
7645	301	E-300
8407	331	E-330
9169	361	E-360
9931	391	E-390
10693	421	E-420
12217	481	E-480
13741	541	E-540
15265	601	E-600
16789	661	E-660

Tabla 4.10 Longitudes estándar para bandas en V clásicas sección E.

Sección RMA-MPTA-RCA			3VX		
Longitud Ext.		Designación	Longitud Ext.		Designación
mm.	pulg.	RMA-MPTA-RCA	mm.	pulg.	RMA-MPTA-RCA
630	25	3VX250	1600	63	3VX630
670	26.5	3VX265	1700	67	3VX670
710	28	3VX280	1800	71	3VX710
760	30	3VX300	1900	75	3VX750
800	31.5	3VX315	2030	80	3VX800
850	33.5	3VX335	2160	85	3VX850
900	35.5	3VX355	2290	90	3VX900
950	37.5	3VX375	2410	95	3VX950
1015	40	3VX400	2540	100	3VX1000
1080	42.5	3VX425	2690	106	3VX1060
1145	45	3VX450	2840	112	3VX1120
1205	47.5	3VX475	3000	118	3VX1180
1270	50	3VX500	3180	125	3VX1250
1345	53	3VX530	3350	132	3VX1320
1420	56	3VX560	3550	140	3VX1400
1525	60	3VX600			

Tabla 4.11 Longitudes estándar para bandas en V angostas sección 3VX.

Sección RMA-MPTA-RCA 5VX			5V		
Longitud Ext.		Designación	Longitud Ext.		Designación
mm.	pulg.	RMA-MPTA-RCA	mm.	pulg.	RMA-MPTA-RCA
1270	50	5VX500	1270	50	5V500
1345	53	5VX530	1345	53	5V530
1420	56	5VX560	1420	56	5V560
1525	60	5VX600	1525	60	5V600
1600	63	5VX630	1600	63	5V630
1700	67	5VX670	1700	67	5V670
1800	71	5VX710	1800	71	5V710
1900	75	5VX750	1900	75	5V750
2030	80	5VX800	2030	80	5V800
2160	85	5VX850	2160	85	5V850
2290	90	5VX900	2290	90	5V900
2410	95	5VX950	2410	95	5V950
2540	100	5VX1000	2540	100	5V1000
2690	106	5VX1060	2690	106	5V1060
2840	112	5VX1120	2840	112	5V1120
3000	118	5VX1180	3000	118	5V1180
3180	125	5VX1250	3180	125	5V1250
3350	132	5VX1320	3350	132	5V1320
3550	140	5VX1400	3550	140	5V1400
3810	150	5VX1500	3810	150	5V1500
4060	160	5VX1600	4060	160	5V1600
4320	170	5VX1700	4320	170	5V1700
4570	180	5VX1800	4570	180	5V1800
4830	190	5VX1900	4830	190	5V1900
5080	200	5VX2000	5080	200	5V2000
			5380	212	5V2120
			5690	224	5V2240
			6000	236	5V2360
			6350	250	5V2500
			6730	265	5V2650
			7100	280	5V2800
			7620	300	5V3000
			8000	315	5V3150
			8500	335	5V3350
			9000	355	5V3550

Tabla 4.12 Longitudes estándar para bandas en V angostas secciones 5VX/5V.

Sección RMA-MPTA-RCA		8V
Longitud Ext. mm.	Longitud Ext. pulg.	Designación RMA-MPTA-RCA
2540	100	8V1000
2690	106	8V1060
2840	112	8V1120
3000	118	8V1180
3180	125	8V1250
3350	132	8V1320
3550	140	8V1400
3810	150	8V1500
4060	160	8V1600
4320	170	8V1700
4570	180	8V1800
4830	190	8V1900
5080	200	8V2000
5380	212	8V2120
5690	224	8V2240
6000	236	8V2360
6350	250	8V2500
6730	265	8V2650
7100	280	8V2800
7620	300	8V3000
8000	315	8V3150
8500	335	8V3350
9000	355	8V3550
9500	375	8V3750
10160	400	8V4000
10800	425	8V4250
11430	450	8V4500
12060	475	8V4750
12700	500	8V5000
14220	560	8V5600
15240	600	8V6000

Tabla 4.13 Longitudes estándar para bandas en V angostas sección 8V.

Sección ISO SPZ							
Long Paso mm	Designación ISO						
562	SPZ 562	1000	SPZ 1000	1387	SPZ 1387	1850	SPZ 1850
604	SPZ 604	1010	SPZ 1010	1400	SPZ 1400	1862	SPZ 1862
612	SPZ 612	1012	SPZ 1012	1412	SPZ 1412	1887	SPZ 1887
630	SPZ 630	1024	SPZ 1024	1420	SPZ 1420	1900	SPZ 1900
637	SPZ 637	1037	SPZ 1037	1430	SPZ 1430	1937	SPZ 1937
640	SPZ 640	1047	SPZ 1047	1437	SPZ 1437	1950	SPZ 1950
660	SPZ 660	1060	SPZ 1060	1450	SPZ 1450	1962	SPZ 1962
670	SPZ 670	1077	SPZ 1077	1462	SPZ 1462	1987	SPZ 1987
672	SPZ 672	1080	SPZ 1080	1470	SPZ 1470	2000	SPZ 2000
682	SPZ 682	1087	SPZ 1087	1487	SPZ 1487	2030	SPZ 2030
710	SPZ 710	1112	SPZ 1112	1500	SPZ 1500	2037	SPZ 2037
722	SPZ 722	1120	SPZ 1120	1512	SPZ 1512	2062	SPZ 2062
730	SPZ 730	1137	SPZ 1137	1520	SPZ 1520	2087	SPZ 2087
737	SPZ 737	1140	SPZ 1140	1527	SPZ 1527	2120	SPZ 2120
750	SPZ 750	1150	SPZ 1150	1537	SPZ 1537	2137	SPZ 2137
758	SPZ 758	1162	SPZ 1162	1560	SPZ 1560	2187	SPZ 2187
762	SPZ 762	1180	SPZ 1180	1562	SPZ 1562	2240	SPZ 2240
787	SPZ 787	1187	SPZ 1187	1600	SPZ 1600	2280	SPZ 2280
800	SPZ 800	1202	SPZ 1202	1612	SPZ 1612	2287	SPZ 2287
812	SPZ 812	1210	SPZ 1210	1637	SPZ 1637	2300	SPZ 2300
825	SPZ 825	1212	SPZ 1212	1637	SPZ 1637	2360	SPZ 2360
837	SPZ 837	1227	SPZ 1227	1650	SPZ 1650	2410	SPZ 2410
850	SPZ 850	1237	SPZ 1237	1662	SPZ 1662	2437	SPZ 2437
862	SPZ 862	1250	SPZ 1250	1687	SPZ 1687	2487	SPZ 2487
875	SPZ 875	1262	SPZ 1262	1700	SPZ 1700	2500	SPZ 2500
887	SPZ 887	1270	SPZ 1270	1712	SPZ 1712	2540	SPZ 2540
900	SPZ 900	1280	SPZ 1280	1737	SPZ 1737	2650	SPZ 2650
912	SPZ 912	1287	SPZ 1287	1750	SPZ 1750	2800	SPZ 2800
925	SPZ 925	1312	SPZ 1312	1762	SPZ 1762	2840	SPZ 2840
937	SPZ 937	1320	SPZ 1320	1787	SPZ 1787	3000	SPZ 3000
950	SPZ 950	1337	SPZ 1337	1800	SPZ 1800	3150	SPZ 3150
962	SPZ 962	1340	SPZ 1340	1812	SPZ 1812	3350	SPZ 3350
987	SPZ 987	1362	SPZ 1362	1837	SPZ 1837	3550	SPZ 3550

Tabla 4.14 Longitudes estándar para bandas en V angostas sección SPZ.

Sección ISO SPA							
Long Paso mm	Designación ISO	Long Paso mm	Designación ISO	Long Paso mm	Designación ISO	Long Paso mm	Designación ISO
630	SPA 630	1272	SPA 1272	1675	SPA 1675	2307	SPA 2307
670	SPA 670	1282	SPA 1282	1680	SPA 1680	2332	SPA 2332
730	SPA 730	1300	SPA 1300	1682	SPA 1682	2360	SPA 2360
732	SPA 732	1307	SPA 1307	1700	SPA 1700	2382	SPA 2382
750	SPA 750	1320	SPA 1320	1707	SPA 1707	2432	SPA 2432
760	SPA 760	1332	SPA 1332	1732	SPA 1732	2482	SPA 2482
762	SPA 762	1340	SPA 1340	1750	SPA 1750	2500	SPA 2500
772	SPA 772	1357	SPA 1357	1757	SPA 1757	2532	SPA 2532
782	SPA 782	1360	SPA 1360	1782	SPA 1782	2582	SPA 2582
800	SPA 800	1375	SPA 1375	1800	SPA 1800	2607	SPA 2607
820	SPA 820	1382	SPA 1382	1807	SPA 1807	2630	SPA 2630
832	SPA 832	1400	SPA 1400	1832	SPA 1832	2650	SPA 2650
850	SPA 850	1407	SPA 1407	1850	SPA 1850	2682	SPA 2682
900	SPA 900	1425	SPA 1425	1857	SPA 1857	2732	SPA 2732
910	SPA 910	1430	SPA 1430	1882	SPA 1882	2782	SPA 2782
922	SPA 922	1432	SPA 1432	1900	SPA 1900	2800	SPA 2800
932	SPA 932	1450	SPA 1450	1907	SPA 1907	2832	SPA 2832
950	SPA 950	1457	SPA 1457	1932	SPA 1932	2882	SPA 2882
967	SPA 967	1482	SPA 1482	1950	SPA 1950	2982	SPA 2982
982	SPA 982	1500	SPA 1500	1982	SPA 1982	3000	SPA 3000
1000	SPA 1000	1507	SPA 1507	2000	SPA 2000	3070	SPA 3070
1032	SPA 1032	1525	SPA 1525	2032	SPA 2032	3082	SPA 3082
1060	SPA 1060	1532	SPA 1532	2057	SPA 2057	3150	SPA 3150
1082	SPA 1082	1550	SPA 1550	2082	SPA 2082	3182	SPA 3182
1107	SPA 1107	1557	SPA 1557	2120	SPA 2120	3282	SPA 3282
1120	SPA 1120	1582	SPA 1582	2132	SPA 2132	3350	SPA 3350
1132	SPA 1132	1600	SPA 1600	2182	SPA 2182	3482	SPA 3482
1157	SPA 1157	1607	SPA 1607	2207	SPA 2207	3550	SPA 3550
1180	SPA 1180	1630	SPA 1630	2227	SPA 2227	3750	SPA 3750
1207	SPA 1207	1632	SPA 1632	2232	SPA 2232	4000	SPA 4000
1232	SPA 1232	1650	SPA 1650	2240	SPA 2240	4250	SPA 4250
1250	SPA 1250	1657	SPA 1657	2282	SPA 2282	4500	SPA 4500
1257	SPA 1257	1662	SPA 1662	2300	SPA 2300		

Tabla 4.15 Longitudes estándar para bandas en V angostas sección SPA.

Sección ISO SPB							
Long Paso mm	Designación ISO	Long. Paso mm	Designación ISO	Long. Paso mm	Designación ISO	Long Paso mm	Designación ISO
1250	SPB 1250	1800	SPB 1800	2500	SPB 2500	4000	SPB 4000
1260	SPB 1260	1900	SPB 1900	2530	SPB 2530	4250	SPB 4250
1320	SPB 1320	2000	SPB 2000	2650	SPB 2650	4500	SPB 4500
1340	SPB 1340	2020	SPB 2020	2680	SPB 2680	4750	SPB 4750
1400	SPB 1400	2098	SPB 2098	2800	SPB 2800	5000	SPB 5000
1410	SPB 1410	2120	SPB 2120	2840	SPB 2840	5300	SPB 5300
1450	SPB 1450	2150	SPB 2150	2990	SPB 2990	5600	SPB 5600
1500	SPB 1500	2180	SPB 2180	3000	SPB 3000	6000	SPB 6000
1510	SPB 1510	2240	SPB 2240	3150	SPB 3150	6300	SPB 6300
1590	SPB 1590	2280	SPB 2280	3320	SPB 3320	6700	SPB 6700
1600	SPB 1600	2300	SPB 2300	3350	SPB 3350	7100	SPB 7100
1627	SPB 1627	2360	SPB 2360	3550	SPB 3550	7500	SPB 7500
1690	SPB 1690	2391	SPB 2391	3750	SPB 3750	8000	SPB 8000
1700	SPB 1700	2410	SPB 2410	3800	SPB 3800		

Tabla 4.16 Longitudes estándar para bandas en V angostas sección SPB.

Sección		ISO		SPC			
Long Paso	Designación						
mm	ISO	mm	ISO	mm	ISO	mm	ISO
1800	SPC 1800	3000	SPC 3000	4650	SPC 4650	8000	SPC 8000
2000	SPC 2000	3150	SPC 3150	5000	SPC 5000	8500	SPC 8500
2120	SPC 2120	3350	SPC 3350	5300	SPC 5300	9000	SPC 9000
2240	SPC 2240	3550	SPC 3550	5600	SPC 5600	10000	SPC 10000
2360	SPC 2360	3750	SPC 3750	6000	SPC 6000	10600	SPC 10600
2500	SPC 2500	4000	SPC 4000	6700	SPC 6700		
2650	SPC 2650	4250	SPC 4250	7100	SPC 7100		
2800	SPC 2800	4500	SPC 4500	7500	SPC 7500		

Tabla 4.17 Longitudes estándar para bandas en V angostas sección SPC.

DIAMETROS DE PASO DE POLEAS									
A		B		C		D		E	
mm	Pulgadas	mm	Pulgadas	mm	Pulgadas	mm	Pulgadas	mm	Pulgadas
76	3	117	4.6	178	7	305	12	533	21
81	3.2	127	5	191	7.5	330	13	549	21.6
86	3.4	132	5.2	203	8	343	13.5	559	22
91	3.6	137	5.4	216	8.5	356	14	569	22.4
97	3.8	142	5.6	229	9	368	14.5	579	22.8
102	4	152	6	241	9.5	381	15	589	23.2
107	4.2	163	6.4	254	10	394	15.5	599	23.6
117	4.6	173	6.8	267	10.5	406	16	610	24
122	4.8	188	7.4	279	11	457	18	686	27
127	5	218	8.6	305	12	559	22	787	31
132	5.2	239	9.4	330	13	686	27	889	35
142	5.6	279	11	356	14	838	33	1016	40
152	6	315	12.4	406	16	1016	40	1168	46
163	6.4	391	15.4	457	18	1219	48	1321	52
178	7	467	18.4	508	20	1473	58	1473	58
208	8.2	508	20	610	24	1778	70	1676	66
229	9	635	25	762	30	2083	82	1880	74
269	10.6	762	30	914	36	2438	96	2134	84
305	12	965	38	1118	44			2438	96
381	15			1270	50				
457	18								

Tabla 4.18 Diámetro de poleas estándar para bandas en V clásicas.

DIAMETROS EXTERIORES DE POLEAS					
3V / 3VX		5V / 5VX		8V	
mm	Pulgadas	mm	Pulgadas	mm	Pulgadas
		112	4.4		
		118	4.65		
		124	4.9		
		132	5.2		
		140	5.5		
		150	5.9		
		160	6.3		
		170	6.7		
56	2.2	180	7.1		
60	2.35	191	7.5		
64	2.5	203	8		
67	2.65	216	8.5		
71	2.8	229	9		
76	3	235	9.25	318	12.5
80	3.15	248	9.75	335	13.2
85	3.35	262	10.3	356	14
93	3.65	277	10.9	381	15
105	4.12	287	11.3	406	16
114	4.5	300	11.8	432	17
121	4.75	318	12.5	457	18
127	5	335	13.2	483	19
135	5.3	356	14	508	20
142	5.6	381	15	538	21.2
152	6	406	16	569	22.4
165	6.5	475	18.7	630	24.8
175	6.9	538	21.2	762	30
203	8	599	23.6	902	35.5
269	10.6	711	28	1016	40
356	14	800	31.5	1130	44.5
483	19	953	37.5	1346	53
635	25	1270	50	1803	71
851	33.5	1702	67	2413	95

Tabla 4.19 Diámetro de poleas estándar para bandas en V angostas americanas.

4.7.4 Diseño de una transmisión mediante bandas en V.

Los datos básicos para la selección de transmisión con bandas en V son los siguientes:

- Potencia nominal del equipo impulsor.
- Factor de servicio basado en los equipos impulsor e impulsado.
- Distancia entre centros.
- La velocidad del equipo impulsor.
- La velocidad del equipo impulsado.
- El tamaño de las poleas.
- El factor de corrección por longitud de banda.
- El factor de corrección por ángulo de contacto de la banda con la polea menor.
- La cantidad de bandas requerida,
- La tensión inicial de la banda.

Muchas decisiones del diseño dependen de la aplicación y las limitaciones de espacio. A continuación se muestran aspectos a considerar en el diseño de bandas en V:

- El valor nominal de la distancia entre centros debe tener la posibilidad de ajustarse en ambas direcciones.
- Si se requirieran centros fijos deben utilizarse poleas tensoras. Es mejor usar polea tensora acanalada en el lado interior de la banda cerca de la polea mayor.
- El rango nominal de la distancia entre centros debe ser:

$$3 (D+d) \geq C \geq D$$

Donde **D** es el diámetro exterior de la polea mayor y **d** el diámetro de la polea menor

- El ángulo de contacto de la polea menor debe ser mayor de 120° .
- La mayor parte de las poleas comerciales son de fierro vaciado lo que limita a 1890 mts./min. (6500 pies/min.) la velocidad de paso de la banda.
- En caso de que la velocidad de paso de la banda sea menor 300 mts./min. (1000 pies/min.) considerar otra alternativa (engranes o cadena de rodillos)
- Evitar las altas temperaturas alrededor de la(s) banda (s).
- Asegurarse de que las flechas de las poleas estén paralelas y las poleas estén bien alineadas.

Debido a que actualmente las bandas en V angostas tienden a eliminar a las clásicas en esta tesis se procederá a diseñar una transmisión mediante bandas en V angostas. El procedimiento básico para el diseño de las bandas en V angostas es el siguiente:

1. De la Tabla 4.20 seleccionar un factor de potencia.
2. Determinar la potencia de diseño (P_d) mediante la ecuación.

$$P_d = P(\text{nominal}) \times \text{Factor de servicio}$$

2. Seleccionar la sección transversal americana o métrica de la banda mediante las Figs. 4.23(a) o 4.23(b).
4. Seleccionar grupos de poleas estándar de la Tabla 4.19 que cumplan con las condiciones de:
 - Relación de velocidades tentativas (R_v).

$$R_v = n_1 / n_2 = D_p / d_p$$

Donde n_1 = velocidad en r.p.m. de la polea menor.

n_2 = velocidad en r.p.m. de la polea mayor.

D_p = diámetro de paso de la polea mayor

d_p = diámetro de paso de la polea menor.

Los diámetros de paso de las poleas se obtienen de los diámetros estándar exteriores menos los factores mostrados en la Tabla 4.22.

- Límites operativos de la velocidad de paso de la(s) banda(s).

$$1890 \text{ Mts./min.} \geq V_p \geq 300 \text{ Mts./min.}$$

$$V_p (\text{Optima}) = 1350 \text{ mts./min.}$$

- Diámetro mínimo estándar de la polea menor según la Tabla 4.19
- Límites de la distancia entre centros

$$3 (D+d) \geq C \geq D$$

5. De los grupos seleccionados determinar la pareja de poleas estándar más apropiada.

5. De los grupos seleccionados determinar la pareja de poleas estándar más apropiada.

6. Determinar la longitud tentativa de la(s) banda(s) mediante la ecuación:

$$L = 2C(\text{tentativa}) + 1.57 (D + d) + (D - d)^2 / 4C(\text{tentativa})$$

7. De las Tablas 4.11 a la 4.17 seleccionar la longitud de banda más aproximada a la longitud tentativa obtenida en el paso anterior.

8. Calcular la distancia entre centros para la banda y poleas estándar usando la siguiente ecuación:

$$C = 0.25 \left(L - \pi \cdot \frac{D + d}{2} \right) \left\{ 1 + \left[1 - \frac{2(D - d)^2}{(L - \pi \cdot \frac{D + d}{2})^2} \right]^{1/2} \right\}$$

9. Calcular la potencia admisible por banda (P_a / banda).

$$P_a / \text{banda} = \{ \hat{n} d_p [K_1 \cdot K_2 / d_p - K_3 (\hat{n} d_p)^2 - K_4 \log (\hat{n} d_p) + K_{at} \hat{n}] G b$$

Donde: $\hat{n} = n_1 / 1000$

K_1, K_2, K_3, K_4 y K_{at} son constantes que se obtienen de la Tabla 4.23

b = Factor de corrección por longitud de banda. (Tabla 4.24)

G = Factor de corrección por ángulo de contacto entre la banda y la polea menor que se obtiene mediante la ecuación:

$$G = 1.25 (1 - e^{-0.5123 \theta})$$

Donde θ es el ángulo de contacto entre la banda y la polea menor expresado en radianes y se puede obtener mediante la ecuación:

$$\theta = \left\{ 2 \cos^{-1} \left[\frac{(D - d)}{2C} \right] \right\} / 57.3$$

10. Calcular la cantidad de bandas (X_b)

$$X_b = P_d / (P_d / \text{banda})$$

11. Determinar las distancias de instalación y compensación mediante las tolerancias que se encuentran en la Tabla 4.21

EQUIPOS IMPULSADOS	EQUIPOS IMPULSORES O MOTRICES						
	Si se utilizan poleas locas añadir lo siguiente al factor de servicio	Motores Eléctricos CA par normal, jaula de ardilla y sincrónicos, fase partida, CD			Motores Eléctricos CA alto par, anillos deslizantes CD		
		TIPO DE SERVICIO			TIPO DE SERVICIO		
		Hasta 6 Hr	6 a 16 Hr	16 a 24 Hr	Hasta 6 Hr	6 a 16 Hr	16 a 24 Hr
Polea loca en lado flojo (dentro) Ninguno							
Polea loca en lado flojo (dentro) 0 1							
Polea loca en lado apretado (dentro) 0.1							
Polea loca en lado apretado (afuera) 0 2							
Agitadores para líquidos Sopladores y aspiradoras Bombas centrífugas y compresores hasta 0.75 KW (1HP) Ventiladores hasta 7.5 KW (10 HP) Transportadores de carga ligera	1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3	
Transportadores de banda para arena, granos, etc Mezcladores de maza. Ventiladores de más de 7.5 KW (10 HP). Generadores Ejes de línea. Maquinaria de Lavandería Maquinas Herramienta Taladros, prensas, cortadoras. Maquinaria para Imprentas Bombas rotatorias de desplazamiento positivo. Cribas giratorias y vibratorias	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4	
Maquinas para Ladrillos. Elevadores de Cangilones Excitadores. Compresores con Pistón. Transportadores de Tornillo Molinos de Martillo Molinos Batidores de Papel Bombas de Pistón Sopladores de Desplazamiento Positivo Pulverizadores. Maquinaria para Molinos de Sierra y Trabajo de Madera. Maquinaria Textil	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	
Trituradoras (Giratorias, Mordazas, Rotatorias) Molinos (Bolas, Roladores, Laminadores). Grúas Maquinaria para la Industria del Hule	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	
Equipo con ahogador	2	2	2	2	2	2	

Tabla 4.20 Factores de servicio para bandas en V servicio pesado.

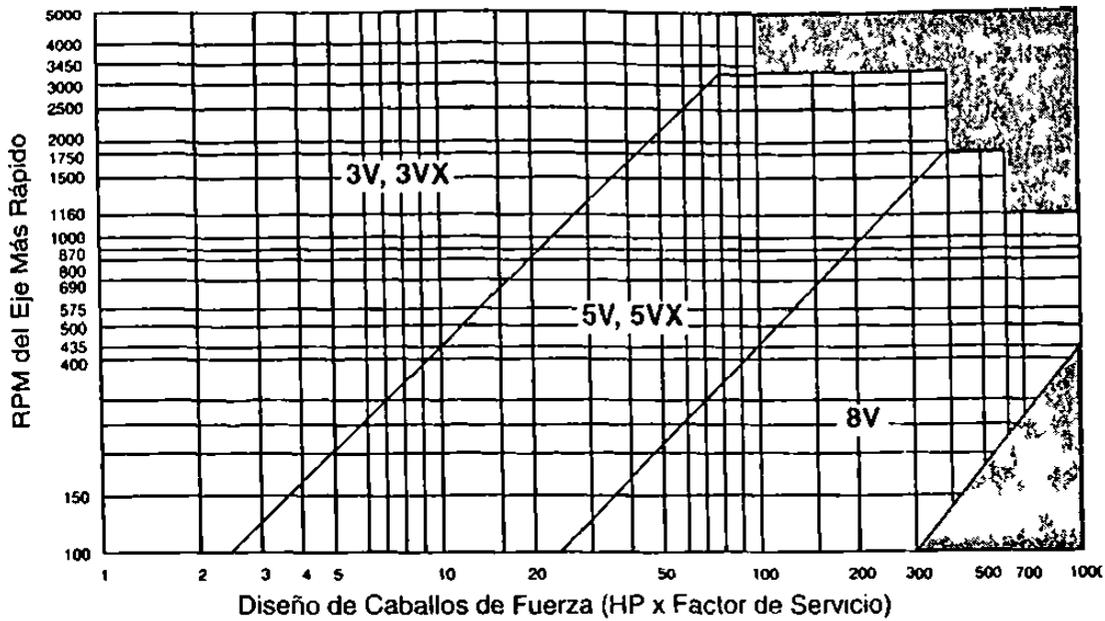


Figura 4.23(a) Grafica para la selección de bandas en V angostas americanas.

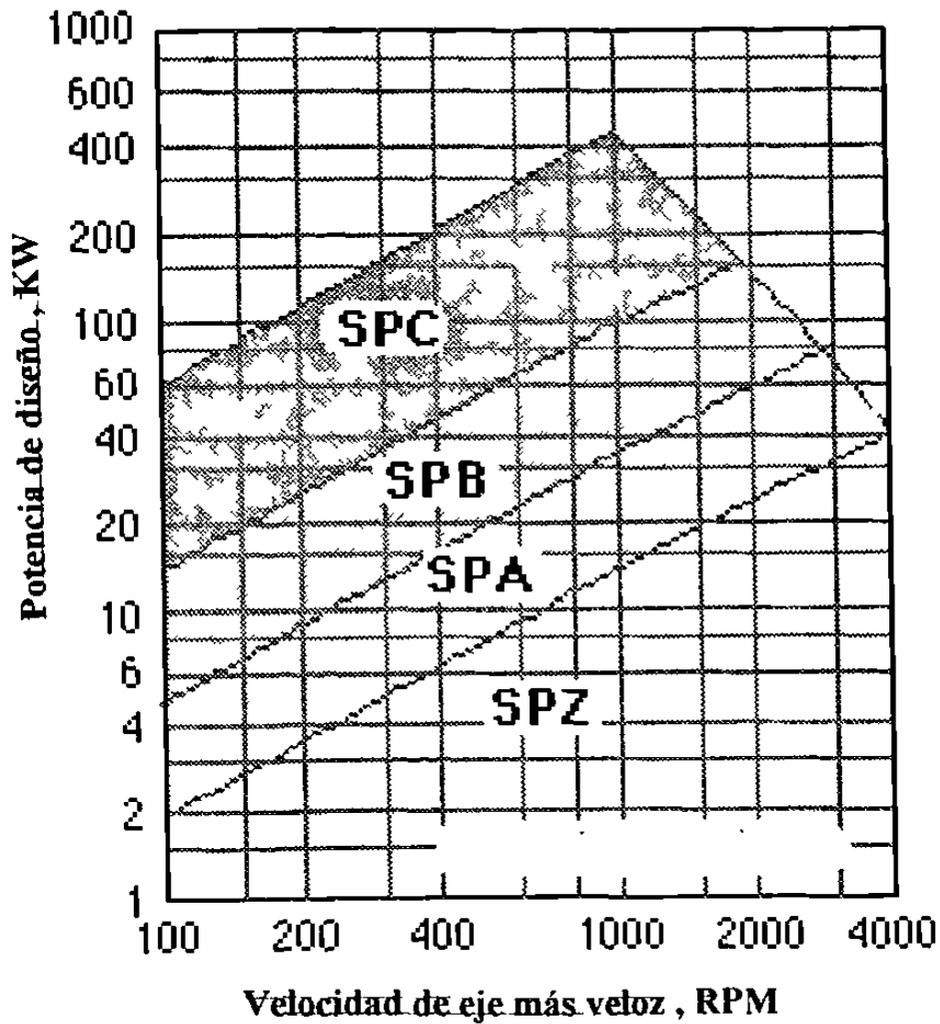


Figura 4.23(b) Grafica para la selección de bandas en V angostas métricas.

POTENCIA DEL MOTOR		RPM DEL MOTOR (MOTORES ELECTRICOS DE 60 Y 50 HZ.)											
KW	HP	575 60 HZ		690 60 HZ		870 60 HZ		1160 60 HZ		1750 60 HZ		3450 60 HZ	
		485 60 HZ		575 60 HZ		725 60 HZ		950 60 HZ		1425 60 HZ		2850 60 HZ	
		mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.
0.4	0.5					56	2.2						
0.6	0.75					61	2.4	56	2.2				
0.8	1	76	3	64	2.5	61	2.4	61	2.4	56	2.2		
1.1	1.5	76	3	76	3	61	2.4	61	2.4	61	2.4	56	2.2
1.5	2	97	3.8	76	3	76	3	61	2.4	61	2.4	61	2.4
2.3	3	114	4.5	97	3.8	76	3	76	3	61	2.4	61	2.4
3.8	5	114	4.5	114	4.5	97	3.8	76	3	76	3	61	2.4
5.7	7.5	132	5.2	114	4.5	112	4.4	97	3.8	76	3	76	3
7.5	10	152	6	132	5.2	112	4.4	112	4.4	97	3.8	76	3
11.3	15	173	6.8	152	6	132	5.2	112	4.4	112	4.4	97	3.8
15.1	20	208	8.2	173	6.8	152	6	132	5.2	112	4.4	112	4.4
18.9	25	229	9	208	8.2	173	6.8	152	6	112	4.4	112	4.4
22.6	30	254	10	229	9	173	6.8	173	6.8	132	5.2		
30.2	40	254	10	254	10	208	8.2	173	6.8	152	6		
37.7	50	279	11	254	10	213	8.4	208	8.2	173	6.8		
45.3	60	305	12	279	11	254	10	203	8	188	7.4		
56.6	75	356	14	330	13	279	11	254	10	218	8.6		
75.5	100	381	15	381	15	305	12	254	10	218	8.6		
94.3	125	508	20	457	18	381	15	305	12	267	10.5		
113.2	150	559	22	508	20	457	18	330	13	267	10.5		
150.9	200	559	22	559	22	559	22			335	13.2		
188.6	250	559	22	559	22								
226.4	300	686	27	686	27								

Tabla 4.21 Diámetros externos mínimos recomendados para las poleas de motores eléctricos de uso general.

Sección de la banda en V	Restar de diámetro exterior para encontrar el diámetro de paso.
3V	0.05"
5V	0.10"
8V	0.20"
SPZ	13.0 mm.
SPA	18.0 mm.
SPB	22.0 mm.
SPC	30.0 mm.

Tabla 4.22 Cantidad que se sustrae del diámetro exterior para obtener el diámetro de paso en las poleas para bandas angostas

SECCION TRANSVERSAL	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
3VX	1.691	1.5295	1.5229*10 ⁻⁴	0.1596
5V	3.3140	10.123	5.8758*10 ⁻⁴	0.46527
5VX	3.3038	7.781	3.6432*10 ⁻⁴	0.43343
8V	8.6628	49.323	1.5804*10 ⁻³	1.1669
MARGENES DE RELACION DE VELOCIDADES	VALORES K _{st}			
	SECCION TRANSVERSAL			
	3V	5V	5VX	8V
1 A 1.01	0	0	0	0
1.02 A 1.03	0.0157		0.0801	
1.02 A 1.05		0.0953		0.469
1.04 A 1.06	0.0315		0.16	
1.06 A 1.11		0.2623		1.278
1.07 A 1.09	0.0471		0.2398	
1.12 A 1.18		0.4572		2.2276
1.10 A 1.13	0.0629		0.3201	
1.19 A 1.26		0.6223		3.0321
1.14 A 1.18	0.0786		0.4001	
1.27 A 1.38		0.7542		3.6747
1.19 A 1.25	0.0944		0.4804	
1.39 A 1.57		0.8833		4.3038
1.26 A 1.35	0.1101		0.5603	
1.58 A 1.94		0.9941		4.8438
1.36 A 1.57	0.1259		0.6405	
1.95 A 3.38		1.083		5.2767
1.58 EN ADELANTE	0.1416		0.7202	
3.39 EN ADELANTE		1.1471		5.5892

Tabla 4.23 Constantes para determinar la potencia admisible por banda para bandas en V angostas americanas.

3V X		5VX	5V	8 V	
SECCION DE LA BANDA	FACTOR DE CORRECCION b	SECCION DE LA BANDA	FACTOR DE CORRECCION b	SECCION DE LA BANDA	FACTOR DE CORRECCION b
3VX250	0.83	5VX500	0.85	8V1000	0.87
3VX265	0.84	5VX530	0.86	8V1060	0.88
3VX280	0.85	5VX560	0.87	8V1120	0.88
3VX300	0.86	5VX600	0.88	8V1180	0.89
3VX315	0.87	5VX630	0.89	8V1250	0.9
3VX335	0.88	5VX670	0.9	8V1320	0.91
3VX355	0.9	5VX710	0.91	8V1400	0.92
3VX375	0.91	5VX750	0.92	8V1500	0.93
3VX400	0.92	5VX800	0.93	8V1600	0.94
3VX425	0.93	5VX850	0.94	8V1700	0.94
3VX450	0.94	5VX900	0.95	8V1800	0.95
3VX475	0.95	5VX950	0.95	8V1900	0.96
3VX500	0.96	5VX1000	0.96	8V2000	0.97
3VX530	0.97	5VX1060	0.97	8V2120	0.98
3VX560	0.98	5VX1120	0.98	8V2240	0.98
3VX600	0.99	5VX1180	0.99	8V2360	0.99
3VX630	1	5VX1250	1	8V2500	1
3VX670	1.01	5VX1320	1.01	8V2650	1.01
3VX710	1.02	5VX1400	1.02	8V2800	1.02
3VX750	1.03	5VX1500	1.03	8V3000	1.03
3VX800	1.04	5VX1600	1.04	8V3150	1.04
3VX850	1.06	5VX1700	1.05	8V3350	1.05
3VX900	1.07	5VX1800	1.06	8V3550	1.06
3VX950	1.08	5VX1900	1.07	8V3750	1.07
3VX1000	1.09	5VX2000	1.08	8V4000	1.08
3VX1060	1.1	5V2120	1.09	8V4250	1.09
3VX1120	1.11	5V2240	1.09	8V4500	1.09
3VX1180	1.12	5V2360	1.1	8V4750	1.1
3VX1250	1.13	5V2500	1.11	8V5000	1.11
3VX1320	1.14	5V2650	1.12	8V5600	1.12
3VX1400	1.15	5V2800	1.13		
		5V3000	1.14		
		5V3150	1.15		
		5V3350	1.16		
		5V3550	1.17		

Tabla 4.24 Factor de corrección por longitud para bandas angostas americanas.

NUMERO DE BANDA EN V ANGOSTA	TOLERANCIA MINIMA EN LA DISTANCIA ENTRE CENTROS PARA INSTALACION						TOLERANCIA MINIMA EN LA DISTANCIA ENTRE CENTROS PARA EL TENSADO INICIAL	
	3V / 3VX		5V / 5VX		8 V		mm	Pulgadas
	mm	Pulgadas	mm	Pulgadas	mm	Pulgadas		
HASTA 476	12.7	0.5					25.4	1
475 A 710	20.3	0.8	25.4	1			30.48	1.2
760 A 1080	20.3	0.8	25.4	1	38.1	1.5	38.1	1.5
1145 A 1250	20.3	0.8	25.4	1	38.1	1.5	45.72	1.8
1270 A 1700	20.3	0.8	25.4	1	38.1	1.5	55.88	2.2
1800 A 2000			25.4	1	45.7	1.8	63.5	2.5
2030 A 2360			30.5	1.2	45.7	1.8	76.2	3
2410 A 2650			30.5	1.2	45.7	1.8	81.28	3.2
2690 A 3000			30.5	1.2	45.7	1.8	88.9	3.5
3180 A 3550			30.5	1.2	50.8	2	101.6	4
3810 A 5000					50.8	2	139.7	5.5
MAYORES DE 5000					50.8	2	152.4	6

Tabla 4.25 Tolerancias mínimas para el ajuste de las distancias para instalación y compensación.

4.7.5 Programa para el diseño de transmisiones mediante bandas en V angostas.

```

10 PRINT "PROGRAMA PARA BANDAS EN V"
20 PRINT
30 PRINT "DATOS DE LOS EQUIPOS"
40 PRINT

50 PRINT "LOS DATOS INICIALES REQUERIDOS SON"
60 PRINT "EQUIPO MOTRIZ"
70 PRINT "INPUT EQUIPO MOTRIZ =",EM
80 PRINT "EQUIPO IMPULSADO"

90 PRINT "INPUT EQUIPO IMPULSADO =", EI

100 PRINT "POTENCIA TRANSMITIDA"
110 PRINT "INPUT POTENCIA TRANSMITIDA= ",P
120 PRINT "VELOCIDAD DEL EQUIPO MOTRIZ"
130 PRINT "INPUT VELOCIDAD DEL EQUIPO MOTRIZ=",N1
140 PRINT "VELOCIDAD DEL EQUIPO IMPULSADO"

150 PRINT "INPUT VELOCIDAD DEL EQUIPOIMPUL=",N2
160 PRINT "SERVICIO"
170 PRINT "INPUT SERVICIO=",S
180 PRINT "DISTANCIA ENTRE CENTROS TENTATIVA"
190 PRINT "INPUT DISTANCIA ENTRE CENTROS TENT=",CT
200 PRINT "TOLERANCIA ENTRE CENTROS DESEADA"
210 PRINT "INPUT TOLERANCIA ENTRE CENTROS=",@
220 PRINT PRINT
230 PRINT "SOLUCION"
    "
240 PRINT "INPUT FACTOR DE SERVICIO=",FS
250 PD=P*FS
260 PRINT
270 PRINT "POTENCIA DE DISEÑO =", PD
280 PRINT "LAS POLEAS ESTANDAR SELECC SON "
290 PRINT "DIAM EXTERIOR DE LA POLEA MOTRIZ"
300 PRINT "DIAM EXTERIOR DE LA POLEA IMPULSADA"
310 PRINT PRINT

320 PRINT "INPUT DIAM EXT POLEA
    MOTRIZ,DIAM EXT.POL.I.
330 INPUT d,D
340 PRINT "DIAM PASO POLEA MOTRIZ"
350 PRINT "INPUT DIAM DE PASO POLEA MOTRIZ=",dp
360 PRINT "DIAM PASO POLEA IMPULSADA"
370 PRINT "INPUT DIAM.DE PASO POLEA IMPULSADA=",Dp
380 RV= Dp/dp
390 PRINT "RELACION DE VELOCIDADES DESEADA=",RV
400 PRINT

```

```

410 PRINT "IF RELACION DE VELOCIDADES OK,TYPE 1 "
420 PRINT "TYPE 2 TO TRY AGAIN"
430 INPUT R
440 IF THEN 320
    R<>1
450 PRINT "RELACION DE VELOCIDADES DESEADA OK"
460 PRINT
470 PRINT " DISTANCIA ENTRE CENTROS TENTATIVA"
480 PRINT "INPUT DISTANCIA ENTRE CENTROS
    TENTATIVA",CT
490 INPUT LT

500 PRINT  $LT=2*CT+1.57*(Dp+dp)+(Dp-dp)^2/4*CT$ 
510 PRINT "LONGITUD TENTATIVA=",LT
520 PRINT
530 PRINT "LONG DE BANDA ESTANDAR MAS PROX."
540 PRINT "INPUT LONG REAL DE LA(S) BANDA(S)=",L

550  $Cb=0.25*(L-3.1416*(D+d)/2*(1+2*(D-d)^2)^0.5/(L-$ 
560  $3.1416*(D-d)^2)$ 
570 PRINT "DISTANCIA ENTRE CENTROS REAL=",Cb
580 PRINT "IF (Cb-CT)>@ THEN 320
590 PRINT "POTENCIA ADMISIBLE POR BANDA"
600 PRINT "CONST PARA EL CALCULO DE POT POR BANDA"
610 PRINT "INPUT . n,K1,K2,K3,K4,KST"
620  $PbN= n*dp*((K1-K2/dp-K3*(n*dp)^2-K4*LOG(fdp)+KST*n)$ 
630 PRINT

640 PRINT "POTENCIA ADMISIBLE POR BANDA NOMINAL=",PbN
650 PRINT "ANGULO DE CONTACTO"
660  $ANG=(2*COS-1(((D-d)*2/Cb)))/57.3$ 
670 PRINT "ANGULO DE CONTACTO=", ANG
680 PRINT "FACTOR DE CORR POR ANG DE CONTACTO"
690  $G=1.25*(1-e^(-0.5123*ANG))$ 
700 PRINT "FACTOR DE CORR POR ANG DE CONTACTO=",G
710 PRINT "FACTOR DE CORR POR LONG. DE BANDA"

720 PRINT "INPUT FACTOR DECORR POR LONG DE BANDA=",b
730 PRINT "POT DE DISEÑO POR BANDA"
740  $PbD =PbN*G*b$ 
750 PRINT
760 PRINT "POT DE DISEÑO POR BANDA=",PbD
770 PRINT "CANTIDAD DE BANDAS REQUERIDA"
780  $Xb=Pd/PbD$ 
790 PRINT "CANTIDAD DE BANDAS REQUERIDA = Xb"

```

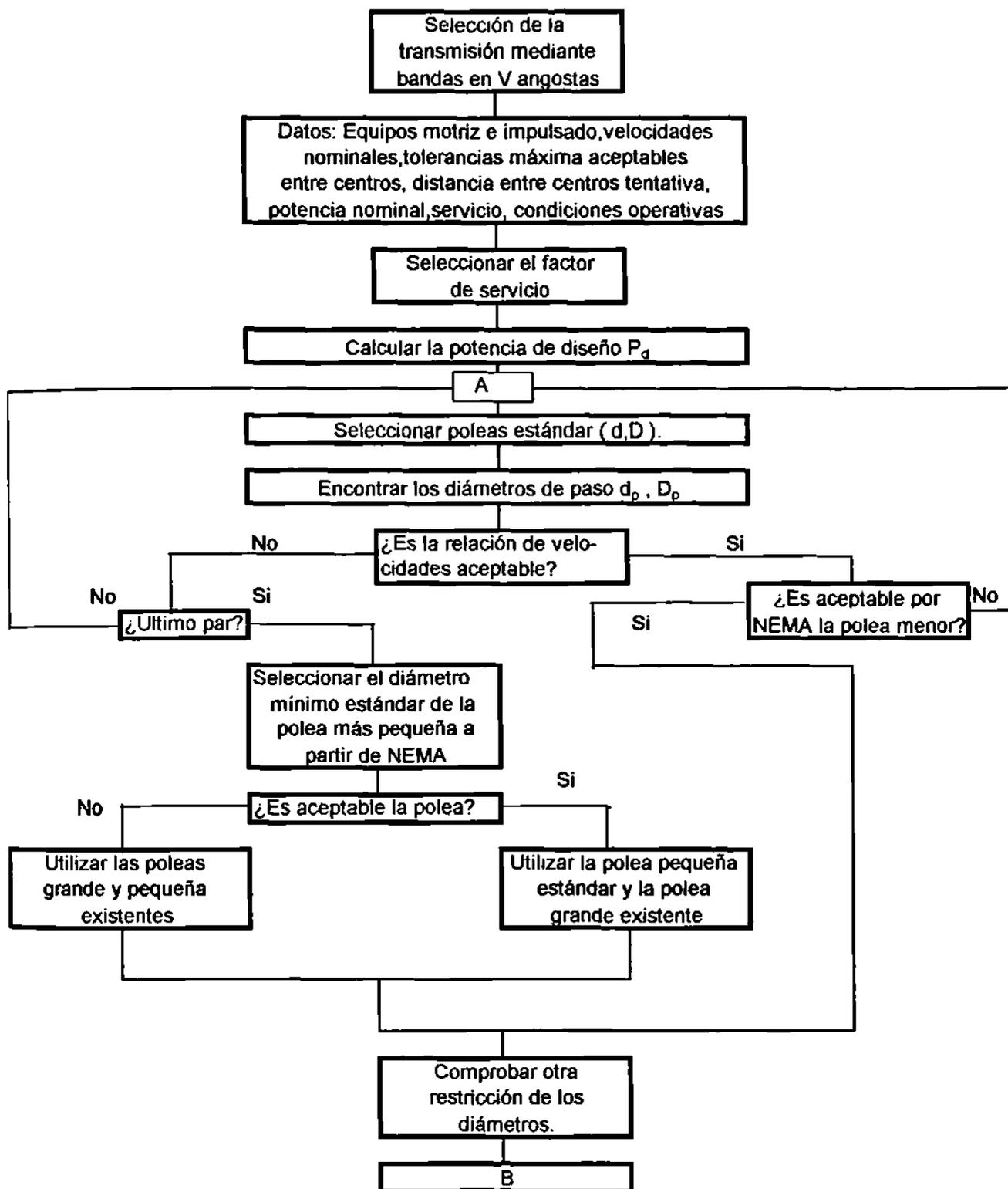


Fig. 4.24 (a) Diagrama de flujo para la selección de bandas en V angostas

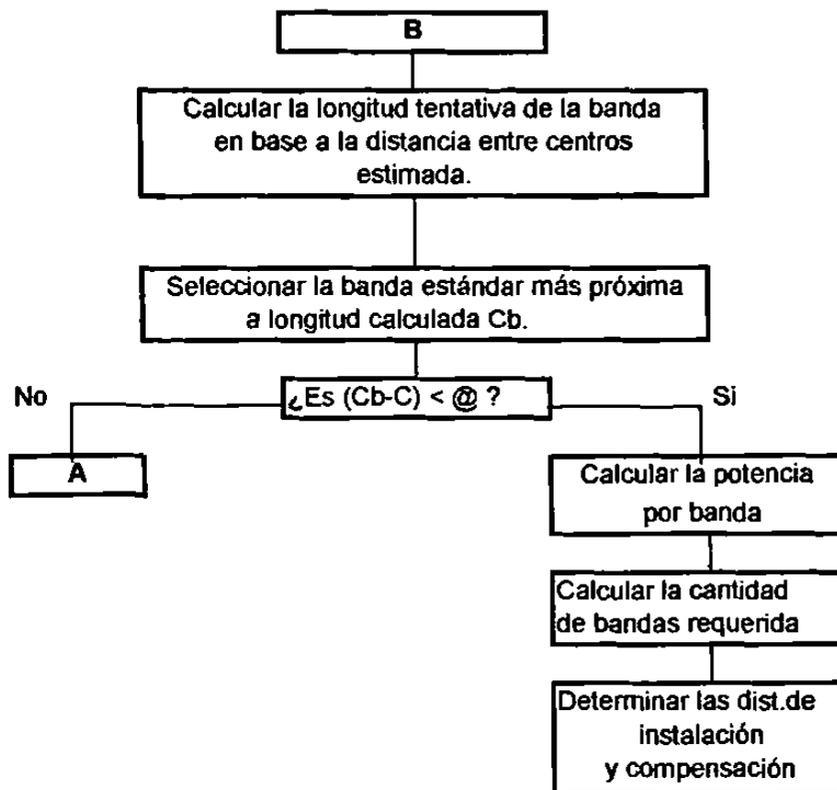


Fig. 4.24(b) Diagrama de flujo para la selección de bandas en V angostas

4.7.6 Ejemplo ilustrativo del diseño de una transmisión mediante bandas en V angostas.

Datos de los equipos:

- Equipo motriz : Motor eléctrico C.A. par normal, 75 HP (56 KW), 1160 RPM@ 60 Hz
- Equipo impulsado: Bomba de pistones con velocidad de 390 a 400 RPM.
- Distancia entre centros de poleas requerida 914mm (36") a 1220 (48").
- Servicio : 20 Hrs./día.

Determinar la transmisión mediante bandas más adecuada obteniendo la siguiente información:

- Sección y longitud de la(s) banda(s).
- Diámetros de las poleas.
- Distancia real entre centros de las poleas.
- Cantidad de bandas requeridas.

Solución :

1. De la Tabla 4.20 : $FS = 1.4$
2. $P_d = 56 \times 1.4 = 78.4 \text{ Kw}$ (105 HP)
3. De la Fig. 4.23 (a) con $P_d = 105 \text{ HP}$ y $n_1 = 1160 \text{ RPM}$: La sección de la banda puede ser 5V o 5VX, seleccionamos arbitrariamente en este caso una 5VX.
4. Para seleccionar los diámetros de las poleas consideramos los siguientes criterios:
 - R_v (tentativa) = $1160 / 396 = 294$.
 - $d_p(\text{máx.}) = V_p(\text{máx.}) / \pi \times n_1 = 1980 \times 1000 / \pi \times 1160 = 518.6 \text{ mm}$ (20.4").
 - $d_p(\text{mín.}) = V_p(\text{mín.}) / \pi \times n_1 = 82.32 \times 1000 / \pi \times 1160 = 82.32 \text{ mm}$ (3.24").
 - $d_p(\text{optimo.}) = V_p(\text{máx.}) / \pi \times n_1 = 1350 \times 1000 / \pi \times 1160 = 370 \text{ mm}$ (14.58").
 - De la tabla 4.21 $d_p(\text{mín.}) = 254 \text{ mm}$ (10").
 - D_p deberá ser mayor o igual 914 mm.
 - De la tabla 4.19 se obtienen las siguientes alternativas:

$$D = 800 \text{ mm y } d = 277 \text{ mm } R_v = (800 - 2.54) / (277 - 2.54) = 2.90$$

$$D = 800 \text{ mm y } d = 262 \text{ mm } R_v = (800 - 2.54) / (262 - 2.54) = 3.07$$

$$D = 953 \text{ mm y } d = 318 \text{ mm } R_v = (953 - 2.54) / (318 - 2.54) = 3.01$$

5. Por estar más próxima a la velocidad de paso óptima se selecciona la opción:

$$D_{nom.} = 953 \text{ mm y } d_{nom.} = 318 \text{ mm}$$

Es decir :

$$D_p = 950 \text{ mm y } d_p = 315 \text{ mm}$$

6. Considerando una distancia entre centros tentativa de 1067 mm (42"). La longitud tentativa es :

$$L_p(\text{tent.}) = 2 \times 1067 + 1.57(953 + 318) + (953 - 318)^2 / 4 \times 1067 = 4224 \text{ mm}$$

7. De las **Tablas 4.12** la longitud de banda más aproximada a la longitud tentativa obtenida en el paso anterior es: $L_p = 4320 \text{ mm}$ la cual corresponde a una banda **5VX 1700**

8. La distancia entre centros para la banda y poleas estándar es la siguiente:

$$C = 0.25 \left(\frac{4320 - \pi \cdot \frac{953 + 318}{2}}{2} \right) \left\{ 1 + \left[\frac{1 - \frac{2(953 - 318)^2}{(4320 - \pi \cdot \frac{953 + 318}{2})^2}}{2} \right]^{1/2} \right\}$$

$$C = 1080 \text{ mm (42.42")}$$

9. Para una banda **5VX 1700** de las **Tablas 4.23 y 4.24**: $K_1 = 3.3038$, $K_2 = 7.781$, $K_3 = 3.6432 \cdot 10^{-4}$, $K_4 = 0.43343$, $K_s = 0.7202$, $b = 1.05$ por otro lado $\tilde{n} = 1160/1000 = 1.16$

$$\theta = \left\{ 2 \cos^{-1} \left[\frac{(953 - 318)/2 \times 1080}{57.3} \right] \right\} / 57.3 = 2.54 \text{ rad.}$$

$$G = 1.25 (1 - e^{-0.5123 \times 2.54}) = 0.91$$

Por tanto:

$$P_a / \text{banda} = 0.746 \left\{ 1.16 \times 12.4 \left[3.3038 - \frac{7.781}{12.4} - 3.6432 \cdot 10^{-4} (1.16 \times 12.4)^2 - 0.43343 \log(1.16 \times 12.4) + 0.7202 \times 1.16 \right] \right\} \times 0.91 \times 1.05$$

$$P_a / \text{banda} = 21.12 \text{ Kw}$$

10. La cantidad de bandas (X_b) es:

$$X_b = P_d / (P_d / \text{banda}) = 78.4 / 21.12 = 3.71 = 4 \text{ bandas}$$

11. Mediante las tolerancias de la **Tabla 4.25** la distancia de instalación es 20.3 mm. y la de compensación es 55.88 mm por tanto la distancia entre centros de las poleas debe tener los siguientes límites:

$$C \text{ de instalación} = 1080 - 20.3 \cong 1060 \text{ mm.}$$

$$C \text{ de operación} = 1080 \text{ mm.}$$

$$C \text{ de compensación máx.} = 1080 + 55.88 \cong 1136 \text{ mm. (según sea el desgaste o aflojamiento de las bandas).}$$

4.8 Transmisiones mediante bandas de sincronización.

Las bandas de sincronización también conocidas como reguladoras se hacen de tela ahulada y con refuerzo de alambre de acero para resistir los esfuerzos a tensión. Tienen dientes en su parte interior que entran en ranuras axiales formadas en dirección axial a la periferia de las poleas (Fig. 4.18). Como el impulso es mediante los dientes y no por fricción, no hay deslizamiento y los ejes impulsor e impulsado permanecen sincronizados. Esto permite que estas bandas se usen en aplicaciones tales como el accionamiento de un árbol de levas de un motor donde el uso de otro tipo de bandas sería imposible. Estas bandas se encuentran recubiertas con tela de nylon, no se restiran o deslizan y por tanto transmiten potencia según una relación de velocidades angulares constante. Tampoco requieren de tensión inicial ni lubricación y son muy adecuadas para transmisiones muy precisas. Su principal desventaja es su alto costo así como el de las poleas.

Las bandas de sincronización se aplican además en robots, máquinas de coordenadas X-Y, transmisiones de máquinas-herramientas, impresoras y graficadoras.

4.8.1 Tipos de bandas de sincronización.

Comercialmente en la actualidad se dispone de tres tipos de bandas de sincronización que se clasifican por la forma de sus dientes en:

- Trapezoidales.(Fig. 4.25)
- Curvilíneas. .(Fig. 4.26)
- Curvilíneas modificadas. .(Fig. 4.27)

Trapezoidales. La característica mayor de estas bandas también llamadas **bandas de tiempo**, es el perfil trapezoidal de los dientes. En la actualidad los dientes trapezoidales son los perfiles más comunes. Se fabrican desde aplicaciones de transmisiones de potencia fraccional hasta más de 75 KW (100 HP). algunas de estas bandas están disponibles con dientes en ambos lados.

Curvilíneas. Las bandas de perfil curvilíneo o redondeado fueron desarrolladas a inicios de los años 70's. También llamadas de alto par toesimal, estas bandas sincrónicas tienen dientes totalmente redondeados con más profundidad y están menos espaciados que las de tiempo. Se fabrican con dimensiones métricas y algunas de estas bandas están disponibles con dientes en ambos lados.

Curvilíneas modificadas. Estas bandas son de diseño reciente, tienen dientes grandes semiredondos achatados con ángulos flanqueados. Algunas de estas bandas están disponibles con dientes en ambos lados. Las **Tablas 4.26** a la **4.28** muestran la dimensiones y características operativas de las bandas de sincronización.

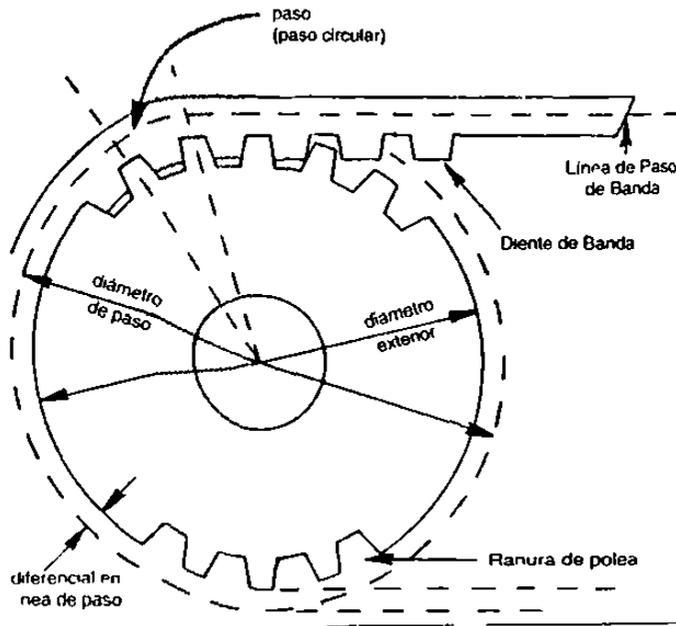
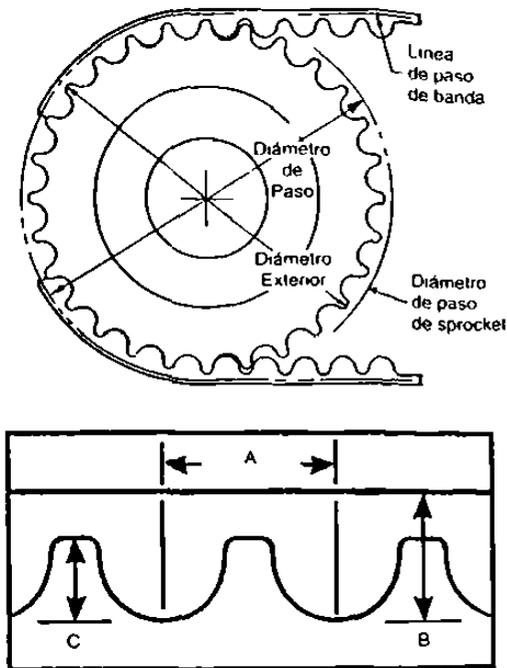


Fig. 4.25 Banda de sincronización de dientes de sección trapezoidal.



Paso de Banda	A	B	C
5MM	5MM .197 Pulg.	3.81MM .150 Pulg.	2.08MM .082 Pulg.
8MM	8MM .315 Pulg.	6MM .236 Pulg.	3.4MM .133 Pulg.
14MM	14MM .552 Pulg.	10MM .394 Pulg.	6.0MM .237 Pulg.
20MM	20MM .784 Pulg.	13.2MM .520 Pulg.	8.4MM .330 Pulg.

Fig. 4.26 Banda de sincronización de dientes de sección curvilínea.

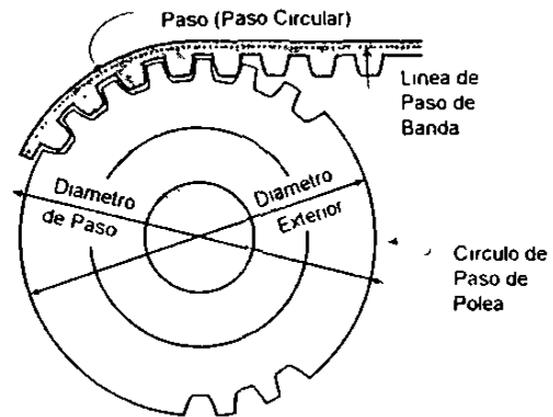


Fig. 4.27 Banda de sincronización de dientes de sección curvilínea modificada.

Las tres dimensiones principales de las bandas sincrónicas son:

- Paso de la banda.
- Longitud de paso.
- Ancho de la banda

El paso circular (generalmente conocido como paso) es una consideración básica en la selección de las poleas de sincronización así como lo es en engranes y catarinas.

El paso es la distancia entre los centros de las ranuras y se mide en el círculo del paso de la polea. En la banda, el paso es la distancia entre los centros del diente y se mide en la línea de paso de la banda. Cualquier banda de sincronización debe ser manejada con poleas del mismo paso.

La longitud de paso es la misma que la efectiva ya que el elemento de tensión se localiza sobre la de esta última.

El ancho es la mayor distancia medida en la sección transversal de la banda.

Las bandas reguladoras se pueden usar en pequeñas poleas y pequeños arcos de contacto, El contacto de solo seis dientes es suficiente para desarrollar la capacidad plena especificada. Estas bandas pueden operar eficientemente a velocidades hasta de 4800 mts./min.

4.8.2 Identificación y capacidades operativas de las bandas de sincronización.

Para facilitar la selección de las bandas de sincronización de dientes de sección trapezoidal, se han identificado con letras-código que representan su aplicación (Ver **Tabla 4.26**).

Sección de la banda	PASO		Relación de velocidades máx.	Potencia máx.	
	mm	pulg		KW/25 4 mm	HP/pulg
MXL	2 032	0 08	7.2	0.7 N-M	6 LB-IN
XL	0 508	0 02	7.2	2.5	3.4
L	9 525	0 375	12	4.8	6.4
H	12 7	0 5	11 14	16.7	22 4
XH	22 23	0 875	6 67	20 3	27 2
XXH	31 75	1 25	5	25.0	33 5

Tabla 4.26 Tamaños comerciales de bandas de sincronización de dientes Trapezoidales

Las bandas sincrónicas de dientes curvilíneos se fabrican con dimensiones métricas y su identificación indica el paso de la banda (Ver **Tabla 4.27**)

Sección de la banda	PASO	Relación de velocidades máx.	Potencia máx.	
	mm		KW/25 4 mm	HP/pulg
3	3	7.2	N/A	N/A
5	5	8	9.2	12.3
8	8	8.73	27.8	37.2
14	14	7.71	32.7	43.9
20	20	6.35	67.2	90.1

Tabla 4.27 Tamaños comerciales de bandas de sincronización de dientes curvilíneos.

Las bandas sincrónicas de dientes curvilíneos modificados también se fabrican con dimensiones métricas y su identificación indica el paso de la banda (Ver **Tabla 4.28**). Son de diseño muy reciente y no se encuentran aún estandarizadas por las asociaciones de fabricantes o en normas internacionales.

Sección de la banda	PASO	Relación de velocidades máx.	Potencia máx.	
	mm		KW/25 4 mm	HP/pulg
25	25	ND	ND	ND
45	45	ND	ND	ND
8	8	10 18	51	68 3
14	14	8	122	163 6

Tabla 4.28 Tamaños comerciales de bandas de sincronización de dientes curvilíneos modificados.

Debido a que en la actualidad la mayor parte de las transmisiones mecánicas que requieren de una buena sincronización utilizan bandas con dientes de sección trapezoidal y que el procedimiento de selección de las otras bandas es muy similar; en esta tesis analizaré el diseño de transmisiones con bandas de sincronización de dientes de sección curvilínea.

4.8.3 Terminología y designación para bandas de sincronización de dientes trapezoidales.

En la Fig. 4.28 se muestran los diferentes términos que identifican a las bandas reguladoras o de sincronización. Estos términos están identificados con letras que representan lo siguiente:

- A Paso de dientes.
- B Profundidad de dientes.
- C Ancho de la profundidad de dientes
- D Angulo de presión.
- E Radio en parte interior de los dientes.
- F Radio en parte superior de los dientes
- G Diferencial de paso de línea

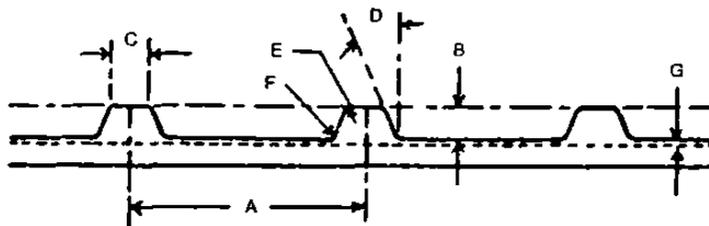


Fig. 4.28 Términos para bandas reguladoras o de sincronización de dientes trapezoidales.

Longitud de paso. La longitud de paso de estas bandas se indica en la primera parte de la designación de la banda. El primer número es la longitud de paso en décimas de pulgada. Una banda 300 L 075 tiene una longitud de paso de 30" (760 mm)

Paso. El paso de estas bandas es la distancia de centro a centro entre los dientes adyacentes medida en pulgadas. Aparece en la segunda parte de la designación, con una o varias letras. Una banda 300 L 075 tiene un paso L de 3/8" (9.5 mm.) ver **Tabla 4.26**.

Ancho El ancho de estas bandas se indica en la última parte de la designación de la banda. El número indica el ancho en centésimas de pulgada. Una banda 300 L 075 tiene un ancho de 0.75" (19 mm).

4.8.4 Terminología para poleas de bandas de sincronización de dientes trapezoidales.

Las poleas para bandas de sincronización tienen ranuras axiales cortadas en su periferia para lograr un contacto positivo con los dientes de las bandas correspondientes. Estas poleas están diseñadas de tal manera que los dientes de la banda entren y salgan de las ranuras con una mínima fricción. El diámetro de paso de la polea siempre será mayor que su diámetro exterior. En la Fig. 4.29 se muestran los diferentes términos que identifican a las poleas de sincronización. Estos términos están identificados con letras que representan lo siguiente:

- L Paso circular de la ranura
- M Profundidad mínima de la ranura, incluyendo espacio libre.
- N Ancho de ranura en profundidad mínima, incluyendo espacio libre
- O Angulo de presión.
- P Radio superior de la ranura.
- R Diámetro de paso
- S Diámetro exterior

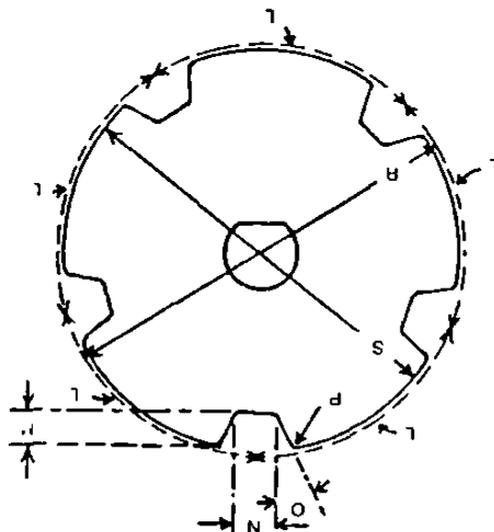


Fig. 4.29 Términos para poleas de sincronización de dientes trapezoidales

Las tres dimensiones de las poleas de sincronización o reguladoras son:

- Paso.
- Número de ranuras.
- Ancho.

Las bandas reguladoras o de sincronización no deben ser usadas sobre diámetros de poleas a los menores que se recomiendan en la **Tabla 4.27** sin esperar una reducción en la vida de la banda.

SECCION	PA SO		VELOCIDAD RPM	DIAMETRO DE PASO *		NO DE RANURAS
	mm	Pulgadas		mm	Pulgadas	
XL	5.1	0.2	3500	19.4	0.764	12 XL
			1750	16.2	0.637	10 XL
			1160	16.2	0.637	10 XL
L	9.5	0.375	3500	48.5	1.91	16 L
			1750	42.4	1.671	14 L
			1160	36.4	1.432	12 L
H	12.7	0.5	3500	80.8	3.183	20 H
			1750	72.8	2.865	18 H
			1160	64.7	2.546	16 H
XH	19.9	0.785	1750	183.9	7.242	26 XH
			1160	169.8	6.685	24 XH
			870	155.6	6.127	22 XH
XHH	31.8	1.25	1750	262.8	10.345	26 XXH
			1160	242.5	9.549	24 XXH
			870	222.4	8.754	22 XXH
* SE PUEDEN USAR DIAMETROS MAS PEQUEÑOS SI ES PERMITIDO UNA REDUCCION EN LA VIDA UTIL DE LA BANDA.						

Tabla 4.29 Diámetros mínimos de poleas reguladoras o de sincronización.

4.8.5 Diseño de una transmisión con bandas de sincronización de dientes trapezoidales.

El procedimiento básico para el diseño de transmisiones con bandas reguladoras o de sincronización es el siguiente:

1. De la Tablas 4.30 y 4.31 seleccionar un factor de potencia.
2. Determinar la potencia de diseño (P_d) mediante la ecuación.

$$P_d = P(\text{nominal}) \times \text{Factor de servicio}$$

3. Seleccionar el paso de la banda mediante la Fig. 4.30
4. Determinar la relación de velocidades tentativas (R_v):

$$R_v = n_1 / n_2$$

Donde n_1 = velocidad en rpm de la polea menor.

n_2 = velocidad en r.p.m. de la polea mayor.

5. Seleccionar la pareja de poleas estándar más apropiada considerando los siguientes criterios:
 - Se debe usar una polea de existencia para la transmisión, preferiblemente la mayor.
 - Si mediante la aplicación se determina un mínimo o un máximo diámetro de las poleas, comenzar con ese diámetro (o número de ranuras). Asegurarse de revisar el mínimo número recomendado de ranuras para el paso de banda seleccionado.
 - Si no se establecen limitaciones en el diámetro, multiplicar el número mínimo de ranuras recomendado para la polea pequeña por la relación recomendada en el paso 4 para así obtener el número de ranuras requerido para la polea mayor. De ser posible, para una transmisión más económica utilizar la polea de existencia (Tablas 4.32 a la 4.37) con el siguiente número mayor. Para obtener la relación definitiva, dividir el número de ranuras de la polea mayor entre el número de ranuras de la polea menor seleccionadas.

6. Determinar la longitud tentativa de la banda mediante la ecuación:

$$L_p = 2C(\text{tentativa}) + 1.57 (D_p + d_p) + (D_p - d_p)^2 / 4C(\text{tentativa})$$

7. De la **Tabla 4.38** seleccionar la longitud de banda más aproximada a la longitud tentativa obtenida en el paso anterior. Corregir la distancia entre centros sumando (si la banda estándar es más grande) o sustrayendo (si la banda estándar es más corta) una mitad de la diferencia entre la longitud de banda calculada y la longitud estándar.
8. Calcular la distancia entre centros para la banda y poleas estándar usando la siguiente ecuación:

$$C = 0.25 \left(L - \pi \frac{D_p + d_p}{2} \right) \left\{ 1 + \left[1 - \frac{2(D_p - d_p)}{(L - \pi \frac{D_p + d_p}{2})^2} \right]^{1/2} \right\}$$

9. Determinar la capacidad de potencia admisible nominal en KW por milímetro de ancho de la banda (KW/mm) de las **Tabla 4.39** a la **4.44** para el paso de banda seleccionado.
10. Determinar el factor de engranaje (f) mediante la **Tabla 4.45** por medio de la cantidad de dientes en engranaje (TIM) la cual se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$TIM = \left[180^\circ - \frac{60 (D_p - d_p)}{C} \right] N_1 / 360$$

Donde : N_1 = cantidad de dientes de la polea menor.

11. Determinar la capacidad de potencia admisible de diseño en KW por milímetro de ancho de la banda (KW/mm) mediante la ecuación:

$$P_b(\text{diseño}) = P_b(\text{nominal}) \times f$$

12. Determinar el ancho de la banda (W_t) mediante la ecuación:

$$W_t = P_d / P_b(\text{diseño})$$

Si la respuesta contiene una fracción, utilizar el siguiente ancho de existencia mayor.

CLASE DE UNIDAD MOTRIZ		CLASE I	CLASE II	CLASE III
CARGA MOMENTANEA DE PICO			149 A	250 A
% DE CARGA PROPORCIONAL		149%	249%	400%
MOTORES DE C.A. FASE PARTIDA				TODOS
JAULA DE ARDILLA				
NEMA Diseño A	3450 RPM	> 30 KW (40 HP)	1 A 23 KW (1.5 A 30 HP)	
	1750 RPM	> 75KW (100 HP)	4 A 57 KW (5 A 75 HP)	0.75 A 2.3 KW
	1160 RPM	> 11 KW (15 HP)	0.5 A 7.5 KW(3/4 A 10 HP)	
	870 RPM	> 4KW (5 HP)	0.4 A 2.3 KW (0.5 A 3 HP)	(1 A 3 HP)
NEMA Diseño B	3450 RPM		> 4KW (5 HP)	1 A 2.3 KW (1.5 A 3 HP)
	1750 RPM		> 4KW (5 HP)	0.75 A 2.3 KW(1 A 3 HP)
	1160 RPM		> 4KW (5 HP)	0.5 A 2.3 KW(0.75 A 3 HP)
	870 RPM		> 1.5 KW (2HP)	0.4 A 1 KW (0.5 A 1.5 HP)
NEMA Diseño C	1750 RPM		> 11 KW (15 HP)	4 A 7.5 KW (5 A 10 HP)
	1160 RPM		> 5.5 KW (7.5 HP)	2.3 A 4 KW (3 A 5 HP)
	870 RPM		TODOS	
NEMA Diseño D				TODOS
NEMA Diseño F		TODOS		
ROTOR ENROLLADO	1750 RPM		15 KW (20 HP)	1.5 A 11 KW (2 A 15 HP)
	1160 RPM		11 KW (15 HP)	1.5 A 7.5 KW (2 A 7.5 HP)
	870 RPM		5.7 (7.5 HP)	0.75 A 4 KW (1 A 5 HP)
SINCRONICOS			PAR NORMAL	ALTO PAR
MOTORES ELECTRICOS DE C.D.		DERIVACION	COMPUESTO	SERIE
MOTORES DE COMBUSTION INTERNA		ARRIBA DE 6 CIL.	6 CIL	4 CIL O MENOS
MOTORES HIDRAULICOS, EJES DE LINEA.				TODOS

Tabla 4.30 Clase de servicio de unidades motrices para determinar el Factor de servicio en bandas de sincronización.

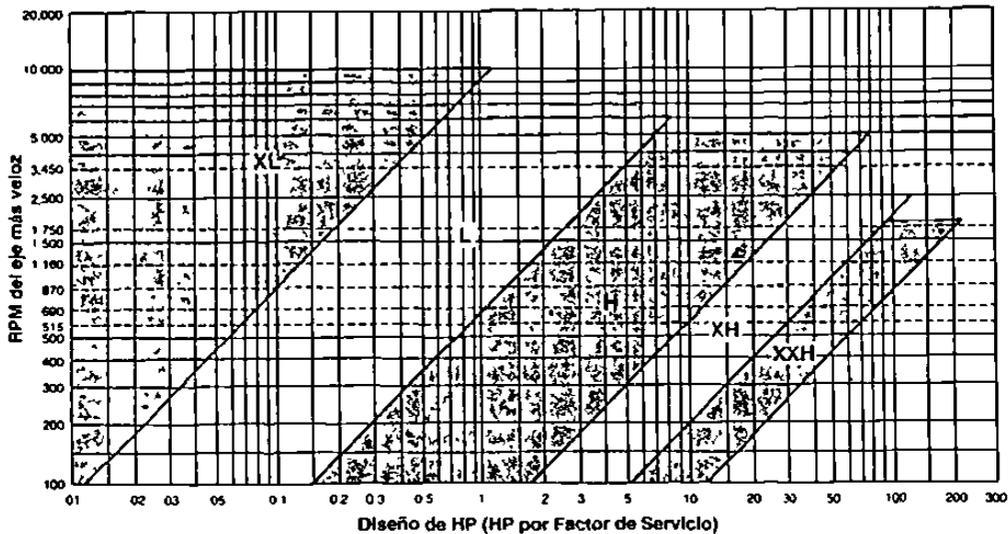


Fig. 4.30 Gráfica para la selección de la sección de las bandas de sincronización.

		Clase I	Clase II	Clase III
Agitadores, batidores (pala o propulsor)	líquido	1.4	1.6	1.8
	semilíquido	1.5	1.7	1.9
Bombas centrífugas, engranes, rotatorias, tubulares, reciprocantes		1.5	1.7	1.9
		2.0	2.2	2.4
Centrifugos		1.7	1.9	—
Compresores	reciprocantes	2.0	2.2	2.4
	centrifugos	1.6	1.7	1.8
Cribas vibratorias, (agitadoras) tambor, cónicas		1.5	1.7	—
		1.4	1.5	—
Ejes de línea		1.5	1.7	1.9
Generadores y excitadores		1.6	1.8	2.0
Gruas y elevadores		1.6	1.8	2.0
Máquinas herramientas				
taladros, tomos		1.4	1.6	1.8
máq. de tornillo, esmeril, fresadoras		1.5	1.7	1.9
cepillos, troqueladoras		1.5	1.7	1.9
Máquinaria para imprentas				
prentas, periodicos, rotativos		1.4	1.6	1.8
estampadoras de revistas		1.4	1.6	1.8
linotipos, cortadoras, legajos.		1.4	1.6	1.8
Máquinaria para ladrillos y barro				
taladros, batidoras, granuladoras		1.5	1.7	1.9
amasadoras		1.8	2.0	2.2
Máquinaria para lavanderías				
general		1.5	1.6	1.7
secadoras, lavadoras		1.6	1.8	2.0
Máquinaria para madera				
enlataderas, serruchos de banda		1.3	1.4	—
junteras, serruchos circulares, cepillos		1.4	1.6	—
Máquinaria para panaderías				
batidoras de masa		1.4	1.6	1.8
Máquinaria para papel				
Agitadores, calandrias, secadoras		1.4	1.6	1.8
desebradoras, bombas Nash		1.7	1.9	2.1
Máquinaria para plantas de hule		1.6	1.8	2.0
Máquinaria textil				
telares, marcos, tomos de cordeleros		1.6	1.8	2.0
cordeleros, carretes, urdimbre		1.5	1.7	—
Molinos bola, varilla, bola, etc.		—	2.2	2.5
Molinos de martillos		1.7	1.9	2.1
Transportadores banda carga ligera		1.3	1.5	1.7
banda para homo, mineral		1.6	1.7	1.8
carbón, cangilones		1.7	1.8	1.9
espiral, helicoidales		1.7	1.9	2.1
Ventiladores y sopladores				
centrifugos, propulsores,		1.6	1.8	2.0
para minas, sopladores positivos		1.8	2.0	2.2

Tabla 4.31 Factor de servicio en bandas de sincronización.

MXL PASO 2.03 mm (0.08")								
CANTIDAD DE DIENTES	DIAMETRO DE PASO		CANTIDAD DE DIENTES	DIAMETRO DE PASO		CANTIDAD DE DIENTES	DIAMETRO DE PASO	
	mm	pulgadas		mm	pulgadas		mm	pulgadas
10 MXL	6.5	0.255	48 MXL	31.0	1.222	86 MXL	55.6	2.190
11 MXL	7.1	0.280	49 MXL	31.7	1.248	87 MXL	56.3	2.215
12 MXL	7.8	0.306	50 MXL	32.3	1.273	88 MXL	56.9	2.241
13 MXL	8.4	0.331	51 MXL	33.0	1.299	89 MXL	57.6	2.266
14 MXL	9.1	0.357	52 MXL	33.6	1.324	90 MXL	58.2	2.292
15 MXL	9.7	0.382	53 MXL	34.3	1.350	91 MXL	58.9	2.317
16 MXL	10.3	0.407	54 MXL	34.9	1.375	92 MXL	59.5	2.343
17 MXL	11.0	0.433	55 MXL	35.6	1.401	93 MXL	60.2	2.368
18 MXL	11.6	0.458	56 MXL	36.2	1.426	94 MXL	60.8	2.394
19 MXL	12.3	0.484	57 MXL	36.9	1.451	95 MXL	61.4	2.419
20 MXL	12.9	0.509	58 MXL	37.5	1.477	96 MXL	62.1	2.445
21 MXL	13.6	0.535	59 MXL	38.2	1.502	97 MXL	62.7	2.470
22 MXL	14.2	0.560	60 MXL	38.8	1.528	98 MXL	63.4	2.496
23 MXL	14.9	0.586	61 MXL	39.5	1.553	99 MXL	64.0	2.521
24 MXL	15.5	0.611	62 MXL	40.1	1.579	100 MXL	64.7	2.546
25 MXL	16.2	0.637	63 MXL	40.7	1.604	101 MXL	65.3	2.572
26 MXL	16.8	0.662	64 MXL	41.4	1.630	102 MXL	66.0	2.597
27 MXL	17.5	0.688	65 MXL	42.0	1.655	103 MXL	66.6	2.623
28 MXL	18.1	0.713	66 MXL	42.7	1.681	104 MXL	67.3	2.648
29 MXL	18.8	0.738	67 MXL	43.3	1.706	105 MXL	67.9	2.674
30 MXL	19.4	0.764	68 MXL	44.0	1.732	106 MXL	68.6	2.699
31 MXL	20.1	0.789	69 MXL	44.6	1.757	107 MXL	69.2	2.725
32 MXL	20.7	0.815	70 MXL	45.3	1.783	108 MXL	69.9	2.750
33 MXL	21.3	0.840	71 MXL	45.9	1.808	109 MXL	70.5	2.776
34 MXL	22.0	0.866	72 MXL	46.6	1.833	110 MXL	71.1	2.801
35 MXL	22.6	0.891	73 MXL	47.2	1.859	111 MXL	71.8	2.827
36 MXL	23.3	0.917	74 MXL	47.9	1.884	112 MXL	72.4	2.852
37 MXL	23.9	0.942	75 MXL	48.5	1.910	113 MXL	73.1	2.878
38 MXL	24.6	0.968	76 MXL	49.2	1.935	114 MXL	73.7	2.903
39 MXL	25.2	0.993	77 MXL	49.8	1.961	115 MXL	74.4	2.928
40 MXL	25.9	1.019	78 MXL	50.5	1.986	116 MXL	75.0	2.954
41 MXL	26.5	1.044	79 MXL	51.1	2.012	117 MXL	75.7	2.979
42 MXL	27.2	1.070	80 MXL	51.7	2.037	118 MXL	76.3	3.005
43 MXL	27.8	1.095	81 MXL	52.4	2.063	119 MXL	77.0	3.030
44 MXL	28.5	1.120	82 MXL	53.0	2.088	120 MXL	77.6	3.056
45 MXL	29.1	1.146	83 MXL	53.7	2.114	130 MXL	84.1	3.310
46 MXL	29.8	1.171	84 MXL	54.3	2.139	140 MXL	90.6	3.565
47 MXL	30.4	1.197	85 MXL	55.0	2.165	150 MXL	97.0	3.820

Tabla 4.32 Poleas estandar para bandas de sincronización sección MXL.

XL PASO 5.1 mm (1/5")								
CANTIDAD DE DIENTES	DIAMETRO DE PASO		CANTIDAD DE DIENTES	DIAMETRO DE PASO		CANTIDAD DE DIENTES	DIAMETRO DE PASO	
	mm	pulgadas		mm	pulgadas		mm	pulgadas
10 XL	16.2	0.637	47 XL	76.0	2.992	84 XL	135.8	5.348
11 XL	17.8	0.700	48 XL	77.6	3.056	85 XL	137.4	5.411
12 XL	19.4	0.764	49 XL	79.2	3.119	86 XL	139.1	5.475
13 XL	21.0	0.828	50 XL	80.9	3.183	87 XL	140.7	5.539
14 XL	22.6	0.891	51 XL	82.5	3.247	88 XL	142.3	5.602
15 XL	24.3	0.955	52 XL	84.1	3.310	89 XL	143.9	5.666
16 XL	25.9	1.019	53 XL	85.7	3.374	90 XL	145.5	5.730
17 XL	27.5	1.082	54 XL	87.3	3.438	91 XL	147.1	5.793
18 XL	29.1	1.146	55 XL	88.9	3.501	92 XL	148.8	5.857
19 XL	30.7	1.210	56 XL	90.6	3.565	93 XL	150.4	5.921
20 XL	32.3	1.273	57 XL	92.2	3.629	94 XL	152.0	5.984
21 XL	34.0	1.337	58 XL	93.8	3.692	95 XL	153.6	6.048
22 XL	35.6	1.401	59 XL	95.4	3.756	96 XL	155.2	6.112
23 XL	37.2	1.464	60 XL	97.0	3.820	97 XL	156.9	6.175
24 XL	38.8	1.528	61 XL	98.6	3.883	98 XL	158.5	6.239
25 XL	40.4	1.592	62 XL	100.3	3.947	99 XL	160.1	6.303
26 XL	42.0	1.655	63 XL	101.9	4.011	100 XL	161.7	6.366
27 XL	43.7	1.719	64 XL	103.5	4.074	101 XL	163.3	6.430
28 XL	45.3	1.783	65 XL	105.1	4.138	102 XL	164.9	6.494
29 XL	46.9	1.846	66 XL	106.7	4.202	103 XL	166.6	6.557
30 XL	48.5	1.910	67 XL	108.3	4.265	104 XL	168.2	6.621
31 XL	50.1	1.974	68 XL	110.0	4.329	105 XL	169.8	6.684
32 XL	51.7	2.037	69 XL	111.6	4.393	106 XL	171.4	6.748
33 XL	53.4	2.101	70 XL	113.2	4.456	107 XL	173.0	6.812
34 XL	55.0	2.165	71 XL	114.8	4.520	108 XL	174.6	6.875
35 XL	56.6	2.228	72 XL	116.4	4.584	109 XL	176.3	6.939
36 XL	58.2	2.292	73 XL	118.0	4.647	110 XL	177.9	7.003
37 XL	59.8	2.355	74 XL	119.7	4.711	111 XL	179.5	7.066
38 XL	61.4	2.419	75 XL	121.3	4.775	112 XL	181.1	7.130
39 XL	63.1	2.483	76 XL	122.9	4.838	113 XL	182.7	7.194
40 XL	64.7	2.546	77 XL	124.5	4.902	114 XL	184.3	7.257
41 XL	66.3	2.610	78 XL	126.1	4.966	115 XL	186.0	7.321
42 XL	67.9	2.674	79 XL	127.7	5.029	116 XL	187.6	7.385
43 XL	69.5	2.737	80 XL	129.4	5.093	117 XL	189.2	7.448
44 XL	71.1	2.801	81 XL	131.0	5.157	118 XL	190.8	7.512
45 XL	72.8	2.865	82 XL	132.6	5.220	119 XL	192.4	7.576
46 XL	74.4	2.928	83 XL	134.2	5.284	120 XL	194.0	7.639

Tabla 4.33 Poleas estandard para bandas de sincronización sección XL.

L PASO 9.5 mm (3/8")								
CANTIDAD DE DIENTES	DIAMETRO DE PASO		CANTIDAD DE DIENTES	DIAMETRO DE PASO		CANTIDAD DE DIENTES	DIAMETRO DE PASO	
	mm	pulgadas		mm	pulgadas		mm	pulgadas
10 L	30.3	1.194	48 L	145.5	5.730	86 L	260.7	10.265
11 L	33.4	1.313	49 L	79.2	3.119	87 L	140.7	5.539
12 L	36.4	1.432	50 L	80.9	3.183	88 L	142.3	5.602
13 L	39.4	1.552	51 L	82.5	3.247	89 L	143.9	5.666
14 L	42.4	1.671	52 L	84.1	3.310	90 L	145.5	5.730
15 L	45.5	1.790	53 L	85.7	3.374	91 L	147.1	5.793
16 L	48.5	1.910	54 L	87.3	3.438	92 L	148.8	5.857
17 L	51.5	2.029	55 L	88.9	3.501	93 L	150.4	5.921
18 L	54.6	2.149	56 L	90.6	3.565	94 L	152.0	5.984
19 L	57.6	2.268	57 L	92.2	3.629	95 L	153.6	6.048
20 L	60.8	2.387	58 L	93.8	3.692	96 L	155.2	6.112
21 L	63.7	2.507	59 L	95.4	3.756	97 L	156.9	6.175
22 L	66.7	2.626	60 L	97.0	3.820	98 L	158.5	6.239
23 L	69.7	2.745	61 L	98.6	3.883	99 L	160.1	6.303
24 L	72.8	2.865	62 L	100.3	3.947	100 L	161.7	6.366
25 L	75.8	2.984	63 L	101.9	4.011	101 L	163.3	6.430
26 L	78.8	3.104	64 L	103.5	4.074	102 L	164.9	6.494
27 L	81.9	3.223	65 L	105.1	4.138	103 L	166.6	6.557
28 L	84.9	3.342	66 L	106.7	4.202	104 L	168.2	6.621
29 L	87.9	3.462	67 L	108.3	4.265	105 L	169.8	6.684
30 L	91.0	3.581	68 L	110.0	4.329	106 L	171.4	6.748
31 L	94.0	3.700	69 L	111.6	4.393	107 L	173.0	6.812
32 L	97.0	3.820	70 L	113.2	4.456	108 L	174.6	6.875
33 L	100.1	3.939	71 L	114.8	4.520	109 L	176.3	6.939
34 L	103.1	4.058	72 L	116.4	4.584	110 L	177.9	7.003
35 L	106.1	4.178	73 L	118.0	4.647	111 L	179.5	7.066
36 L	109.1	4.297	74 L	119.7	4.711	112 L	181.1	7.130
37 L	112.2	4.417	75 L	121.3	4.775	113 L	182.7	7.194
38 L	115.2	4.536	76 L	122.9	4.838	114 L	184.3	7.257
39 L	118.2	4.655	77 L	124.5	4.902	115 L	186.0	7.321
40 L	121.3	4.775	78 L	126.1	4.966	116 L	187.6	7.385
41 L	124.3	4.894	79 L	127.7	5.029	117 L	189.2	7.448
42 L	127.3	5.013	80 L	129.4	5.093	118 L	190.8	7.512
43 L	130.4	5.133	81 L	131.0	5.157	119 L	192.4	7.576
44 L	133.4	5.252	82 L	132.6	5.220	120 L	194.0	7.639
45 L	136.4	5.371	83 L	134.2	5.284	130 L	210.2	8.276
46 L	139.5	5.491	84 L	135.8	5.348	140 L	226.4	8.913
47 L	142.5	5.610	85 L	137.4	5.411	150 L	242.6	9.549

Tabla 4.34 Poleas estandar para bandas de sincronización sección L.

H PASO 12.7 mm (1/2")								
CANTIDAD DE DIENTES	DIAMETRO DE PASO		CANTIDAD DE DIENTES	DIAMETRO DE PASO		CANTIDAD DE DIENTES	DIAMETRO DE PASO	
	mm	pulgadas		mm	pulgadas		mm	pulgadas
15 H	60.6	2.387	50 H	202.1	7.958	85 H	343.6	13.528
16 H	64.7	2.546	51 H	206.2	8.117	86 H	139.1	5.475
17 H	68.7	2.706	52 H	210.2	8.276	87 H	140.7	5.539
18 H	72.8	2.865	53 H	214.3	8.435	88 H	142.3	5.602
19 H	76.8	3.024	54 H	218.3	8.594	89 H	143.9	5.666
20 H	80.9	3.183	55 H	222.3	8.754	90 H	145.5	5.730
21 H	84.9	3.342	56 H	226.4	8.913	91 H	147.1	5.793
22 H	88.9	3.501	57 H	230.4	9.072	92 H	148.8	5.857
23 H	93.0	3.661	58 H	234.5	9.231	93 H	150.4	5.921
24 H	97.0	3.820	59 H	238.5	9.390	94 H	152.0	5.984
25 H	101.1	3.979	60 H	242.6	9.549	95 H	153.6	6.048
26 H	105.1	4.138	61 H	246.6	9.708	96 H	155.2	6.112
27 H	109.1	4.297	62 H	250.6	9.868	97 H	156.9	6.175
28 H	113.2	4.456	63 H	254.7	10.027	98 H	158.5	6.239
29 H	117.2	4.615	64 H	258.7	10.186	99 H	160.1	6.303
30 H	121.3	4.775	65 H	262.8	10.345	100 H	161.7	6.366
31 H	125.3	4.934	66 H	266.8	10.504	101 H	163.3	6.430
32 H	129.4	5.093	67 H	270.8	10.663	102 H	164.9	6.494
33 H	133.4	5.252	68 H	274.9	10.823	103 H	166.6	6.557
34 H	137.4	5.411	69 H	278.9	10.982	104 H	168.2	6.621
35 H	141.5	5.570	70 H	283.0	11.141	105 H	169.8	6.684
36 H	145.5	5.730	71 H	287.0	11.300	106 H	171.4	6.748
37 H	149.6	5.889	72 H	291.1	11.459	107 H	173.0	6.812
38 H	153.6	6.048	73 H	295.1	11.618	108 H	174.6	6.875
39 H	157.7	6.207	74 H	299.1	11.777	109 H	176.3	6.939
40 H	161.7	6.366	75 H	303.2	11.937	110 H	177.9	7.003
41 H	165.7	6.525	76 H	307.2	12.096	115 H	186.0	7.321
42 H	169.8	6.684	77 H	311.3	12.255	120 H	194.0	7.639
43 H	173.8	6.844	78 H	315.3	12.414	125 H	202.1	7.958
44 H	177.9	7.003	79 H	319.4	12.573	130 H	210.2	8.276
45 H	181.9	7.162	80 H	323.4	12.732	135 H	218.3	8.594
46 H	186.0	7.321	81 H	327.4	12.892	140 H	226.4	8.913
47 H	190.0	7.480	82 H	331.5	13.051	145 H	234.5	9.231
48 H	194.0	7.639	83 H	335.5	13.210	150 H	242.6	9.549
49 H	198.1	7.799	84 H	339.6	13.369	156 H	252.3	9.931

Tabla 4.35 Poleas estandard para bandas de sincronización sección H.

XH PASO 22.2 mm (7/8")								
CANTIDAD DE DIENTES	DIAMETRO DE PASO		CANTIDAD DE DIENTES	DIAMETRO DE PASO		CANTIDAD DE DIENTES	DIAMETRO DE PASO	
	mm	pulgadas		mm	pulgadas		mm	pulgadas
18 XH	114.2	4.498	60 XH	380.8	14.992	99 XH	628.3	24.737
20 XH	126.9	4.997	61 XH	387.2	15.242	100 XH	634.7	24.987
22 XH	139.6	5.497	62 XH	393.5	15.492	101 XH	641.0	25.237
23 XH	146.0	5.747	63 XH	399.8	15.742	102 XH	647.4	25.487
24 XH	152.3	5.997	64 XH	406.2	15.992	103 XH	653.7	25.737
25 XH	158.7	6.247	65 XH	412.5	16.242	104 XH	660.1	25.987
26 XH	165.0	6.497	66 XH	418.9	16.492	105 XH	666.4	26.237
27 XH	171.4	6.747	67 XH	425.2	16.741	106 XH	672.8	26.487
28 XH	177.7	6.996	68 XH	431.6	16.991	107 XH	679.1	26.736
29 XH	184.1	7.246	69 XH	437.9	17.241	108 XH	685.5	26.986
30 XH	190.4	7.496	70 XH	444.3	17.491	109 XH	691.8	27.236
31 XH	196.7	7.746	71 XH	450.6	17.741	110 XH	698.1	27.486
32 XH	203.1	7.996	72 XH	457.0	17.991	111 XH	704.5	27.736
33 XH	209.4	8.246	73 XH	463.3	18.241	112 XH	710.8	27.986
34 XH	215.8	8.496	74 XH	469.7	18.491	113 XH	717.2	28.236
35 XH	222.1	8.746	75 XH	476.0	18.740	114 XH	723.5	28.485
36 XH	228.5	8.995	76 XH	482.4	18.990	115 XH	729.9	28.735
37 XH	234.8	9.245	77 XH	488.7	19.240	116 XH	736.2	28.985
38 XH	241.2	9.495	78 XH	495.0	19.490	117 XH	742.6	29.235
39 XH	247.5	9.745	79 XH	501.4	19.740	118 XH	748.9	29.485
40 XH	253.9	9.995	80 XH	507.7	19.990	119 XH	755.3	29.735
41 XH	260.2	10.245	81 XH	514.1	20.240	120 XH	761.6	29.985
42 XH	266.6	10.495	82 XH	520.4	20.490	122 XH	774.3	30.484
43 XH	272.9	10.745	83 XH	526.8	20.739	124 XH	787.0	30.984
44 XH	279.3	10.994	84 XH	533.1	20.989	126 XH	799.7	31.484
45 XH	285.6	11.244	85 XH	539.5	21.239	128 XH	812.4	31.984
46 XH	292.0	11.494	86 XH	545.8	21.489	130 XH	825.1	32.483
47 XH	298.3	11.744	87 XH	552.2	21.739	132 XH	837.8	32.983
48 XH	304.6	11.994	88 XH	558.5	21.989	134 XH	850.5	33.483
49 XH	311.0	12.244	89 XH	564.9	22.239	136 XH	863.2	33.983
50 XH	317.3	12.494	90 XH	571.2	22.489	138 XH	875.9	34.482
51 XH	323.7	12.744	91 XH	577.6	22.738	140 XH	888.5	34.982
52 XH	330.0	12.993	92 XH	583.9	22.988	142 XH	901.2	35.482
53 XH	336.4	13.243	93 XH	590.2	23.238	144 XH	913.9	35.982
54 XH	342.7	13.493	94 XH	596.6	23.488	146 XH	926.6	36.481
55 XH	349.1	13.743	95 XH	602.9	23.738	148 XH	939.3	36.981
56 XH	355.4	13.993	96 XH	609.3	23.988	150 XH	952.0	37.481
57 XH	361.8	14.243	97 XH	615.6	24.238	152 XH	964.7	37.981
58 XH	368.1	14.493	98 XH	622.0	24.488	156 XH	990.1	38.980
59 XH	374.5	14.742						

Tabla 4.36 Poleas estandar para bandas de sincronización sección XH.

XXH PASO 31.8 mm (1 1/4")								
CANTIDAD DE DIENTES	DIAMETRO DE PASO		CANTIDAD DE DIENTES	DIAMETRO DE PASO		CANTIDAD DE DIENTES	DIAMETRO DE PASO	
	mm	pulgadas		mm	pulgadas		mm	pulgadas
18 XXH	181.9	7.162	60 XXH	606.4	23.873	99 XXH	1000.5	39.391
20 XXH	202.1	7.958	61 XXH	616.5	24.271	100 XXH	1010.6	39.789
22 XXH	222.3	8.754	62 XXH	626.6	24.669	101 XXH	1020.7	40.187
23 XXH	232.4	9.151	63 XXH	636.7	25.067	102 XXH	1030.8	40.584
24 XHH	242.6	9.549	64 XHH	646.8	25.465	103 XHH	1041.0	40.982
25 XXH	252.7	9.947	65 XXH	656.9	25.863	104 XXH	1051.1	41.380
26 XXH	262.8	10.345	66 XXH	667.0	26.261	105 XXH	1061.2	41.778
27 XXH	272.9	10.743	67 XXH	677.1	26.658	106 XXH	1071.3	42.176
28 XXH	283.0	11.141	68 XXH	687.2	27.056	107 XXH	1081.4	42.574
29 XXH	293.1	11.539	69 XXH	697.3	27.454	108 XXH	1091.5	42.972
30 XXH	303.2	11.937	70 XXH	707.4	27.852	109 XXH	1101.6	43.370
31 XXH	313.3	12.334	71 XXH	717.5	28.250	110 XXH	1111.7	43.768
32 XXH	323.4	12.732	72 XXH	727.7	28.648	111 XXH	1121.8	44.165
33 XXH	333.5	13.130	73 XXH	737.8	29.046	112 XXH	1131.9	44.563
34 XXH	343.6	13.528	74 XXH	747.9	29.444	113 XXH	1142.0	44.961
35 XXH	353.7	13.926	75 XXH	758.0	29.841	114 XXH	1152.1	45.359
36 XXH	363.8	14.324	76 XXH	768.1	30.239	115 XXH	1162.2	45.757
37 XXH	373.9	14.722	77 XXH	778.2	30.637	116 XXH	1172.3	46.155
38 XXH	384.0	15.120	78 XXH	788.3	31.035	117 XXH	1182.4	46.553
39 XXH	394.1	15.518	79 XXH	798.4	31.433	118 XXH	1192.5	46.951
40 XXH	404.3	15.915	80 XXH	808.5	31.831	119 XXH	1202.7	47.348
41 XXH	414.4	16.313	81 XXH	818.6	32.229	120 XXH	1212.8	47.746
42 XXH	424.5	16.711	82 XXH	828.7	32.627	122 XXH	1233.0	48.542
43 XXH	434.6	17.109	83 XXH	838.8	33.025	124 XXH	1253.2	49.338
44 XXH	444.7	17.507	84 XXH	848.9	33.422	126 XXH	1273.4	50.134
45 XXH	454.8	17.905	85 XXH	859.0	33.820	128 XXH	1293.6	50.929
46 XXH	464.9	18.303	86 XXH	869.1	34.218	130 XXH	1313.8	51.725
47 XXH	475.0	18.701	87 XXH	879.2	34.616	132 XXH	1334.0	52.521
48 XXH	485.1	19.099	88 XXH	889.4	35.014	134 XXH	1354.2	53.317
49 XXH	495.2	19.496	89 XXH	899.5	35.412	136 XXH	1374.5	54.113
50 XXH	505.3	19.894	90 XXH	909.6	35.810	138 XXH	1394.7	54.908
51 XXH	515.4	20.292	91 XXH	919.7	36.208	140 XXH	1414.9	55.704
52 XXH	525.5	20.690	92 XXH	929.8	36.606	142 XXH	1435.1	56.500
53 XXH	535.6	21.088	93 XXH	939.9	37.003	144 XXH	1455.3	57.296
54 XXH	545.7	21.486	94 XXH	950.0	37.401	146 XXH	1475.5	58.091
55 XXH	555.8	21.884	95 XXH	960.1	37.799	148 XXH	1495.7	58.887
56 XXH	566.0	22.282	96 XXH	970.2	38.197	150 XXH	1515.9	59.683
57 XXH	576.1	22.680	97 XXH	980.3	38.595	152 XXH	1536.2	60.479
58 XXH	586.2	23.077	98 XXH	990.4	38.993	156 XXH	1576.6	62.070
59 XXH	596.3	23.475						

Tabla 4.37 Poleas estandar para bandas de sincronización sección XXH.

MXL. Uso Mini Extra Ligero. 2.03 mm (0.08") Disponible en anchos de 3.17 mm (1/8"), 4.8 mm (3/16") y 6.35 mm (1/4").				L. Uso Ligero. 9.53 mm (3/8") Disponible en anchos de 12.7 mm (1/2"), 19.0 mm (3/4") y 25.4 mm (1").				H. Uso Pesado. 12.7 mm (1/2") Disponible en anchos de 19 mm (3/4"), 25.4 mm (1"), 38.1 mm (1.5") y 76mm (3").						
Longitud y Designación	Long. Efec.		Número de dientes.	Longitud y Designación	Long. Efec.		Número de dientes.	Longitud y Designación	Long. Efec.		Número de dientes.			
	mm	Pulg.			mm	Pulg.			mm	Pulg.				
36MXL	91	3.6	45	124 L	314	12 3/8	33	240 H	610	24	48			
40MXL	102	4	50	130 L	330	13	35	270 H	686	27	54			
44MXL	112	4.4	55	150 L	381	15	40	300 H	762	30	60			
48MXL	122	4.8	60	187 L	476	18 7/8	50	330 H	838	33	66			
56MXL	142	5.6	70	210 L	533	21	56	360 H	914	36	72			
64MXL	163	6.4	80	217 L	552	21.75	58	380 H	965	38	78			
72MXL	183	7.2	90	225 L	572	22.5	60	420 H	1067	42	84			
80MXL	203	8	100	240 L	610	24	64	450 H	1143	45	90			
96MXL	244	9.6	120	255 L	648	25.5	68	480 H	1219	48	96			
120MXL	305	12	150	270 L	686	27	72	510 H	1295	51	102			
160MXL	406	16	200	285 L	724	28.5	76	540 H	1372	54	108			
200MXL	508	20	250	300 L	762	30	80	570 H	1448	57	114			
320MXL	813	32	400	322 L	819	32.25	88	600 H	1524	60	120			
XL. Uso Extra Ligero. 5.08 mm (1/5") Disponible en anchos de 6.35 mm (1/4"), 7.94 mm (5/16") y 9.53 mm (3/8")				345 L	876	34.5	92	630 H	1600	63	126			
				360 L	914	36	96	660 H	1676	66	132			
				367 L	933	36.75	98	700 H	1778	70	140			
Longitud y Designación				Long. Efec.		Número de dientes.	390 L	991	39	104	750 H	1905	75	150
				mm	Pulg.		420 L	1067	42	112	760 H	1930	76	152
60 XL	152	6	30	450 L	1143	45	120	770 H	1956	77	154			
70 XL	178	7	35	480 L	1219	48	128	800 H	2032	80	160			
80 XL	203	8	40	510 L	1295	51	136	850 H	2159	85	170			
90 XL	229	9	45	540 L	1372	54	144	900 H	2286	90	180			
100 XL	254	10	50	600 L	1524	60	160	1000 H	2540	100	200			
110 XL	279	11	55	XH. Uso Extrapesado. 22.23 mm (7/8") Disponible en anchos de 58.4 mm (2"), 76mm (3") y 101.6 mm (4").				1090 H	2769	109	218			
120 XL	305	12	60					1100 H	2794	110	220			
130 XL	330	13	65					1250 H	3175	125	250			
140 XL	356	14	70	Longitud y Designación				1400 H	3556	140	280			
150 XL	381	15	75	Long. Efec.		Número de dientes.	XXH. Uso Doble extra pesado. 31.8 mm (1.25") Disponible en anchos de 50.8 mm (2"), 76mm (3") 101.6 mm (4") y 127 mm (5")							
160 XL	406	16	80	507 XH	1289							50.75	58	
170 XL	432	17	85	560 XH	1422	56						64		
180 XL	457	18	90	630 XH	1600	63	72	Longitud y Designación		Long. Efec.		Número de dientes.		
190 XL	483	19	95	700 XH	1778	70	80	mm	Pulg.					
200 XL	508	20	100	770 XH	1956	77	88	700 XXH	1778	70	56			
210 XL	533	21	105	840 XH	2134	84	96	800 XXH	2032	80	64			
220 XL	559	22	110	980 XH	2489	98	112	900 XXH	2286	90	72			
230 XL	584	23	115	1120 XH	2845	112	128	1000 XXH	2540	100	80			
240 XL	610	24	120	1260 XH	3200	126	144	1200 XXH	3048	120	96			
250 XL	635	25	125	1400 XH	3556	140	160	1400 XXH	3556	140	112			
260 XL	660	26	130	1540 XH	3912	154	176	1600 XXH	4064	160	128			
300 XL	762	30	150	1750 XH	4445	175	200	1800 XXH	4572	180	144			

Tabla 4.38 Tamaños Estándar para bandas de sincronización de dientes trapezoidales

RPM más veloz	Potencia por 25.4 mm (1") de ancho de banda para varias poleas																					
	10 MXL		11 MXL		12 MXL		14 MXL		16 MXL		18 MXL		20 MXL		21 MXL		22 MXL		24 MXL		28 MXL	
	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP
100	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06
200	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.05	0.07	0.05	0.07	0.06	0.08	0.06	0.08	0.07	0.09	0.08	0.10	0.08	0.11
300	0.05	0.06	0.05	0.07	0.05	0.07	0.07	0.09	0.08	0.10	0.08	0.11	0.09	0.12	0.10	0.13	0.10	0.13	0.11	0.14	0.13	0.17
400	0.06	0.08	0.07	0.09	0.08	0.10	0.08	0.11	0.10	0.13	0.11	0.14	0.12	0.16	0.13	0.17	0.13	0.17	0.14	0.19	0.17	0.23
500	0.08	0.1	0.08	0.11	0.09	0.12	0.11	0.14	0.12	0.16	0.14	0.18	0.15	0.20	0.16	0.21	0.17	0.22	0.18	0.24	0.22	0.29
600	0.09	0.12	0.10	0.13	0.11	0.14	0.13	0.17	0.14	0.19	0.17	0.22	0.18	0.24	0.20	0.26	0.21	0.27	0.22	0.29	0.26	0.34
700	0.11	0.14	0.11	0.15	0.13	0.17	0.15	0.20	0.17	0.23	0.20	0.26	0.21	0.28	0.23	0.30	0.24	0.31	0.26	0.34	0.30	0.40
800	0.12	0.16	0.13	0.17	0.14	0.19	0.17	0.23	0.20	0.26	0.23	0.30	0.25	0.33	0.26	0.34	0.27	0.36	0.30	0.40	0.35	0.46
900	0.14	0.2	0.15	0.2	0.17	0.22	0.20	0.26	0.23	0.30	0.25	0.33	0.28	0.37	0.30	0.39	0.30	0.40	0.33	0.44	0.39	0.51
1000	0.15	0.20	0.17	0.22	0.18	0.24	0.22	0.29	0.25	0.33	0.28	0.37	0.31	0.41	0.33	0.43	0.34	0.45	0.37	0.49	0.43	0.57
1100	0.17	0.22	0.19	0.25	0.2	0.26	0.24	0.31	0.27	0.36	0.30	0.40	0.34	0.45	0.36	0.47	0.37	0.49	0.41	0.54	0.48	0.63
1160	0.17	0.23	0.20	0.26	0.21	0.28	0.25	0.33	0.29	0.38	0.32	0.42	0.35	0.46	0.38	0.50	0.40	0.52	0.43	0.56	0.50	0.66
1200	0.18	0.24	0.21	0.27	0.22	0.29	0.26	0.34	0.30	0.39	0.33	0.44	0.37	0.49	0.40	0.52	0.41	0.54	0.45	0.59	0.52	0.68
1300	0.20	0.26	0.22	0.29	0.24	0.31	0.28	0.37	0.32	0.42	0.36	0.48	0.40	0.53	0.43	0.56	0.44	0.58	0.49	0.64	0.56	0.74
1400	0.21	0.28	0.24	0.31	0.26	0.34	0.30	0.40	0.35	0.46	0.40	0.52	0.43	0.57	0.46	0.60	0.48	0.63	0.52	0.69	0.61	0.80
1500	0.23	0.30	0.49	0.64	0.27	0.36	0.33	0.43	0.37	0.49	0.42	0.55	0.46	0.61	0.49	0.64	0.51	0.67	0.56	0.74	0.65	0.86
1600	0.25	0.33	0.27	0.36	0.3	0.40	0.35	0.46	0.40	0.53	0.45	0.59	0.49	0.65	0.52	0.69	0.55	0.72	0.60	0.79	0.69	0.91
1700	0.27	0.35	0.29	0.38	0.32	0.42	0.37	0.49	0.43	0.56	0.48	0.63	0.51	0.67	0.55	0.73	0.59	0.77	0.63	0.83	0.74	0.97
1750	0.27	0.36	0.30	0.39	0.33	0.43	0.38	0.5	0.44	0.58	0.49	0.64	0.55	0.72	0.57	0.75	0.60	0.79	0.65	0.86	0.76	1.00
1800	0.28	0.37	0.30	0.4	0.33	0.44	0.39	0.51	0.45	0.59	0.50	0.66	0.56	0.74	0.59	0.77	0.62	0.81	0.67	0.88	0.78	1.03
2000	0.31	0.41	0.34	0.45	0.37	0.49	0.43	0.57	0.49	0.65	0.56	0.74	0.62	0.82	0.65	0.86	0.68	0.90	0.74	0.98	0.87	1.15
2200	0.34	0.45	0.37	0.49	0.41	0.54	0.48	0.63	0.55	0.72	0.62	0.81	0.68	0.90	0.71	0.94	0.75	0.99	0.82	1.08	0.95	1.25
2400	0.37	0.49	0.41	0.54	0.45	0.59	0.52	0.68	0.60	0.79	0.67	0.88	0.74	0.98	0.78	1.03	0.81	1.07	0.90	1.18	1.04	1.37
2600	0.40	0.53	0.44	0.58	0.49	0.64	0.56	0.74	0.65	0.85	0.73	0.96	0.81	1.06	0.85	1.12	0.89	1.17	0.95	1.25	1.12	1.48
2800	0.43	0.57	0.48	0.63	0.52	0.69	0.61	0.80	0.70	0.92	0.78	1.03	0.87	1.15	0.91	1.20	0.96	1.26	1.04	1.37	1.21	1.59
3000	0.46	0.61	0.51	0.67	0.56	0.74	0.65	0.86	0.74	0.98	0.84	1.10	0.93	1.23	0.97	1.28	1.02	1.34	1.11	1.46	1.30	1.71
3200	0.49	0.65	0.55	0.72	0.6	0.79	0.70	0.92	0.80	1.05	0.90	1.18	0.99	1.30	1.04	1.37	1.09	1.43	1.19	1.56	1.38	1.81
3400	0.52	0.69	0.59	0.77	0.63	0.83	0.74	0.97	0.84	1.11	0.95	1.25	1.05	1.38	1.10	1.45	1.16	1.52	1.26	1.66	1.46	1.92
3500	0.55	0.72	0.60	0.79	0.65	0.86	0.76	1.00	0.87	1.15	0.97	1.28	1.08	1.42	1.13	1.49	1.19	1.57	1.30	1.71	1.50	1.98
3600	0.56	0.74	0.62	0.81	0.67	0.88	0.78	1.03	0.90	1.18	1.00	1.32	1.11	1.46	1.17	1.54	1.22	1.61	1.33	1.75	1.54	2.03
3800	0.59	0.78	0.63	0.83	0.71	0.93	0.83	1.09	0.94	1.24	1.06	1.39	1.17	1.54	1.23	1.62	1.28	1.70	1.40	1.84	1.62	2.13
4000	0.62	0.82	0.68	0.9	0.74	0.98	0.87	1.15	0.99	1.30	1.11	1.46	1.24	1.63	1.30	1.71	1.35	1.78	1.47	1.94	1.70	2.24
4200	0.65	0.86	0.71	0.94	0.78	1.03	0.91	1.20	1.04	1.37	1.16	1.53	1.30	1.71	1.35	1.78	1.41	1.86	1.54	2.03	1.79	2.35
4400	0.68	0.90	0.75	0.99	0.82	1.08	0.95	1.25	1.09	1.43	1.22	1.61	1.35	1.78	1.41	1.86	1.48	1.95	1.61	2.12	1.86	2.45
4600	0.71	0.94	0.78	1.03	0.86	1.13	1.00	1.31	1.14	1.50	1.28	1.68	1.41	1.86	1.48	1.95	1.55	2.04	1.68	2.21	1.94	2.55
4800	0.74	0.98	0.81	1.07	0.9	1.18	1.04	1.37	1.19	1.56	1.33	1.75	1.47	1.94	1.54	2.03	1.62	2.13	1.75	2.30	2.01	2.65
5000	0.78	1.02	0.85	1.12	0.93	1.23	1.08	1.42	1.24	1.63	1.38	1.82	1.53	2.01	1.60	2.11	1.67	2.20	1.82	2.39	2.09	2.75
5500									1.35	1.78	1.52	2.00	1.67	2.20	1.75	2.30	1.83	2.41	1.98	2.61	2.27	2.99
6000									1.47	1.94	1.64	2.16	1.82	2.39	1.90	2.50	1.98	2.61	2.14	2.82	2.45	3.23
6500									1.59	2.09	1.78	2.34	1.95	2.57	2.04	2.69	2.13	2.80	2.30	3.03	2.60	3.42
7000									1.70	2.24	1.90	2.50	2.09	2.75	2.18	2.87	2.27	2.99	2.45	3.23	2.77	3.65
7500									1.82	2.39	2.02	2.66	2.22	2.92	2.32	3.05	2.42	3.18	2.59	3.41	2.92	3.84
8000											2.14	2.82	2.36	3.10	2.45	3.23	2.54	3.34	2.73	3.59	3.06	4.02
8500											2.26	2.97	2.48	3.26	2.58	3.39	2.68	3.52	2.86	3.76	3.18	4.19

Tabla 4.39 Rangos de potencia para bandas sincrónicas sección MXL

RPM más veloz	Potencia por 25.4 mm (1") de ancho de banda para varias poleas																								
	10 XL	11 XL	12 XL	14 XL	16 XL	18 XL	20 XL	21 XL	22 XL	24 XL	28 XL	10 XL	11 XL	12 XL	14 XL	16 XL	18 XL	20 XL	21 XL	22 XL	24 XL	28 XL			
	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	
100	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	
200	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.05	0.07	0.05	0.07	0.06	0.08	0.06	0.08	0.07	0.09	0.08	0.10	0.08	0.10	0.08	0.11	
300	0.05	0.06	0.05	0.07	0.05	0.07	0.07	0.09	0.08	0.10	0.08	0.11	0.09	0.12	0.10	0.13	0.10	0.13	0.10	0.13	0.11	0.14	0.13	0.17	
400	0.06	0.08	0.07	0.09	0.08	0.10	0.08	0.11	0.10	0.13	0.11	0.14	0.12	0.16	0.14	0.18	0.15	0.20	0.16	0.21	0.13	0.17	0.14	0.23	
500	0.08	0.1	0.08	0.11	0.09	0.12	0.11	0.14	0.12	0.16	0.14	0.18	0.15	0.20	0.16	0.21	0.17	0.22	0.18	0.24	0.18	0.24	0.22	0.29	
600	0.09	0.12	0.10	0.13	0.11	0.14	0.13	0.17	0.14	0.19	0.17	0.22	0.18	0.24	0.20	0.26	0.21	0.27	0.22	0.29	0.22	0.29	0.26	0.34	
700	0.11	0.14	0.11	0.15	0.13	0.17	0.15	0.20	0.17	0.23	0.20	0.26	0.21	0.28	0.23	0.30	0.24	0.31	0.26	0.34	0.30	0.40	0.30	0.40	
800	0.12	0.16	0.13	0.17	0.14	0.19	0.17	0.23	0.20	0.26	0.23	0.30	0.25	0.33	0.26	0.34	0.27	0.36	0.30	0.40	0.30	0.40	0.35	0.48	
900	0.14	0.2	0.15	0.2	0.17	0.22	0.20	0.26	0.23	0.30	0.25	0.33	0.28	0.37	0.30	0.39	0.30	0.40	0.33	0.44	0.33	0.44	0.39	0.51	
1000	0.15	0.20	0.17	0.22	0.18	0.24	0.22	0.29	0.25	0.33	0.28	0.37	0.31	0.41	0.33	0.43	0.34	0.45	0.37	0.49	0.37	0.49	0.43	0.57	
1100	0.17	0.22	0.19	0.25	0.2	0.26	0.24	0.31	0.27	0.36	0.30	0.40	0.34	0.45	0.36	0.47	0.37	0.49	0.41	0.54	0.41	0.54	0.48	0.63	
1160	0.17	0.23	0.20	0.26	0.21	0.28	0.25	0.33	0.29	0.38	0.32	0.42	0.35	0.46	0.38	0.50	0.40	0.52	0.43	0.56	0.43	0.56	0.50	0.66	
1200	0.18	0.24	0.21	0.27	0.22	0.29	0.26	0.34	0.30	0.39	0.33	0.44	0.37	0.49	0.40	0.52	0.41	0.54	0.45	0.59	0.45	0.59	0.52	0.68	
1300	0.20	0.26	0.22	0.29	0.24	0.31	0.28	0.37	0.32	0.42	0.36	0.48	0.40	0.53	0.43	0.56	0.44	0.58	0.49	0.64	0.49	0.64	0.56	0.74	
1400	0.21	0.28	0.24	0.31	0.26	0.34	0.30	0.40	0.35	0.46	0.40	0.52	0.43	0.57	0.48	0.60	0.48	0.63	0.52	0.69	0.52	0.69	0.61	0.80	
1500	0.23	0.30	0.49	0.64	0.27	0.36	0.33	0.43	0.37	0.49	0.42	0.55	0.46	0.61	0.49	0.64	0.51	0.67	0.56	0.74	0.65	0.74	0.65	0.86	
1600	0.25	0.33	0.27	0.36	0.3	0.40	0.35	0.46	0.40	0.53	0.45	0.59	0.49	0.65	0.52	0.69	0.55	0.72	0.60	0.79	0.60	0.79	0.69	0.91	
1700	0.27	0.35	0.29	0.38	0.32	0.42	0.37	0.49	0.43	0.56	0.48	0.63	0.51	0.67	0.55	0.73	0.59	0.77	0.63	0.83	0.74	0.83	0.74	0.97	
1750	0.27	0.36	0.30	0.39	0.33	0.43	0.38	0.5	0.44	0.58	0.49	0.64	0.55	0.72	0.57	0.75	0.60	0.79	0.65	0.86	0.76	0.86	0.76	1.00	
1800	0.28	0.37	0.30	0.4	0.33	0.44	0.39	0.51	0.45	0.59	0.50	0.66	0.56	0.74	0.59	0.77	0.62	0.81	0.67	0.88	0.78	0.88	0.78	1.03	
2000	0.31	0.41	0.34	0.45	0.37	0.49	0.43	0.57	0.49	0.65	0.56	0.74	0.62	0.82	0.65	0.86	0.68	0.90	0.74	0.98	0.74	0.98	0.87	1.15	
2200	0.34	0.45	0.37	0.49	0.41	0.54	0.48	0.63	0.55	0.72	0.62	0.81	0.68	0.90	0.71	0.94	0.75	0.99	0.82	1.08	0.95	1.08	0.95	1.25	
2400	0.37	0.49	0.41	0.54	0.45	0.59	0.52	0.68	0.60	0.79	0.67	0.88	0.74	0.98	0.78	1.03	0.81	1.07	0.90	1.18	1.04	1.18	1.04	1.37	
2600	0.40	0.53	0.44	0.58	0.49	0.64	0.56	0.74	0.65	0.85	0.73	0.96	0.81	1.06	0.85	1.12	0.89	1.17	0.95	1.25	1.12	1.25	1.12	1.48	
2800	0.43	0.57	0.48	0.63	0.52	0.69	0.61	0.80	0.70	0.92	0.78	1.03	0.87	1.15	0.91	1.20	0.96	1.26	1.04	1.37	1.21	1.37	1.21	1.59	
3000	0.48	0.61	0.51	0.67	0.56	0.74	0.65	0.86	0.74	0.98	0.84	1.10	0.93	1.23	0.97	1.28	1.02	1.34	1.11	1.46	1.30	1.46	1.30	1.71	
3200	0.49	0.65	0.55	0.72	0.6	0.79	0.70	0.92	0.80	1.05	0.90	1.18	0.99	1.30	1.04	1.37	1.09	1.43	1.19	1.56	1.38	1.56	1.38	1.81	
3400	0.52	0.69	0.59	0.77	0.63	0.83	0.74	0.97	0.84	1.11	0.95	1.25	1.05	1.38	1.10	1.45	1.16	1.52	1.26	1.66	1.46	1.66	1.46	1.92	
3500	0.55	0.72	0.60	0.79	0.65	0.86	0.76	1.00	0.87	1.15	0.97	1.28	1.08	1.42	1.13	1.49	1.19	1.57	1.30	1.71	1.50	1.71	1.50	1.98	
3600	0.56	0.74	0.62	0.81	0.67	0.88	0.78	1.03	0.90	1.18	1.00	1.32	1.11	1.46	1.17	1.54	1.22	1.61	1.33	1.75	1.54	1.75	1.54	2.03	
3800	0.59	0.78	0.63	0.83	0.71	0.93	0.83	1.09	0.94	1.24	1.06	1.39	1.17	1.54	1.23	1.62	1.29	1.70	1.40	1.84	1.62	1.84	1.62	2.13	
4000	0.62	0.82	0.68	0.9	0.74	0.98	0.87	1.15	0.99	1.30	1.11	1.46	1.24	1.63	1.30	1.71	1.35	1.78	1.47	1.94	1.70	1.94	1.70	2.24	
4200	0.65	0.86	0.71	0.94	0.78	1.03	0.91	1.20	1.04	1.37	1.16	1.53	1.30	1.71	1.35	1.78	1.41	1.86	1.54	2.03	1.79	2.03	1.79	2.35	
4400	0.68	0.90	0.75	0.99	0.82	1.08	0.95	1.25	1.09	1.43	1.22	1.61	1.35	1.78	1.41	1.86	1.48	1.95	1.61	2.12	1.86	2.12	1.86	2.45	
4600	0.71	0.94	0.78	1.03	0.86	1.13	1.00	1.31	1.14	1.50	1.28	1.68	1.41	1.86	1.48	1.95	1.55	2.04	1.68	2.21	1.94	2.21	1.94	2.55	
4800	0.74	0.98	0.81	1.07	0.9	1.18	1.04	1.37	1.19	1.56	1.33	1.75	1.47	1.94	1.54	2.03	1.62	2.13	1.75	2.30	2.01	2.30	2.01	2.65	
5000	0.78	1.02	0.85	1.12	0.93	1.23	1.08	1.42	1.24	1.63	1.38	1.82	1.53	2.01	1.60	2.11	1.67	2.20	1.82	2.39	2.09	2.39	2.09	2.75	
5500									1.35	1.78	1.52	2.00	1.67	2.20	1.75	2.30	1.83	2.41	1.98	2.61	2.27	2.61	2.27	2.99	
6000									1.47	1.94	1.64	2.16	1.82	2.39	1.90	2.50	1.98	2.61	2.14	2.82	2.45	2.82	2.45	3.23	
6500									1.59	2.09	1.78	2.34	1.95	2.57	2.04	2.69	2.13	2.80	2.30	3.03	2.60	3.03	2.60	3.42	
7000									1.70	2.24	1.90	2.50	2.09	2.75	2.18	2.87	2.27	2.99	2.45	3.23	2.77	3.23	2.77	3.65	
7500									1.82	2.39	2.02	2.66	2.22	2.92	2.32	3.05	2.42	3.18	2.59	3.41	2.92	3.41	2.92	3.84	
8000												2.14	2.82	2.36	3.10	2.45	3.23	2.54	3.34	2.73	3.59	3.08	3.59	3.08	4.02
8500												2.26	2.97	2.48	3.26	2.58	3.39	2.68	3.52	2.86	3.76	3.18	3.76	3.18	4.19
9000												2.38	3.13	2.59	3.41	2.70	3.55	2.80	3.68	2.98	3.92	3.30	3.92	3.30	4.34
9500												2.49	3.28	2.71	3.56	2.81	3.70	2.91	3.83	3.09	4.07	3.40	4.07	3.40	4.47
10000	0											2.59	3.41	2.82	3.71	2.92	3.84	3.02	3.97	3.20	4.21	3.49	4.21	3.49	4.59

Tabla 4.40 Rangos de potencia para bandas sincrónicas sección XL.

BANDA L PASO 9.5 mm (3/8")																				
RPM	Potencia por 25.4 mm (1") de ancho de banda para varias poleas																			
más veloz	10	L	14	L	18	L	20	L	24	L	28	L	30	L	32	L	40	L	48	L
	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP
100	0.04	0.05	0.05	0.07	0.07	0.09	0.07	0.10	0.10	0.13	0.11	0.15	0.12	0.16	0.13	0.17	0.16	0.21	0.19	0.25
200	0.07	0.10	0.11	0.15	0.14	0.19	0.16	0.21	0.19	0.25	0.22	0.29	0.23	0.31	0.25	0.33	0.31	0.42	0.37	0.50
300	0.12	0.16	0.16	0.22	0.21	0.28	0.23	0.31	0.28	0.38	0.33	0.44	0.35	0.47	0.37	0.50	0.47	0.63	0.56	0.75
400	0.16	0.21	0.22	0.29	0.28	0.38	0.31	0.42	0.37	0.50	0.43	0.58	0.46	0.62	0.50	0.67	0.62	0.83	0.75	1.00
500	0.19	0.26	0.28	0.37	0.35	0.47	0.39	0.52	0.47	0.63	0.54	0.73	0.58	0.78	0.62	0.83	0.78	1.04	0.93	1.24
600	0.23	0.31	0.33	0.44	0.42	0.57	0.47	0.63	0.56	0.75	0.65	0.87	0.70	0.93	0.74	1.00	0.93	1.25	1.11	1.49
700	0.28	0.37	0.38	0.51	0.49	0.66	0.54	0.73	0.66	0.88	0.76	1.02	0.81	1.09	0.87	1.16	1.08	1.45	1.30	1.74
800	0.31	0.42	0.43	0.58	0.56	0.76	0.62	0.83	0.75	1.00	0.87	1.16	0.93	1.24	0.99	1.33	1.24	1.66	1.48	1.99
900	0.34	0.45	0.49	0.66	0.64	0.85	0.70	0.94	0.84	1.13	0.98	1.31	1.04	1.40	1.11	1.49	1.38	1.85	1.67	2.24
1000	0.35	0.47	0.54	0.73	0.71	0.95	0.78	1.04	0.93	1.25	1.08	1.45	1.16	1.55	1.23	1.65	1.53	2.05	1.85	2.48
1100	0.39	0.52	0.60	0.80	0.78	1.04	0.85	1.14	1.01	1.36	1.19	1.60	1.27	1.71	1.35	1.81	1.68	2.25	2.04	2.73
1160	0.43	0.57	0.63	0.85	0.81	1.08	0.90	1.20	1.07	1.44	1.25	1.67	1.34	1.79	1.42	1.91	1.76	2.36	2.10	2.81
1200	0.45	0.60	0.66	0.88	0.84	1.12	0.93	1.24	1.11	1.49	1.29	1.73	1.38	1.85	1.47	1.97	1.82	2.44	2.16	2.90
1300	0.47	0.63	0.71	0.95	0.90	1.21	1.00	1.34	1.20	1.61	1.40	1.87	1.49	2.00	1.59	2.13	1.96	2.63	2.33	3.12
1400	0.51	0.68	0.78	1.02	0.97	1.30	1.08	1.45	1.29	1.73	1.50	2.01	1.60	2.15	1.71	2.28	2.10	2.82	2.49	3.34
1500	0.54	0.73	0.81	1.09	1.04	1.40	1.16	1.55	1.38	1.85	1.60	2.15	1.72	2.30	1.82	2.44	2.25	3.01	2.65	3.55
1600	0.58	0.78	0.87	1.16	1.11	1.49	1.23	1.65	1.47	1.97	1.70	2.28	1.82	2.44	1.94	2.60	2.39	3.20	2.80	3.76
1700	0.62	0.83	0.92	1.23	1.18	1.58	1.31	1.75	1.56	2.09	1.81	2.42	1.93	2.59	2.05	2.75	2.52	3.38	2.96	3.97
1750	0.66	0.89	0.95	1.27	1.21	1.62	1.34	1.80	1.60	2.15	1.86	2.49	1.98	2.66	2.11	2.83	2.59	3.47	3.03	4.06
1800	0.68	0.91	0.97	1.30	1.25	1.67	1.38	1.85	1.65	2.21	1.91	2.56	2.04	2.73	2.16	2.90	2.65	3.55	3.10	4.16
2000			1.08	1.45	1.38	1.85	1.45	1.95	1.82	2.44	2.10	2.82	2.25	3.01	2.38	3.19	2.90	3.89	3.39	4.54
2200			1.19	1.59	1.51	2.03	1.68	2.25	1.99	2.67	2.30	3.08	2.45	3.28	2.60	3.49	3.16	4.23	3.65	4.89
2400			1.29	1.73	1.65	2.21	1.82	2.44	2.16	2.90	2.49	3.34	2.66	3.56	2.80	3.76	3.39	4.54	3.89	5.21
2600			1.40	1.87	1.78	2.38	1.96	2.63	2.33	3.12	2.68	3.59	2.84	3.81	3.01	4.03	3.60	4.83	4.09	5.48
2800			1.50	2.01	1.91	2.56	2.10	2.82	2.49	3.34	2.86	3.83	3.03	4.06	3.20	4.29	3.80	5.10	4.27	5.73
3000			1.60	2.15	2.04	2.74	2.25	3.01	2.65	3.55	3.03	4.06	3.21	4.30	3.39	4.54	3.99	5.35	4.43	5.94
3200			1.70	2.28	2.17	2.91	2.38	3.19	2.80	3.76	3.20	4.29	3.39	4.54	3.56	4.77	4.16	5.57	4.56	6.11
3400			1.81	2.42	2.29	3.07	2.51	3.37	2.96	3.97	3.36	4.50	3.55	4.78	3.72	4.99	4.31	5.78	4.65	6.23
3500			1.86	2.49	2.35	3.15	2.58	3.46	3.03	4.06	3.44	4.61	3.63	4.86	3.80	5.10	4.38	5.87	4.68	6.27
3600			1.90	2.55	2.41	3.23	2.65	3.55	3.10	4.16	3.52	4.72	3.71	4.97	3.89	5.21	4.44	5.95	4.71	6.31
3800			2.01	2.69	2.54	3.40	2.78	3.73	3.25	4.35	3.66	4.91	3.85	5.18	4.03	5.40	4.54	6.09	4.72	6.33
4000			2.11	2.83	2.66	3.56	2.90	3.89	3.39	4.54	3.80	5.10	3.98	5.34	4.16	5.57	4.63	6.21	4.71	6.31
4200					2.78	3.73	3.03	4.06	3.52	4.72	3.94	5.28	4.12	5.52	4.28	5.74	4.68	6.28	4.65	6.23
4400					2.88	3.86	3.15	4.22	3.65	4.89	4.06	5.44	4.24	5.68	4.39	5.88	4.72	6.33	4.54	6.09
4600					2.99	4.01	3.27	4.38	3.77	5.05	4.17	5.59	4.34	5.82	4.48	6.01	4.74	6.35	4.39	5.89
4800					3.10	4.16	3.39	4.54	3.88	5.20	4.27	5.73	4.43	5.94	4.57	6.12	4.71	6.32	4.20	5.63
5000					3.21	4.31	3.49	4.68	3.99	5.35	4.37	5.86	4.52	6.06	4.63	6.20	4.67	6.26	3.95	5.30
5200					3.32	4.46	3.60	4.82	4.09	5.48	4.46	5.98	4.59	6.15	4.68	6.27	4.60	6.16	3.66	4.91
5400					3.42	4.59	3.70	4.96	4.19	5.61	4.53	6.07	4.65	6.23	4.71	6.32	4.48	6.01	3.31	4.44
5600					3.52	4.72	3.80	5.09	4.27	5.73	4.60	6.16	4.68	6.28	4.73	6.34	4.35	5.83	2.90	3.89
5800					3.61	4.84	3.89	5.22	4.36	5.84	4.65	6.23	4.71	6.32	4.73	6.34	4.18	5.60	2.44	3.27
6000					3.71	4.97	3.98	5.34	4.42	5.93	4.68	6.28	4.74	6.35	4.72	6.33	3.97	5.32	1.92	2.57

La velocidad de la banda excede los 1980 mts./ min -consultar con el fabricante.

Tabla 4.41 Rangos de potencia para bandas sincrónicas sección L.

BANDA H PASO 12.7mm (1/2")																				
RPM	Potencia por 25.4 mm (1") de ancho de banda para varias poleas																			
más	14 H		16 H		18 H		20 H		24 H		28 H		30 H		36 H		40 H		48 H	
veloz	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP
100	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5	0.7	0.6	0.9
200	0.4	0.5	0.4	0.6	0.5	0.6	0.5	0.7	0.6	0.9	0.7	1.0	0.8	1.1	0.9	1.3	1.1	1.4	1.3	1.7
300	0.6	0.7	0.6	0.9	0.7	1.0	0.8	1.1	0.9	1.3	1.1	1.5	1.2	1.6	1.4	1.9	1.6	2.1	1.9	2.5
400	0.7	1.0	0.8	1.1	0.9	1.3	1.1	1.4	1.3	1.7	1.5	2.0	1.6	2.1	1.9	2.5	2.1	2.8	2.5	3.4
500	0.9	1.2	1.1	1.4	1.2	1.6	1.3	1.8	1.6	2.1	1.8	2.5	2.0	2.7	2.4	3.2	2.6	3.5	3.1	4.2
600	1.1	1.5	1.3	1.7	1.4	1.9	1.6	2.1	1.9	2.5	2.2	3.0	2.4	3.2	2.8	3.8	3.1	4.2	3.8	5.1
700	1.3	1.7	1.5	2.0	1.7	2.2	1.8	2.5	2.2	3.0	2.6	3.5	2.8	3.7	3.3	4.4	3.7	4.9	4.4	5.9
800	1.5	2.0	1.7	2.3	1.9	2.5	2.1	2.8	2.5	3.4	2.9	3.9	3.1	4.2	3.8	5.1	4.2	5.6	5.0	6.7
900	1.7	2.2	1.9	2.5	2.1	2.9	2.4	3.2	2.8	3.8	3.3	4.4	3.5	4.7	4.2	5.7	4.7	6.3	5.6	7.5
1000	1.8	2.5	2.1	2.8	2.4	3.2	2.6	3.5	3.1	4.2	3.7	4.9	3.9	5.3	4.7	6.3	5.2	7.0	6.2	8.3
1100	2.0	2.7	2.3	3.1	2.6	3.5	2.9	3.9	3.5	4.6	4.0	5.4	4.3	5.8	5.1	6.9	5.7	7.6	6.8	9.1
1160	2.1	2.9	2.4	3.3	2.7	3.7	3.0	4.1	3.6	4.9	4.2	5.7	4.5	6.1	5.4	7.3	6.0	8.0	7.1	9.6
1200			2.5	3.4	2.8	3.8	3.1	4.2	3.8	5.1	4.4	5.9	4.7	6.3	5.6	7.5	6.2	8.3	7.4	9.9
1300			2.7	3.7	3.1	4.1	3.4	4.6	4.1	5.5	4.7	6.4	5.1	6.8	6.0	8.1	6.7	9.0	7.9	10.6
1400			2.9	3.9	3.3	4.4	3.7	4.9	4.4	5.9	5.1	6.8	5.4	7.3	6.5	8.7	7.2	9.6	8.5	11.4
1500			3.1	4.2	3.5	4.7	3.9	5.3	4.7	6.3	5.4	7.3	5.8	7.8	6.9	9.3	7.6	10.2	9.0	12.1
1600			3.4	4.5	3.8	5.1	4.2	5.6	5.0	6.7	5.8	7.8	6.2	8.3	7.3	9.9	8.1	10.9	9.5	12.8
1700			3.6	4.8	4.0	5.4	4.4	5.9	5.3	7.1	6.1	8.2	6.6	8.8	7.8	10.4	8.6	11.5	10.1	13.5
1750			3.7	4.9	4.1	5.5	4.6	6.1	5.4	7.3	6.3	8.5	6.7	9.0	8.0	10.7	8.8	11.8	10.3	13.8
1800			3.8	5.1	4.2	5.7	4.7	6.3	5.6	7.5	6.5	8.7	6.9	9.3	8.2	11.0	9.0	12.1	10.6	14.2
2000			4.2	5.6	4.7	6.3	5.2	7.0	6.2	8.3	7.2	9.6	7.6	10.2	9.0	12.1	9.9	13.3	11.5	15.5
2200					5.1	6.9	5.7	7.6	6.8	9.1	7.8	10.5	8.3	11.2	9.8	13.2	10.7	14.4	12.4	16.7
2400					5.6	7.5	6.2	8.3	7.3	9.9	8.5	11.4	9.0	12.1	10.6	14.2	11.5	15.5	13.2	17.8
2600					6.0	8.1	6.7	9.0	7.9	10.6	9.1	12.2	9.7	13.0	11.3	15.2	12.3	16.5	14.0	18.8
2800					6.5	8.7	7.2	9.6	8.5	11.4	9.7	13.1	10.3	13.8	12.0	16.1	13.0	17.4	14.6	19.6
3000					6.9	9.3	7.6	10.2	9.0	12.1	10.3	13.9	10.9	14.7	12.7	17.0	13.6	18.3	15.2	20.4
3200					7.3	9.9	8.1	10.9	9.5	12.8	10.9	14.6	11.5	15.5	13.3	17.8	14.2	19.1	15.7	21.0
3400					7.8	10.4	8.6	11.5	10.1	13.5	11.5	15.4	12.1	16.2	13.8	18.5	14.7	19.8	16.0	21.5
3500					8.0	10.7	8.8	11.8	10.3	13.8	11.7	15.7	12.4	16.6	14.1	18.9	15.0	20.1	16.1	21.6
3600							9.0	12.1	10.6	14.2	12.0	16.1	12.6	17.0	14.3	19.2	15.2	20.4	16.2	21.8
3800							9.5	12.7	11.0	14.8	12.5	16.8	13.2	17.6	14.8	19.9	15.6	20.9	16.4	21.9
4000							9.9	13.2	11.5	15.4	13.0	17.4	13.6	18.3	15.2	20.4	15.9	21.3	16.3	21.9
4200							10.3	13.8	12.0	16.0	13.5	18.1	14.1	18.9	15.6	20.9	16.1	21.6	16.2	21.7
4400							10.7	14.4	12.4	16.6	13.9	18.6	14.5	19.4	15.9	21.3	16.3	21.8	15.9	21.3
4600							11.1	14.9	12.8	17.2	14.3	19.2	15.2	20.4	16.4	21.9	16.2	21.7		
4800							11.5	15.4	13.2	17.7	14.7	19.7	15.3	20.8	16.3	21.8	16.3	21.9	14.8	19.8
5000							11.9	15.9	13.6	18.2	15.0	20.1	15.5	20.8	16.4	22.0	16.2	21.7		
5200							12.2	16.4	13.9	18.7	15.3	20.5	15.7	21.1	16.4	22.0	16.0	21.4		
5400							12.6	16.9	14.3	19.1	15.6	20.9	16.0	21.4	16.4	21.9	15.7	21.0		
5600							12.9	17.3	14.6	19.6	15.8	21.2	16.2	21.7	16.2	21.8	16.0	21.5		
5800							13.3	17.8	14.9	19.9	16.0	21.5	16.2	21.8	16.0	21.5	14.7	19.8		
6000							13.6	18.2	15.1	20.3	16.2	21.7	16.3	21.9	15.8	21.1				

Tabla 4.42 Rangos de potencia para bandas sincrónicas sección H

BANDA XH PASO 20 mm (7/8")																			
RPM	Potencia por 25.4 mm (1") de ancho de banda para varias poleas																		
más	18 XH	20 XH	22 XH	24 XH	26 XH	28 XH	30 XH	32 L	40 XH										
veloz	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	
100	0.8	0.6	0.8	0.7	0.9	0.8	1.0	0.8	1.1	0.9	1.2	0.9	1.3	1.0	1.3	1.3	1.7		
200	1.5	1.3	1.7	1.4	1.9	1.5	2.0	1.6	2.2	1.8	2.4	1.9	2.5	2.0	2.7	2.5	3.4		
300	2.3	1.9	2.5	2.1	2.8	2.3	3.0	2.4	3.3	2.6	3.5	2.8	3.8	3.0	4.0	3.7	5.0		
400	3.0	2.5	3.4	2.8	3.7	3.0	4.0	3.3	4.4	3.5	4.7	3.7	5.0	4.0	5.4	5.0	6.7		
500	3.8	3.1	4.2	3.4	4.6	3.7	5.0	4.1	5.4	4.0	5.4	4.7	6.3	5.0	6.7	6.2	8.3		
600	4.5	3.7	5.0	4.1	5.5	4.5	6.0	4.8	6.5	5.2	7.0	5.6	7.5	5.9	8.0	7.3	9.8		
700	5.3	4.4	5.8	4.8	6.4	5.2	7.0	5.6	7.5	6.0	8.1	6.5	8.7	6.9	9.2	8.5	11.4		
800	6.0	5.0	6.7	5.5	7.3	5.9	8.0	6.4	8.6	6.9	9.2	7.3	9.8	7.8	10.4	9.5	12.8		
900	6.7	5.6	7.5	6.1	8.2	6.6	8.9	7.2	9.6	7.7	10.3	8.2	11.0	8.7	11.6	10.6	14.2		
1000	7.5	6.2	8.3	6.8	9.1	7.3	9.8	7.9	10.6	8.5	11.4	9.0	12.1	9.5	12.8	11.6	15.5		
1100	8.2	6.8	9.1	7.4	9.9	8.0	10.8	8.6	11.6	9.2	12.4	9.8	13.2	10.4	13.9	12.5	16.7		
1160		7.1	9.5	7.8	10.4	8.4	11.3	9.0	12.1	9.7	13.0	10.3	13.8	10.9	14.6	13.0	17.4		
1200		7.3	9.8	8.0	10.8	8.7	11.6	9.3	12.5	10.0	13.4	10.7	14.3	11.2	15.0	13.3	17.9		
1300		7.9	10.6	8.6	11.6	9.3	12.5	10.0	13.4	10.7	14.3	11.3	15.2	11.9	16.0	14.1	18.9		
1400		8.5	11.4	9.2	12.4	10.0	13.4	10.7	14.3	11.4	15.3	12.0	16.1	12.7	17.0	14.8	19.9		
1500		9.0	12.1	9.8	13.2	10.6	14.2	11.3	15.2	12.0	16.1	12.7	17.0	13.3	17.9	15.4	20.7		
1600		9.4	12.6	10.4	13.9	11.2	15.0	11.9	16.0	12.7	17.0	12.8	17.1	14.0	18.8	16.0	21.4		
1700		10.1	13.5	10.9	14.7	11.8	15.8	12.5	16.8	13.3	17.8	13.9	18.7	14.6	19.5	16.4	22.0		
1750		10.3	13.9	11.2	15.0	12.0	16.1	12.8	17.2	13.5	18.2	14.2	19.1	14.8	19.9	16.6	22.2		
1800				11.5	15.4	12.3	16.5	13.1	17.6	13.8	18.5	14.5	19.4	15.1	20.2	16.7	22.4		
1900				12.0	16.1	12.8	17.2	13.9	18.7	14.3	19.2	15.4	20.7	15.6	20.9	16.9	22.7		
2000				12.5	16.7	13.3	17.9	14.1	18.9	14.8	19.9	15.4	20.7	16.0	21.4	17.0	22.8		
2100				13.0	17.4	13.8	18.5	14.6	19.6	15.3	20.5	15.9	21.3	16.3	21.9	17.0	22.8		
2200				13.4	18.0	14.5	19.4	15.0	20.1	15.7	21.0	16.2	21.7	16.6	22.3	16.9	22.6		
2300				13.9	18.6	14.7	19.7	15.4	20.7	16.0	21.5	16.5	22.1	16.8	22.6	16.6	22.3		
2400				14.4	19.3	15.1	20.2	15.8	21.1	16.3	21.9	16.7	22.4	17.0	22.8	16.2	21.7		
2500						15.4	20.7	16.1	21.6	16.6	22.2	16.9	22.6	17.0	22.8	15.6	20.9		
2600						15.8	21.1	16.4	21.9	16.8	22.5	17.0	22.8	17.0	22.8	14.9	19.9		
2800						16.3	21.9	16.8	22.5	17.0	22.8	17.0	22.8	16.8	22.5				
3000						16.7	22.4	17.0	22.8	17.0	22.8	16.7	22.4	16.2	21.7				
3200						17.0	22.8	17.0	22.8	16.8	22.5	16.2	21.7	15.2	20.3				
3400						17.0	22.8	16.8	22.6	16.2	21.8	15.2	20.4	13.8	18.5				
3500						17.0	22.8	16.7	22.3	15.9	21.3	14.7	19.6						
3600						16.9	22.7	16.4	22.0	15.5	20.7	14.0	18.7						
3800						16.6	22.3	16.0	21.4	14.3	19.2								
4000						16.2	21.7	14.9	19.9										
4200						15.4	20.7	13.7	18.3										
4400						14.5	19.5												

La velocidad de la banda excede los 1980 mts /min -consultar con el fabricante

Tabla 4.43 Rangos de potencia para bandas sincrónicas sección XH.

BANDA XXH PASO 31.8 mm (1.25")																		
RPM	Potencia por 25.4 mm (1") de ancho de banda para varias poleas																	
	más	18 XXH		20 XXH		22 XXH		24 XXH		26 XXH		28 XXH		30 XXH		32 L		40 XXH
veloz	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP
100		08	06	08	07	09	08	10	08	11	09	12	09	13	10	13	13	17
200		15	13	17	14	19	15	20	16	22	18	24	19	25	20	27	25	34
300		23	19	25	21	28	23	30	24	33	26	35	28	38	30	40	37	50
400		30	25	34	28	37	30	40	33	44	35	47	37	50	40	54	50	67
500		38	31	42	34	46	37	50	41	54	40	54	47	63	50	67	62	83
600		45	37	50	41	55	45	60	48	65	52	70	56	75	59	80	73	98
700		53	44	58	48	64	52	70	56	75	60	81	65	87	69	92	85	114
800		60	50	67	55	73	59	80	64	86	69	92	73	98	78	104	95	128
900		67	56	75	61	82	66	89	72	96	77	103	82	110	87	116	106	142
1000		75	62	83	68	91	73	98	79	106	85	114	90	121	95	128	116	155
1100		82	68	91	74	99	80	108	86	116	92	124	98	132	104	139	125	167
1160			71	95	78	104	84	113	90	121	97	130	103	138	109	146	130	174
1200			73	98	80	108	87	116	93	125	100	134	107	143	112	150	133	179
1300			79	106	86	116	93	125	100	134	107	143	113	152	119	160	141	189
1400			85	114	92	124	100	134	107	143	114	153	120	161	127	170	148	199
1500			90	121	98	132	106	142	113	152	120	161	127	170	133	179	154	207
1600			94	126	104	139	112	150	119	160	127	170	128	171	140	188	160	214
1700			101	135	109	147	118	158	125	168	133	178	139	187	146	195	164	220
1750			103	139	112	150	120	161	128	172	135	182	142	191	148	199	168	222
1800					115	154	123	165	131	176	138	185	145	194	151	202	167	224
1900					120	161	128	172	139	187	143	192	154	207	156	209	169	227
2000					125	167	133	179	141	189	148	199	154	207	160	214	170	228
2100					130	174	138	185	146	196	153	205	159	213	163	219	170	228
2200					134	180	145	194	150	201	157	210	162	217	166	223	169	226
2300					139	186	147	197	154	207	160	215	165	221	168	226	166	223
2400					144	193	151	202	158	211	163	219	167	224	170	228	162	217
2500							154	207	161	216	166	222	169	226	170	228	156	209
2600							158	211	164	219	168	225	170	228	170	228	149	199
2800							163	219	168	225	170	228	170	228	168	225		
3000							167	224	170	228	170	228	167	224	162	217		
3200							170	228	170	228	168	225	162	217	152	203		
3400							170	228	168	226	162	218	152	204	138	185		
3500							170	228	167	223	159	213	147	196				
3600							169	227	164	220	155	207	140	187				
3800							166	223	160	214	143	192						
4000							162	217	149	199								
4200							154	207	137	183								
4400							145	195										

La velocidad de la banda excede los 1960 mts /min -consultar con el fabricante

Tabla 4.44 Rangos de potencia para bandas sincrónicas sección XXH.

CANTIDAD DE DIENTES EN ENGRANAJE (TIM)	FACTOR DE ENGRANAJE F
6 o más	1
5	0.8
4	0.6
3	0.4
2 o más	0.2

Tabla 4.45 Factor de engranaje para bandas sincrónicas.

4.8.6 Programa para el diseño de una transmisión con bandas reguladoras.

```

10 PRINT "PROGRAMA PARA BANDAS "
20 PRINT "SINCRONICAS"
30 PRINT "DATOS DE LOS EQUIPOS"

40 PRINT
50 PRINT "LOS DATOS INICIALES REQUERIDOS SON"
60 PRINT "EQUIPO MOTRIZ"
70 PRINT "INPUT EQUIPO MOTRIZ =",EM
80 PRINT "EQUIPO IMPULSADO"
90 PRINT "INPUT EQUIPO IMPULSADO =",EI
100 PRINT "POTENCIA TRANSMITIDA"
110 PRINT "INPUT POTENCIA TRANSMITIDA=" ,P
120 PRINT "VELOCIDAD DEL EQUIPO MOTRIZ"
130 PRINT "INPUT VELOCIDAD DEL EQUIPO MOTRIZ=",N1
140 PRINT "VELOCIDAD DEL EQUIPO IMPULSADO"
150 PRINT "INPUT VELOCIDAD DEL EQUIPOIMPUL=",N2
160 PRINT "SERVICIO"
170 PRINT "INPUT: SERVICIO=",S
180 PRINT "DISTANCIA ENTRE CENTROS TENTATIVA"
190 PRINT "INPUT DISTANCIA ENTRE CENTROS TENT=",CT
200 PRINT "TOLERANCIA ENTRE CENTROS DESEADA"
210 PRINT "INPUT TOLERANCIA ENTRE CENTROS=",@
220 PRINT PRINT
230 PRINT "SOLUCION "
240 PRINT "INPUT FACTOR DE SERVICIO=",FS

250 PD=P*FS
260 PRINT
270 PRINT "POTENCIA DE DISEÑO =" ; PD
280 PRINT "LAS POLEAS ESTANDAR SELECC. SON : "
290 PRINT "CANT. DE DIENTES POLEA MOTRIZ"

300 PRINT "INPUT CANT. DIENTES DE POLEA MOTRIZ=",N1
310 PRINT "CANT. DE DIENTES POLEA IMPULSADA"

320 PRINT "INPUT CANT DIENTES DE POLEA MOTRIZ=",N2
330 RV= N1/N2
340 PRINT "RELACION DE VELOCIDADES DESEADA=";RV
350 PRINT
360 PRINT "IF RELACION DE VELOCIDADES OK,TYPE 1"

370 PRINT "TYPE 2 TO TRY AGAIN"
380 INPUT R
390 IF R<>1 THEN
280
400 PRINT "RELACION DE VELOCIDADES DESEADA OK"
410 PRINT "DIAM DE PASO POLEA MENOR"
420 PRINT "INPUT DIAM DE PASO POLEA MENOR=",dp
430 PRINT "DIAM DE PASO POLEA MAYOR"
440 PRINT "INPUT DIAM DE PASO POLEA MAYOR=",Dp
450 PRINT "DISTANCIA ENTRE CENTROS TENTATIVA"
460 PRINT
470 PRINT "INPUT : DIST ENTRE CENTROS TENTATIVA",C
480 INPUT : LT
490 PRINT  $LT=2*CT+1.57*(Dp+dp)+(Dp-dp)^2/4*CT$ 
500 PRINT
510 PRINT "LONGITUD TENTATIVA=" ;LT
520 PRINT
530 PRINT "LONG. DE BANDA ESTANDAR MAS PROX."
540 PRINT "INPUT . LONG REAL DE LA(S) BANDA(S)=",L
550  $Cb= 0.25*(L-3.1416*(Dp+dp)/2*(1+1-2*(Dp-dp)^2)^0.5/(L-560\ 3\ 1416*(Dp-dp)^2)$ 
570 PRINT "DISTANCIA ENTRE CENTROS REAL=" ,Cb
580 PRINT "IF (Cb-CT)>@ THEN 280
590 PRINT "POTENCIA ADMISIBLE POR ANCHO DE BAND.
600 PRINT "INPUT POTENCIA ADM POR ANCHO DE BANDA=" ,Pb
610 PRINT "CANTIDAD DE DIENTES EN ENGRANAJE"
620  $TIM= (180-60*(Dp-dp)/Cb)*N1/360$ 
630 PRINT "CANT. DE DIENTES EN ENGRANAJE=";TIM
640 PRINT "FACTOR DE ENGRANAJE"
650 PRINT "INPUT FACTOR DE ENGRANAJE=" ,F
660  $PbD= Pb*F$ 
670 PRINT "POT DE DISEÑO ADM. POR ANCHO DE BAND ;PbD
680  $Wt=(Pd/Pb)^25\ 4$ 
690 PRINT "ANCHO DE LA BANDA CALCULADO=";Wt
700 PRINT "ANCHO DE LA BANDA COMERCIAL"
720 PRINT "INPUT ANCHO DE LA BANDA COMERCIAL=";V

```

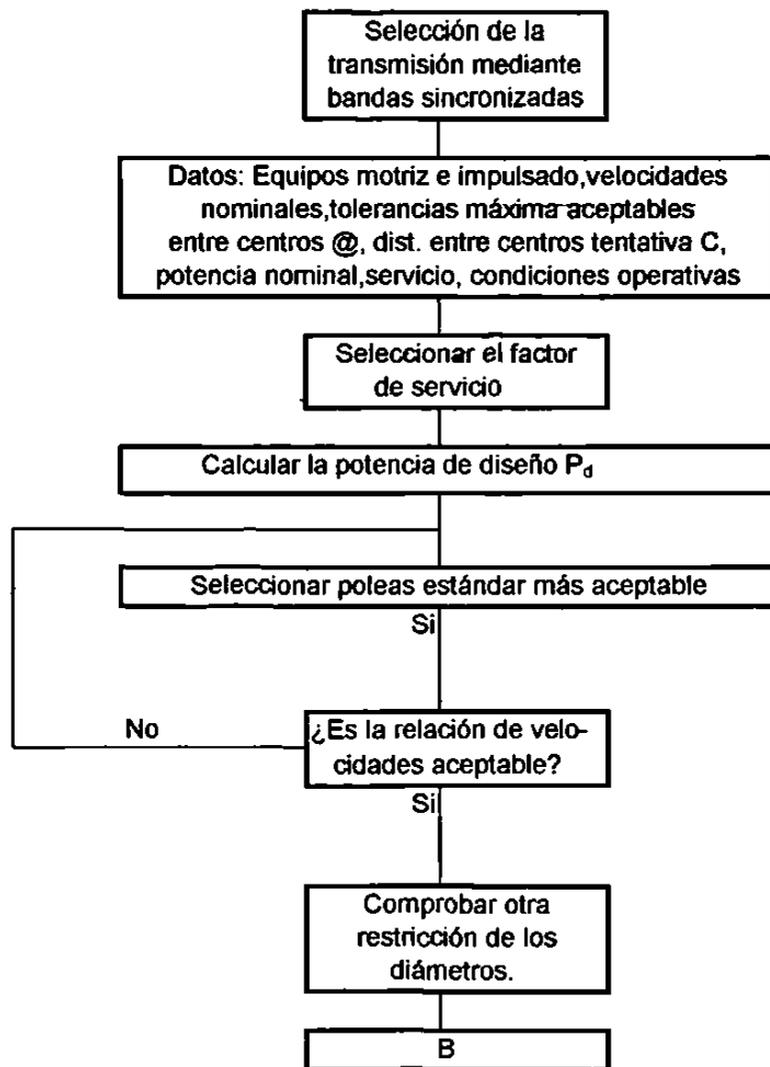


Fig. 4.31 (a) Diagrama de flujo para la selección de bandas de sincronización de dientes trapezoidales.

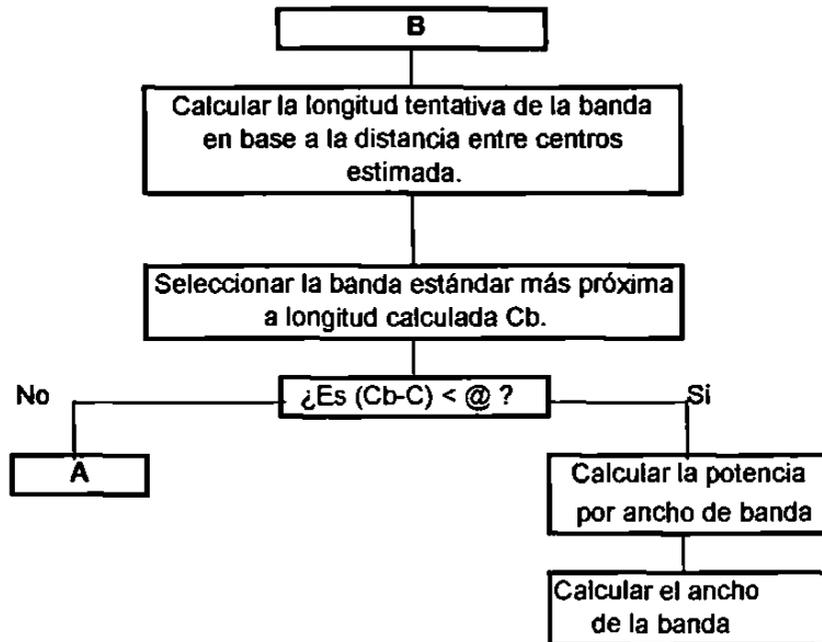


Fig. 4.31 (b) Diagrama de flujo para la selección de bandas de sincronización de dientes trapezoidales.

4.8.7 Ejemplo ilustrativo del diseño de una transmisión mediante bandas de sincronización.

Datos de los equipos:

- Equipo Motriz: Motor eléctrico 30 KW (40 HP), diseño NEMA B, 1750 RPM.
- Equipo impulsado = Molino de martillos, 1250 RPM.
- Distancia entre centros $\cong 610$ mm (24").
- Servicio : 8 Hrs./día.

Determinar la transmisión mediante bandas sincrónicas de dientes trapezoidales más adecuada obteniendo:

- Sección, paso, longitud y ancho de la banda.
- Cantidad de dientes y diámetro de paso de las poleas.
- Distancia entre centros de poleas real.
- Velocidad real del equipo impulsado.
- Relación de velocidades real.

Solución analítica:

2. De la Tablas 4.30 y 4.31 el factor de servicio = 1.9

2. La potencia de diseño (P_d) = 30 KW * 1.9 = 57 KW (76 HP)

3 Mediante la Fig. 4.30 la sección de la banda es **XH**

4. La relación de velocidades tentativas (R_v) 1750/1250= 1.4

5 De la Tabla 4.27 El tamaño mínimo de la polea más pequeña es de 26 ranuras ,luego el tamaño de la polea mayor es 26 x 1.4 = 35.5. De la Tabla 4.36 el tamaño comercial más próximo es de 36 ranuras.

Por tanto: $N_1 = 26$ ranuras, $d = 165$ mm (6.497"), $N_2 = 36$ ranuras, $D = 228.5$ mm (8.995"),
 $R_v = 36/26 = 1.3846$, $n_1 = 1264$ RPM.

6 La longitud tentativa de la banda es:

$$L_p = 2 \times 610 + 1.57 (228.5 + 165) + (228.5 - 165)^2 / 4 \times 610 = 1515 \text{ mm}$$

7. De la Tabla 4.38 la longitud de banda más próxima a la longitud tentativa es $\cong 1600$ mm que corresponde a una banda **XH 630**.

8. La distancia entre centros para la banda y poleas estándar es:

$$C = 0.25 \left(1600 - \pi \frac{228.5 + 177.7}{2} \right) \left\{ 1 + \left[1 - \frac{2(228.5 - 177.7)^2}{(1600 - \pi \frac{228.5 + 177.7}{2})^2} \right]^{1/2} \right\}$$

$$C \text{ (real)} = 632 \text{ mm.}$$

9. La capacidad de potencia admisible nominal en KW por 25.4 milímetros de ancho de la banda de la Tablas 4.43 para el paso de banda seleccionada es:

$$(KW/25.4mm) = 13.2$$

10. La cantidad de dientes en engranaje (TIM) es:

$$TIM = \left[180^\circ - \frac{60(228.5 - 177.7)}{632} \right] \frac{26}{360} = 12.65$$

El factor de engranaje mediante la Tabla 4.45 $\Rightarrow f = 1.0$

11. La capacidad de potencia admisible de diseño en KW por 25.4 milímetro de ancho de la banda (KW/25.4 mm) mediante la ecuación:

$$P_b \text{ (diseño)} = 13.2 \times 1.0 = 13.2$$

12. El ancho de la banda (W_t) es:

$$W_t = (57/13.2)25.4 = 107 \text{ mm.}$$

El tamaño comercial apropiado es de 101.6 mm (4").

CAPITULO # 5

TRANSMISIONES MEDIANTE CADENAS

Las transmisiones mediante cadenas son mecanismos formados por cadenas y ruedas dentadas (conocidas como *catarinas*) que se encargan de transferir un movimiento de rotación entre dos ejes paralelos, por medio del empuje generado entre los dientes de las catarinas y los eslabones de la cadena. El mecanismo consta de dos catarinas y un elemento deformable formado por una serie de eslabones rígidos que pueden tener un giro relativo entre ellos.

5.1 Tipo de cadenas aplicadas a la transmisión de potencia.

Las transmisiones con cadenas son ampliamente utilizadas. Tienen tres usos principales: para transmisión de potencia y para propósitos de manejo de materiales en transportadores y para levante de cargas. Existe una variedad muy extensa de cadenas, pero en esta tesis se desarrollan programas de diseño para las llamadas **cadenas de rodillos** y para las **cadenas de dientes invertidos o silenciosas** por ser estos los dos tipos más ampliamente usados en la industria, en equipos civiles y militares.

5.2 Ventajas de las transmisiones con cadenas.

- La variación en la distancia de centros entre flechas se puede acomodar más fácilmente que con transmisiones con engranes.
- Las cadenas son más fáciles de instalar y reemplazar que las bandas.
- Las cadenas no requieren de tensión en el lado flojo. Por lo que, las cargas sobre los apoyos son reducidas.
- Las cadenas no se deslizan o se resbalan como sucede con las bandas.
- Las transmisiones con cadenas son más compactas debido al menor tamaño de las catarinas con respecto a las poleas para la misma transferencia de potencia.
- Las cadenas no producen cargas estáticas.
- Las cadenas operan a menor temperatura que las bandas.
- Las cadenas no sufren tanto deterioro por aceite, calor o grasa.

5.3 Transmisiones mediante cadenas de rodillos.

Una cadena de rodillos consiste de una serie de rodamientos unidos unos a otros mediante placas eslabonadas. Estas cadenas tienen dos clases de eslabones: *eslabones de rodillos* y *eslabones de pernos* o *pasadores*. Los *eslabones de rodillos* constan de dos *rodillos* que ruedan sobre dos *casquillos* ajustados a presión en dos *placas del eslabón*. Los *eslabones de rodillos* y los del *pasador* se alternan de modo que las cadenas de rodillo usualmente constan de un número par de eslabones. Los componentes principales de una cadena de rodillos se muestran en la Fig. 5.1.

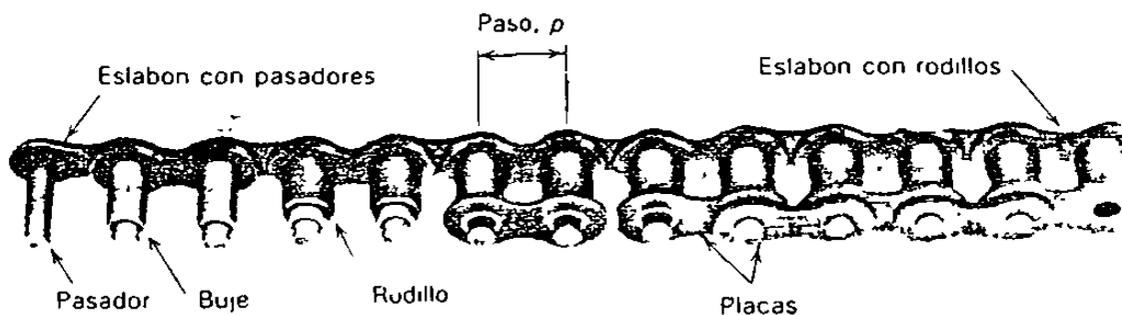


Fig. 5.1 Componentes de una cadena de rodillos.

Las cadenas de rodillos conducen y son conducidas por medio de ruedas dentadas conocidas como *catarinas*, las cuales se ajustan a los rodillos de las cadenas. Entre sus diversas aplicaciones la más común es la transmisión de una bicicleta. En la Fig. 5.2 se muestran los componentes ensamblados de la cadena y los dientes de la catarina adecuada.

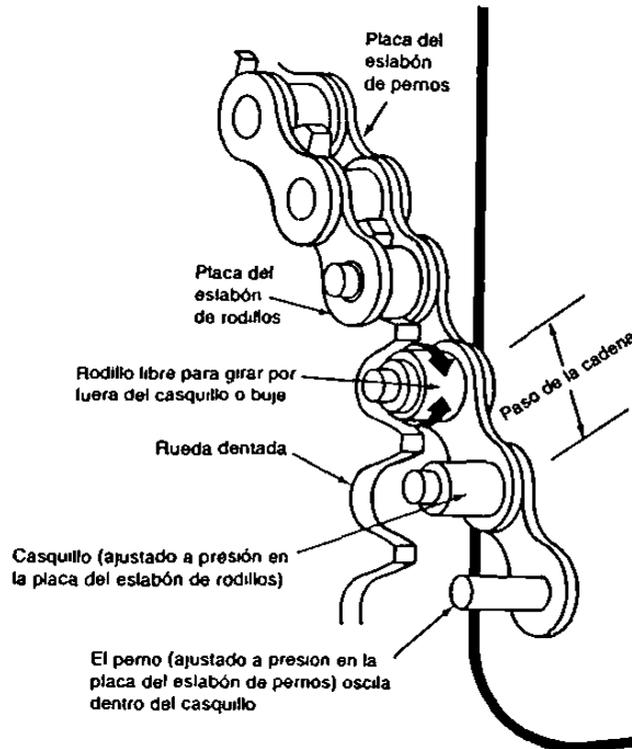


Fig. 5.2 Montaje de los componentes de una cadena de rodillos sobre los dientes de una catarina.

A velocidades de la cadena superiores a los 300 mts./min., la fuerza centrífuga se añade en forma significativa a la carga a tensión de las placas y las cargas de los rodillos entre los pasadores y los casquillos. A lo largo de la trayectoria de la fuerza hay varios lugares potencialmente críticos: En la superficie de contacto entre el diente de la catarina y el rodillo de la cadena hay un esfuerzo de contacto de Hertz cuyo impacto aumenta con la velocidad. Como el rodillo gira libremente sobre el casquillo, hay deslizamiento insignificante entre el diente de la catarina y el rodillo. La lubricación y el desgaste intervienen en ambas superficies de contacto del casquillo (con el rodillo en el exterior y con el pasador en el interior). Debido a que el área en su interior es mucho menor, el desgaste en la superficie del casquillo con el pasador es más crítico. Las placas del eslabón están sujetas esencialmente a cargas de cero a máxima de tensión hasta la fatiga, concentrándose los esfuerzos en los agujeros del pasador.

Un factor muy importante que afecta la suavidad de operación de una transmisión por cadena de rodillos, especialmente a altas velocidades es el efecto de la cuerda ilustrada en la Fig. 5.3. En la parte a) del rodillo A está asentado en la catarina, y el eje de la cadena está en el radio de la cuerda r_c . Después de que la catarina ha girado un ángulo θ , la cadena está en la posición mostrada en la Fig. 5.3 b. Aquí, el eje de la cadena está en el radio de la catarina r . El desplazamiento del eje de la cadena es,

$$\Delta r = r_c - r = r(1 - \cos\theta) = r(1 - \cos 180^\circ / N)$$

Donde N es la cantidad de dientes de la catarina. Junto con la subida y bajada de la cadena, el efecto de la cuerda produce una relación de velocidades no uniforme debido a la variación efectiva del radio de la catarina entre r_c y r . Afortunadamente la elasticidad de la cadena absorbe la mayor parte de esta pequeña fluctuación de velocidad si la transmisión está diseñada apropiadamente

Una cadena con diseño conservador, lubricada apropiadamente tiene una vida promedio de 15,000 hrs Si se requiere una cadena con vida más corta debe usarse una transmisión con cadena mas ligera y de menos costo

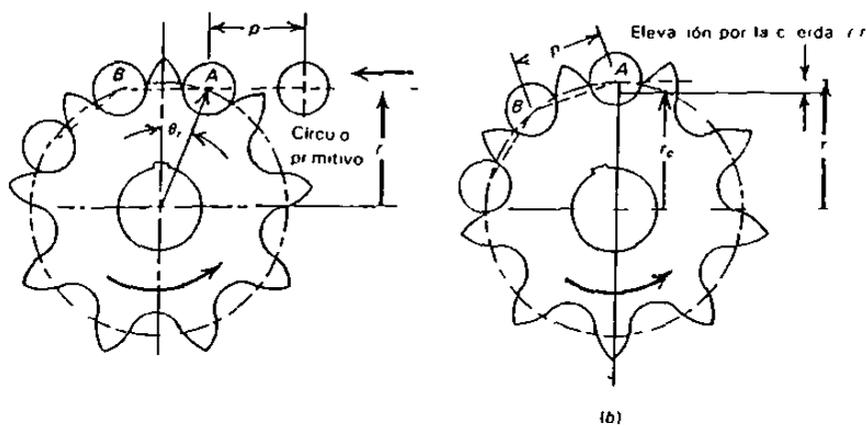


Fig. 5.3 Efecto de la cuerda en una cadena de rodillos.

5.3.1 Designación de las cadenas de rodillos.

Los estándares actuales para cadenas de la **British Standard** o **BS** se derivan de la cadena de rodillos inventada y patentada por Hans Renold en 1880. Las cadenas desarrolladas de diseños inicialmente británicos han sido compiladas con las normas **BS 228** y En EEUU las cadenas son normadas por el **American National Standards Institute (ANSI)** en su sección **B29.1**. Ambos estándares son ampliamente usadas en muchos países. Desafortunadamente los dos estándares no son intercambiables y la **International Organization for Standardization (ISO)** ha combinado a ambos en la recomendación **R606** la cual los enlista como: **Tipo A** para estándares ANSI y **Tipo B** para estándares BS. Además, Alemania enlista en la norma **DIN 8187** a las cadenas europeas (BS) y en la norma **DIN 8188** a las cadenas americanas (ANSI).

En la **Tabla 5.1** se muestran los tamaños estándar para las cadenas ISO Tipo A o ANSI y su equivalente en DIN 8188. En la **Tabla 5.2** se muestran los tamaños estándar para las cadenas ISO Tipo B o BS y su equivalente en DIN8187. El **paso (P)** es la distancia entre centros de los rodillos.

IDENTIFICACION		PA SO	
ISO / DIN	ANSI	PULGADAS	mm
04C	25	1/4	6.4
06C	35	3/8	9.5
85	41	1/2	12.7
08A	40	1/2	12.7
10A	50	5/8	15.9
12A	60	3/4	19.1
16A	80	1	25.4
20A	100	1 1/4	31.8
24A	120	1 1/2	38.1
28A	140	1 3/4	44.5
32A	160	2	50.8
36A	180	2 1/4	57.2
40A	200	2 1/2	63.5
48A	240	3	76.2

Tabla 5.1 Tamaños estándar para las cadenas ISO 606A, ANSI B29.1, DIN 8188

IDENTIFICACION	PA SO	
	PULGADAS	mm
05B	1/4	6.4
06B	3/8	9.5
08B	1/2	12.7
10B	5/8	15.9
12B	3/4	19.1
16B	1	25.4
20B	1 1/4	31.8
24B	1 1/2	38.1
28B	1 3/4	44.5
32B	2	50.8
40B	2 1/2	63.5
48B	3	76.2
56B	3 1/2	63.5

Tabla 5.2 Tamaños estándar para las cadenas ISO 606B, BS228, DIN 8187.

5.3.2 Cadenas de rodillos de tramos múltiples.

Existen en el mercado cadenas de rodillos simples y de tramos múltiples (Fig. 5.4). Las cadenas de tramos múltiples son cadenas con rodillos emparejados unidos en una sola cadena. La mayoría de los fabricantes las producen en 2, 3 y máximo 4 tramos. Aunque algunos las llegan a fabricar hasta de 5 y 6 tramos.

Mediante cadenas de tramos múltiples se permite usar cadenas de rodillos en sistemas que requieren de alta potencia. También se les puede utilizar en sistemas de relativa baja potencia pero que requieran compactibilidad y operación menos ruidosa.

Las cadenas de tramos múltiples se identifican de la misma manera que las de sencillas agregandoles un dígito que indica la cantidad de tramos. Por ejemplo si la cadena es americana de 25.4 mm (1") de paso con tres tramos es la número ANSI 80-3 (ISO/DIN 16A-3) y si es europea es la ISO/BS/DIN 16B-3.

5.3.3 Cadenas de rodillos de carga pesada y de doble paso.

Las cadenas rodillos de la serie de carga pesada tienen las mismas dimensiones básicas que las cadenas de rodillos comunes (Fig. 5.4) y les identifica agregando el sufijo H. Por ejemplo la cadena de 25.4 mm (1") de paso y con un tramo de acuerdo a ANSI es una cadena **80 H-1** y de acuerdo ISO es una cadena **16AH-1**. Las cadenas de rodillos de serie pesada no necesariamente son más fuertes que las de la serie estándar. Sin embargo, la placa de eslabonamiento más gruesa les provee de un incremento de resistencia a la fatiga por eso son optimas para aplicaciones con cargas de choque pesado, arranques y paros continuos o movimientos reversibles.

Las cadenas de rodillos de doble paso tienen dimensiones similares a las estándar con excepción del paso que es el doble de las serie estandar. Este tipo de cadenas se usan en transmisiones con carga ligera en la agricultura. Se les identifica agregando el prefijo A2 en el caso de ANSI B29.3 y el solo el prefijo 2 en el caso de ISO. De modo que una cadena doble de 50.8 mm (2") de paso es identificada como **A2080** por ANSI y como **216A** por ISO.

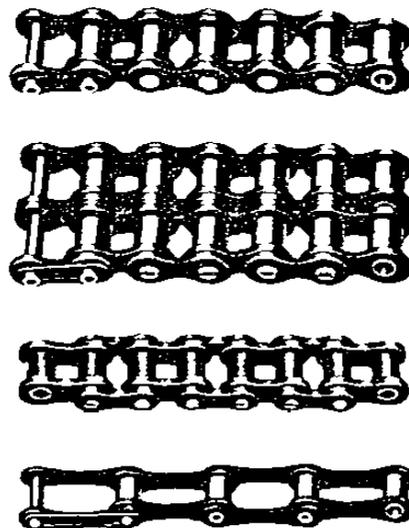


Fig. 5.4 Cadenas de rodillos simples, tramos múltiples de carga pasada y de Doble paso.

5.3.4 Consideraciones para la selección de las cadenas de rodillos.

1. Para la correcta selección de la cadena de rodillos será necesario tener por lo menos los siguientes datos: potencia a transmitir, velocidad rotacional tanto de equipo conductor como del equipo conducido, condiciones de operación del equipo conducido.

2. El mínimo número de dientes en una catarina debe ser 17 a menos que el equipo conductor este operando a una velocidad menor a 100 r.p.m.
3. La máxima relación de velocidades debe ser 7.0. Si se requiriera una relación mayor, la reducción de velocidades se efectuará en dos o más etapas.
4. La distancia entre centros de las catarinas debe ser aproximadamente entre 30 y 50 pasos de la cadena.
5. El ángulo de contacto entre la cadena y la catarina menor no debe ser menor a 120° .
6. La catarina mayor no debe tener más de 120 dientes.
7. La recomendación de la ISO es que las catarinas deben tener el siguiente número de dientes:

17 19 21 23 25 38 57 76 95 114

Sin embargo, uno de los fabricantes líder en el mercado tiene catarinas con las siguientes cantidades de dientes:

11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 30 35 38 40 57
76 95 114

8. Es preferible que la línea entre centros de catarinas sea horizontal y el lado tenso este en la parte superior. (Fig. 5.5)

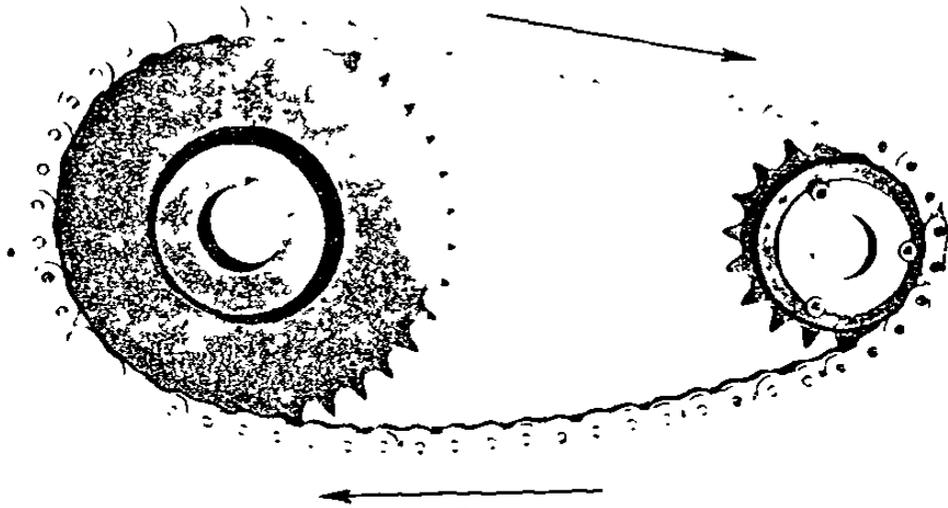


Fig. 5.5 Montaje de una transmisión con cadena de rodillos.

5.3.5 Diseño de una transmisión mediante cadenas de rodillos.

El procedimiento para la selección de cadenas de rodillos es el siguiente:

1. Determinar la relación de velocidades tentativa con:

$$R_v = n_1 / n_2$$

Donde:

$$\begin{aligned} n_1 &= \text{RPM de la catarina menor} \\ \text{y} \quad n_2 &= \text{RPM de la catarina mayor} \end{aligned}$$

2. Determinar la clasificación de la carga del equipo conducido y de acuerdo a su carga determinar el factor de servicio de la Tablas 5.3 y 5.4.
3. Obtener la potencia de diseño de la ecuación:

$$P_d = P(\text{nominal}) \times \text{Factor de servicio}$$

4. Seleccionar la cadena de la Fig. 5.6 tomando como base la potencia de diseño y la velocidad en r.p.m. de la catarina menor.
5. Determinar mediante la Tabla 5.6 la cantidad de dientes de la catarina menor.
6. Calcular la potencia por tramo para un margen de número de dientes de la catarina menor.

Para calcular la potencia en KW/tramo se utilizan los criterios de fatiga en las placas y eslabones y al impacto de los rodillos y casquillos para una vida útil de 15,000 hrs.

$KW_{\text{tramo}} = \text{menor de } KW_s \text{ y } KW_r$

$$KW_s = 0.746 K_s N_1^{1.08} n_1^{0.9} p^{(3.00 - 0.07p)}$$

donde :

KW_s = Potencia/tramo basada en fatiga del eslabón.

p = paso de la cadena en pulg.

K_s = 0.004 para todas las cadenas menos la No. 41 y
0.0022 para la No. 41.

N_1 = Cantidad de dientes de la catarina menor.

$$KW_r = 0.746 K_r p^{0.8} (100N_1/n_1)^{1.5}$$

KW_r = Potencia/tramo basada en impacto del rodillo.

$K_r = 24$ para las cadenas No. 25 y 35, 3.4 para la cadena No.41, 17 para las cadenas No. 40 a la No. 240 exceptuando la No. 41.

- 7 Con KW /tramo obtenemos la cantidad de tramos tentativa mediante:

$$\text{Cantidad de tramos(tentativa)} = P_d / (KW / \text{tramo})$$

- 8 La cantidad de tramos deberá ser un número entero menor de 4 y de la **Tabla 5.5** obtenemos el *factor de cadena múltiple* (f_{cm})

- 9 Calcular $(KW / \text{tramo}) \times f_{cm}$

- 10 Si $KW / \text{tramo} \times f_{cm}$ es $\geq P_d$ entonces continuar con el paso siguiente si es $< P_d$ repetir los pasos 5 al 9 con otra cantidad de dientes en la catarina menor.

- 11 Obtener la cantidad de dientes de la catarina mayor N_2 , ajustar la relación de velocidades y obtener la velocidad real del equipo impulsado mediante:

$N_2 = R_v \times N_1$ ajustar a un número entero N_2 ; recalculamos R_v con:

$R_v = N_2 / N_1$ y recalculamos n_2 con:

$$n_2 = n_1 / R_v$$

- 12 Determinar la longitud tentativa de la cadena en número de pasos mediante la ecuación:

$$L_p = 2C(\text{tentativa}) + (N_2 + N_1)/2 + (N_2 - N_1)^2 / 4\pi^2 C(\text{tentativa})$$

- 13 Redondear la longitud al número par más próximo al calculado.

- 14 Determinar la distancia entre centros final mediante la ecuación:

$$C = 0.25 \left\{ L - \frac{N_2 + N_1}{2} + \left[\left(L - \frac{N_2 + N_1}{2} \right)^2 - \frac{2(N_2 - N_1)^2}{\pi^2} \right]^{1/2} \right\}$$

EQUIPO IMPULSADO	TIPO DE CARGA		
	ESTABLE	CHOQUE MODERADO	CHOQUE PESADO
AGITADORES Y MEZCLADORES (LIQUIDOS + SOLIDOS)		X	
AGTADORES Y MEZCLADORES (LIQUIDOS DENSIDAD VAR.)		X	
AGITADORES Y MEZCLADORES (LIQUIDOS Y SEMI-LIQUIDOS)	X		
ALTERNADORES Y GENERADORES CARGA ESTABLE	X		
ALTERNADORES Y GENERADORES PARA SOLDADURA			X
BOMBAS CENTRIFIGAS Y ROTATORIAS			
COMPRESORES CENTRIFUGOS	X		
COMPRESORES DE ROTOR CON LOBULOS.		X	
COMPRESORES RECIPROCANTES 1 O 2 CILINDROS			X
COMPRESORES RECIPROCANTES 3 O MAS CILINDROS		X	
DRAGADORAS		X	
EJES DE LINEA CARGA REGULAR		X	
EJES DE LINEA CARGA UNIFORME	X		
EXCAVADORAS			X
GRUAS Y POLIPASTOS		X	
MAQUINA PARA LADRILLOS			X
MAQUINARIA PARA LAVANDERIA		X	
MAQUINARIA PARA MADERA		X	
MAQUINARIA PARA PAPEL		X	
MAQUINAS HERRAMIENTAS		X	
MEZCLADORAS DE CEMENTO		X	
MOLINOS DE MARTILLO			X
MOLINOS LAMINADORES			X
PRENSAS			X
SECADORAS		X	
TRANSPORTADORES Y ELEVADORES RECIPROCANTES			X
TRANSPORTADORES Y ELEVADORES ALIM NO-UNIFORME		X	
TRANSPORTADORES Y ELEVADORES ALIM UNIFORME	X		
TRITURADORAS			X
VENTILADORES Y EXTRACTORES			
CENT TIRO INDUCUDO,VENT DE IMPELENTE PEQUEÑO	X		
CENT TIRO FORZADO,VENT DE IMPELENTE GRANDE		X	
CENT. TIRO FORZADO DE PALETAS		X	
DESPLAZAMIENTO POSITIVO			X

Tabla 5.3 Clasificación de servicio para cadenas de rodillos.

CLASIFICACION DE SERVICIO	EQUIPO MOTRIZ		
	Motor combustión interna Transmisión Hidráulica	Motor Eléctrico o Turbina	Motor combustión interna Transmisión Mecánica
Carga estable	1	1	1.2
Carga choque moderado	1.2	1.3	1.4
Carga choque pesado	1.3	1.5	1.7

Compensar añadiendo 0.2 al Factor de Servicio en cualquiera de los siguientes casos:

1. Ejes múltiples. Añadir 0.2 por cada eje.
2. Relaciones de velocidades mayores de 7.0
3. Cargas pesadas con arranques y paros constantes.
4. Condiciones de altas temperaturas, condiciones abrasivas inusuales o circunstancias que reduzcan la lubricación o que no permitan los procedimientos recomendados de lubricación.

Tabla 5.4 Factores de servicio para cadenas de rodillos.

NUMERO DE TRAMOS	FACTOR DE CADENA MULTIPLE
1	1
2	1.7
3	2.5
4	3.3
5	3.9
6	4.6

Tabla 5.5 Factor de cadena múltiple para cadenas de rodillos.

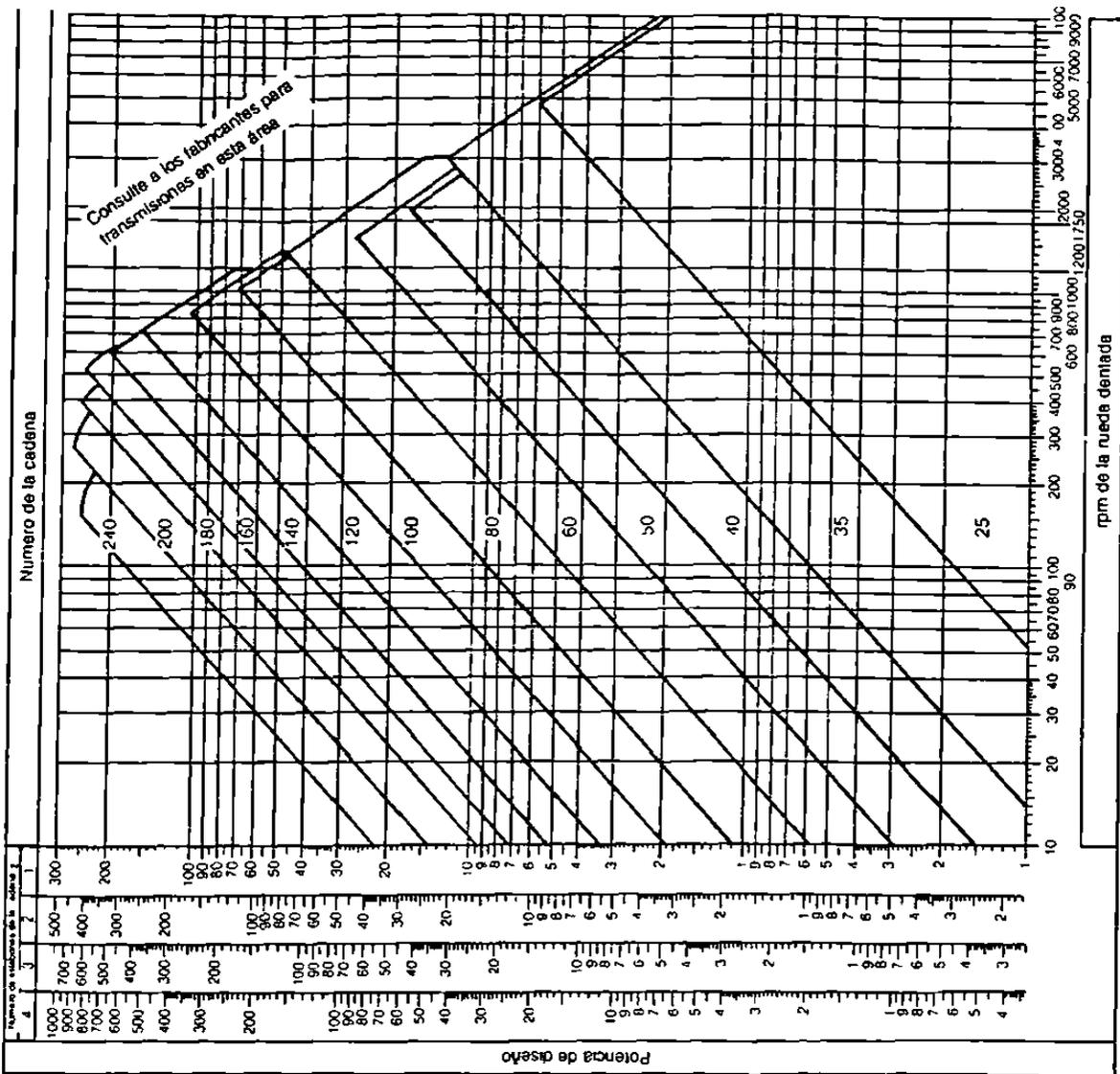


Fig. 5.6(a) Gráfica para la selección de cadenas de rodillos americanas.

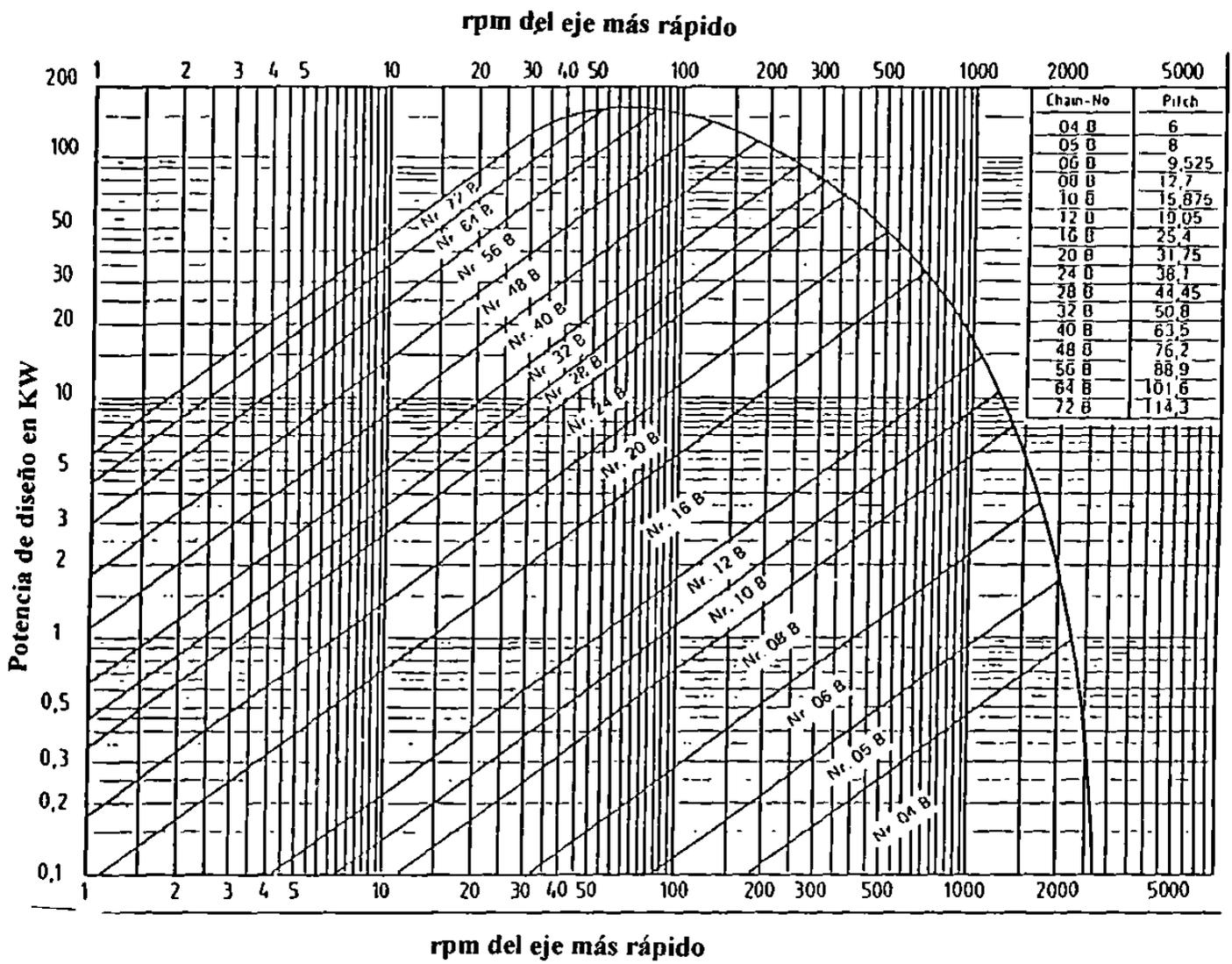


Fig. 5.6 (b) Gráfica para la selección de cadenas de rodillos europeas.

Numero de dientes	No.25		No.35		No.40		No.41		No.50		No.60		No.80	
	Máximo diámetro interior		Máximo diámetro interior		Máximo diámetro interior		Máximo diámetro interior		Máximo diámetro interior		Máximo diámetro interior		Máximo diámetro interior	
	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.
11	7.9	5/16	15.1	19/32	19.8	25/32	22.2	7/8	24.6	31/32	31.8	1 1/4	41.3	1 5/8
12	9.5	3/8	15.9	5/8	22.2	7/8	24.6	31/32	29.4	1 5/32	32.5	1 9/32	45.2	1 25/32
13	11.1	7/16	19.1	3/4	25.4	1	28.6	1 1/8	32.5	1 9/32	38.1	1 1/2	50.8	2
14	14.3	9/16	21.4	27/32	29.4	1 5/32	31.8	1 1/4	33.3	1 5/16	44.5	1 3/4	57.9	2 9/32
15	14.3	9/16	22.2	7/8	31.8	1 1/4	33.3	1 5/16	38.9	1 17/32	45.2	1 25/32	71.4	2 13/16
16	14.3	9/16	24.6	31/32	32.5	1 9/32	36.5	1 7/16	42.9	1 11/16	50.0	1 31/32	69.1	2 23/32
17	15.9	5/8	27.8	1 3/32	34.9	1 3/8	39.7	1 9/16	45.2	1 25/32	56.4	2 7/32	71.4	2 13/16
18	19.1	3/4	31.0	1 7/32	38.9	1 17/32	42.9	1 11/16	47.6	1 7/8	57.9	2 9/32	79.4	3 1/8
19	20.6	13/16	31.8	1 1/4	42.9	1 11/16	48.0	1 13/16	52.4	2 1/16	61.9	2 7/16	84.1	3 5/16
20	22.2	7/8	32.5	1 9/32	45.2	1 25/32	47.6	1 7/8	57.2	2 1/4	68.3	2 11/16	88.9	3 1/2
21	22.2	7/8	33.3	1 5/16	45.2	1 25/32	52.4	2 1/16	57.9	2 9/32	71.4	2 13/16	95.3	3 3/4
22	23.8	15/16	36.5	1 7/16	49.2	1 15/16	55.6	2 3/16	61.9	2 7/16	74.6	2 15/16	98.4	3 7/8
23	25.4	1	39.7	1 9/16	53.2	2 3/32	57.2	2 1/4	66.7	2 5/8	79.4	3 1/8	106.4	4 3/16
24	27.0	1 1/16	42.9	1 11/16	57.2	2 1/4	57.2	2 1/4	71.4	2 13/16	82.6	3 1/4	115.9	4 9/16
25	30.2	1 3/16	44.5	1 3/4	57.9	2 9/32	58.7	2 5/16	72.2	2 27/32	85.7	3 3/8	119.1	4 11/16

Numero de dientes	No.100		No.120		No.140		No.160		No.180		No.200		No.240	
	Máximo diámetro interior		Máximo diámetro interior		Máximo diámetro interior		Máximo diámetro interior		Máximo diámetro interior		Máximo diámetro interior		Máximo diámetro interior	
	mm	pulg.												
11	50.0	1 31/32	58.7	2 5/16	71.4	2 13/16	83.3	3 9/32	85.7	3 3/8	100.0	3 15/16	114.3	4 1/2
12	57.9	2 9/32	69.9	2 3/4	82.6	3 1/4	92.1	3 5/8	101.6	4	119.9	4 23/32	139.7	5 1/2
13	64.3	2 17/32	77.8	3 1/16	90.5	3 9/16	103.2	4 1/16	114.3	4 1/2	129.4	5 3/32	158.8	6 1/4
14	68.3	2 11/16	84.1	3 5/16	98.4	3 7/8	119.1	4 11/16	136.5	5 3/8	145.3	5 23/32	200.0	7 7/8
15	78.6	3 3/32	95.3	3 3/4	112.7	4 7/16	123.8	4 7/8	149.2	5 7/8	158.8	6 1/4	223.8	8 13/16
16	83.3	3 9/32	101.6	4	119.1	4 11/16	139.7	5 1/2	158.8	6 1/4	177.8	7	246.1	9 11/16
17	92.9	3 21/32	113.5	4 15/32	128.6	5 1/16	144.5	5 11/16	169.9	6 11/16	188.9	7 7/16		
18	96.0	3 25/32	118.3	4 21/32	142.9	5 5/8	158.8	6 1/4	187.3	7 3/8	206.4	8 1/8		
19	106.4	4 3/16	125.4	4 15/16	144.5	5 11/16	174.6	6 7/8	196.9	7 3/4	228.6	9		
20	116.7	4 19/32	138.1	5 7/16	158.8	6 1/4	177.8	7	209.6	8 1/4	247.7	9 3/4		
21	119.1	4 11/16	144.5	5 11/16	173.0	6 13/16	196.9	7 3/4	236.5	9 5/16	254.0	10		
22	123.8	4 7/8	149.2	5 7/8	184.2	7 1/4	212.7	8 3/8			276.2	10 7/8		
23	134.9	5 5/16	161.9	6 3/8	188.9	7 7/16	228.6	9			295.3	11 5/8		
24	144.5	5 11/16	173.0	6 13/16	203.2	8	244.5	9 5/8			330.2	13		
25	145.3	5 23/32	184.2	7 1/4	217.5	8 9/16	260.4	10 1/4			342.9	13 1/2		

Tabla 5.6 Máximos diámetros interiores en catarinas

5.3.6 Programa para el diseño de una transmisión mediante cadenas de rodillos.

```

10 PRINT "PROGRAMA PARA CADENAS "
20 PRINT "DE RODILLOS"
30 PRINT "DATOS DE LOS EQUIPOS"
40 PRINT

50 PRINT "LOS DATOS INICIALES REQUERIDOS SON"
60 PRINT "EQUIPO MOTRIZ"
70 PRINT "INPUT EQUIPO MOTRIZ =",EM
80 PRINT "EQUIPO IMPULSADO"
90 PRINT "INPUT EQUIPO IMPULSADO =", EI
100 PRINT "POTENCIA TRANSMITIDA"
110 PRINT "INPUT POTENCIA TRANSMITIDA =", P
120 PRINT "VELOCIDAD DEL EQUIPO MOTRIZ"
130 PRINT "INPUT VELOCIDAD DEL EQUIPO MOTRIZ=",N1
140 PRINT "VELOCIDAD DEL EQUIPO IMPULSADO"
150 PRINT "INPUT VELOCIDAD DEL EQUIPOIMPUL=",N2
160 PRINT "SERVICIO"

170 PRINT "INPUT SERVICIO=",S
180 PRINT "DISTANCIA ENTRE CENTROS TENTATIVA"
190 PRINT "INPUT:DISTANCIA ENTRE CENTROS TENT=",CT
200 PRINT "TOLERANCIA ENTRE CENTROS DESEADA"
210 PRINT "INPUT.TOLERANCIA ENTRE CENTROS=",@
220 PRINT PRINT
230 PRINT "SOLUCION
"
240 PRINT "INPUT:FACTOR DE SERVICIO=",FS
250 PD=P*FS
260 PRINT
270 PRINT "POTENCIA DE DISEÑO =" ; PD
280 PRINT "ESTABLECER LA CANTIDAD DE TRAMOS"
290 PRINT "INPUT.LA CANTIDAD DE TRAMOS ES=",NT
300 PRINT "SELECCIONAR EL NO DE LA CADENA"
310 PRINT "INPUT NO DE LA CADENA=",NC
320 PRINT "SELECCIONAR EL PASO DE LA CADENA"
330 PRINT "EL PASO DE LA CADENA ES =",P
340 PRINT "CANT. DE DIENTES POLEA MOTRIZ"
350 PRINT "INPUT CANT DIENTES DE POLEA MOTRIZ=",N1
360 PRINT "CANT DE DIENTES POLEA IMPULSADA"
370 PRINT "INPUT CANT DIENTES DE POLEA MOTRIZ=",N2
380 RV= N1/N2
390 PRINT "RELACION DE VELOCIDADES DESEADA=",RV
400 PRINT
410 PRINT "IF RELACION DE VELOCIDADES OK,TYPE 1 "
420 PRINT "TYPE 2 TO TRY AGAIN"
430 INPUT R
440 IF THEN 280
    R<=>1
450 PRINT "RELACION DE VELOCIDADES DESEADA OK"

460 PRINT " DISTANCIA ENTRE CENTROS TENTATIVA"
470 PRINT
480 PRINT "INPUT DIST. ENTRE CENTROS TENTATIVA",CT
490 INPUT LT
500 PRINT  $LT=2*CT+(N2+N1)+(Dp-dp)^{2/4}*(3.1416^{2})$ 
510 PRINT
520 PRINT "LONGITUD TENTATIVA=" ,LT
530 PRINT
540 PRINT "LONG. DE CADENA PAR ESTANDAR MAS PROX."
550 PRINT "INPUT LONG REAL DE LA CADENA =",L
560  $Cb= 0.25*(L-(Dp+dp)/2)^{2}+((L-(N2-N1)/2)^{2}-2*(N2-N1)$ 
570  $^{2})^{0.5}$ 
580 PRINT "DISTANCIA ENTRE CENTROS REAL=" ;Cb
590 PRINT "IF (Cb-CT)>@ THEN 280
600 PRINT "POTENCIA ADMISIBLE POR TRAMO DE CADENA"
610 PRINT "INPUT POTENCIA ADM. POR ANCHO DE
CADENA=",Pb

```

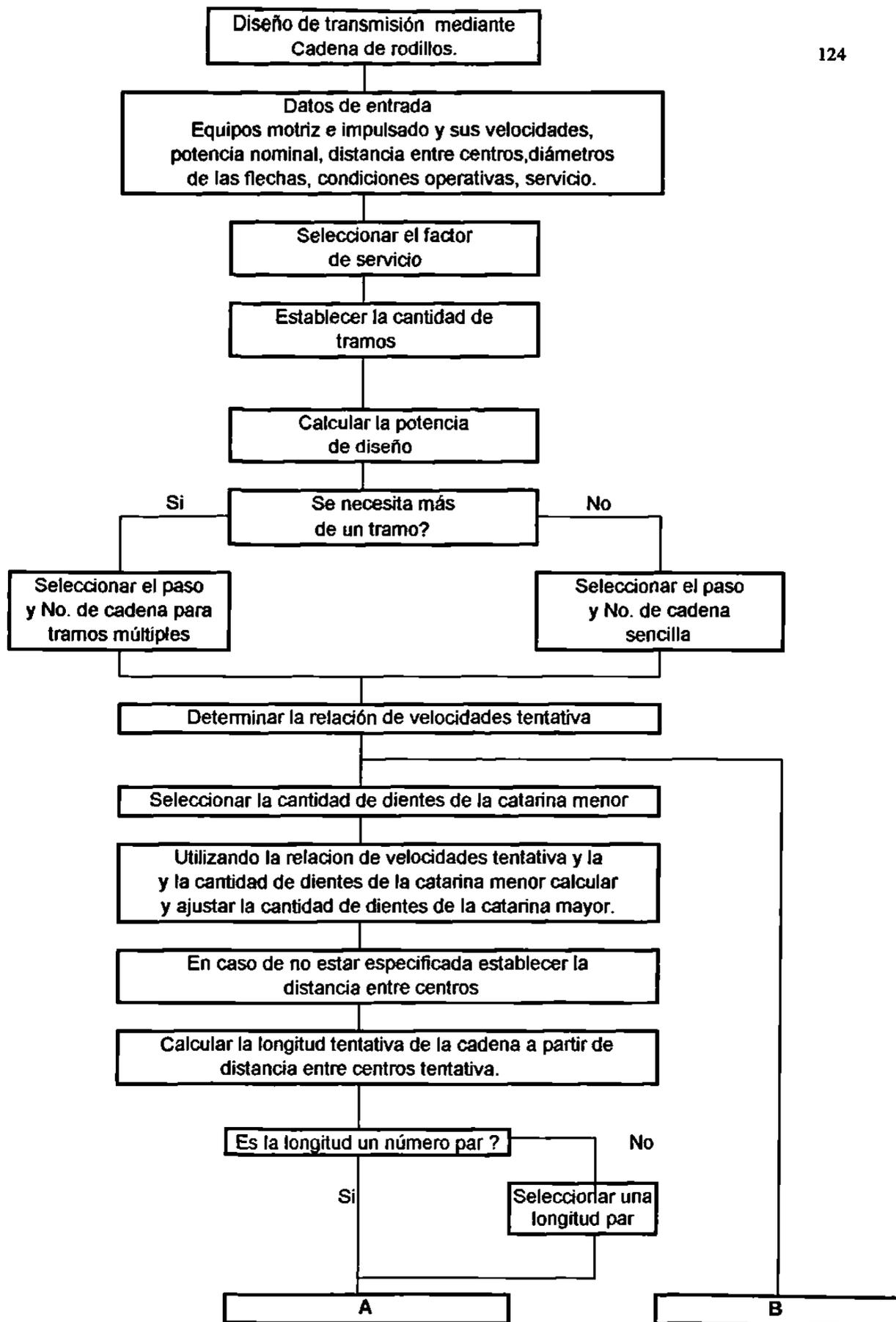


Fig. 5.7(a) Diagrama de flujo para la selección de cadenas de rodillos.

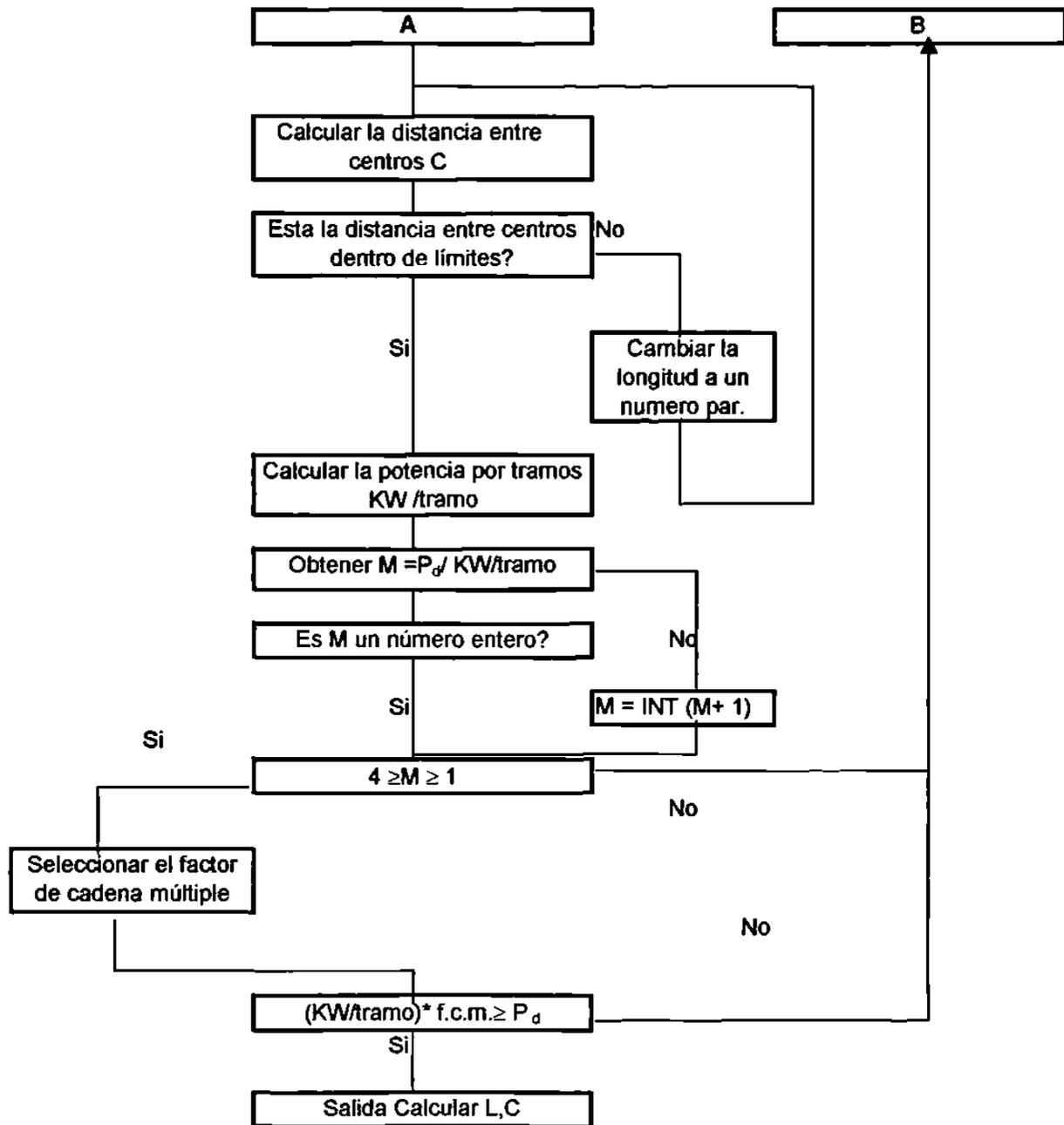


Fig. 5.7(b) Diagrama de flujo para la selección de cadenas de rodillos.

5.3.7 Ejemplo ilustrativo del diseño de una transmisión mediante cadenas de rodillos americanas.

Datos de los equipos:

- Equipo Motriz: Motor eléctrico, 7.5 KW (10 HP), 1750 RPM, diám. de la flecha = 1 5/8"
- Equipo impulsado: Máquina para trabajar madera @ 300 RPM
- Condiciones operativas: Pulsación moderada, buena lubricación
- Servicio: 10 Hrs./día.

Determinar la transmisión mediante cadena de rodillos más adecuada obteniéndola siguiente información:

- Número y paso de la cadena.
- Cantidad de dientes de las catarinas
- Cantidad de tramos de la cadena.
- Distancia entre centros de catarinas.
- Longitud real de la cadena.

Solución:

1. La relación de velocidades tentativa es: $1750 / 300 = 5.833$
2. De las Tablas 5.3 y 5.4 el factor de servicio es: **1.3**
3. La potencia de diseño P_d es: $7.5 \times 1.3 = 9.75 \text{ KW (13 HP)}$
4. De la Fig. 5.6 tomando como base la potencia de diseño y la velocidad en r.p.m. de la catarina menor el No de cadena es la 40 con $p = 12.7 \text{ mm (1/2")}$.
5. Mediante la Tabla 5.6 la cantidad de dientes de la catarina menor es de 19.
6. La potencia por tramo por fatiga y desgaste es:

$$KW_s = 0.746 \times 0.004 \times 19^{1.08} \times 1750^{0.9} \times 0.5^{(3.0 - 0.07 \times 0.5)} = 7.61$$

$$KW_r = 0.746 \times 17 \times 0.5^{0.8} (100 \times 1750 / 10)^{1.5} = 8.24$$
 De las dos potencias por tramo la menor es KW_s
7. La cantidad de tramos tentativa es $9.75 / 7.61 = 1.28 = 2$ tramos.
8. De la Tabla 5.5 $f_{cm} = 1.7$

9 Luego: $KW/\text{tramo} \times 1.7 = 7.61 \times 1.7 = 12.94$

10 Como el valor anterior es mayor a la potencia de diseño, entonces la cadena No. 40-2 $N_1 = 19$ dientes satisface el diseño.

11 Por tanto, $N_2 = 19 \times 5.833 = 110.83 = 111$ dientes, $R_v = 111/19 = 5.84$,
 $n_2 = 1750 / 5.84 = 299.65$ RPM

12 Considerando C tentativa = 40 pasos la longitud tentativa de la cadena en número de pasos es:

$$L_p = 2 \times 40 + (111 + 19)/2 + (111 - 19)^2 / 4\pi^2 \times 40 = 150.35$$

13 Redondeado la longitud al número par más próximo = 150 pasos.

14 La distancia entre centros es:

$$C = 0.25 \left\{ 150 - \frac{110 + 19}{2} + \left[\left(\frac{150 - 111 + 19}{2} \right)^2 - \frac{2(111 - 19)^2}{\pi^2} \right]^{1/2} \right\} = 39.8$$

$$C = 39.8 \times 12.7 = 505.46 \text{ mm (19.9")}$$

5.4 Transmisiones mediante cadenas de dientes invertidos o silenciosas.

5.4.1 Descripción de las cadenas de dientes invertidos.

Las cadenas de dientes invertidos también llamadas *cadena silenciosas* debido a su operación relativamente silenciosa, consisten de una serie de placas de eslabón dentadas que están conectadas con pasadores para permitir articulación. El diente eslabón es por lo común de lados rectos. Los dientes de las cadenas se insertan entre los dientes de las catarinas. Los dientes de las catarinas tienen también los lados rectos, aumentando el ángulo entre los lados del diente con el número de dientes de la catarina. La parte más crítica de la cadena es la conexión con pasadores.

La construcción "Link - Belt" tiene casquillos de superficie endurecida construidos por dos partes que se extienden en toda la anchura de la cadena, con un pasador de superficie endurecida que une los eslabones. La cadena "Morse" tiene una junta constituida por dos balancines (Fig. 5.8), cuando trabaja la junta, estos balancines basculean mutuamente. También hay una transmisión Morse de cadena silenciosa denominada Hy-Vo, en la cual el diente de la catarina tiene un perfil envolvente; esto reduce sustancialmente el efecto de la cuerda, lo que permite alcanzar velocidades muy altas cuando la catarina menor tiene 25 dientes o más (más de 400 mts /min. con un paso de 38.1 mm.)

Debido a su operación más suave las cadenas de dientes invertidos pueden operar a velocidades un poco más altas que las cadenas de rodillos.

Deben tomarse medidas precautorias para evitar que la cadena se deslice fuera de las catarinas. Las Figs. 5.9 y 5.10 muestran diferentes tipos de guías. La Fig. 5.11 muestra una cadena duplex usada para transmisiones tipo "serpentin" donde las catarinas son accionadas por ambos lados de la cadena.

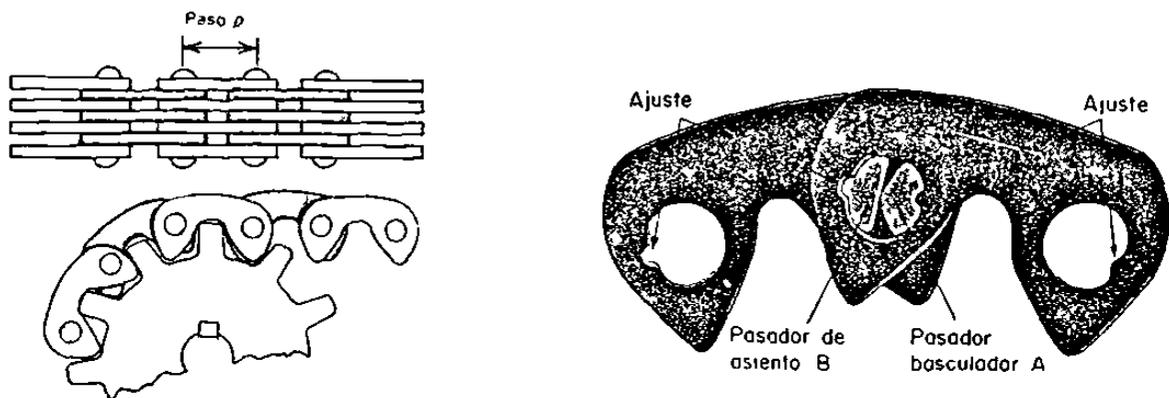


Fig. 5.8 Cadenas de dientes invertidos o silenciosas.

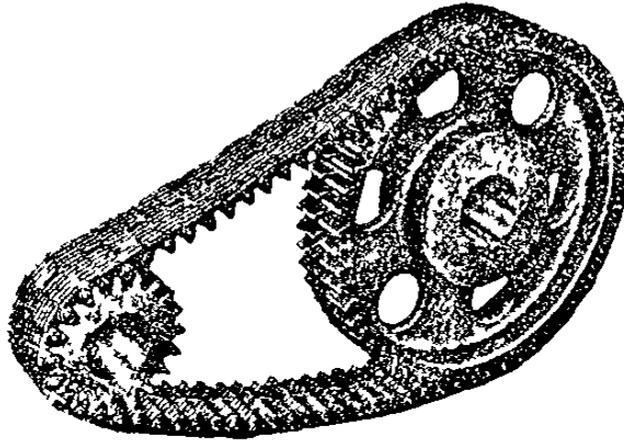


Fig. 5.9 Cadenas de dientes invertidos o silenciosas con guía en el centro.

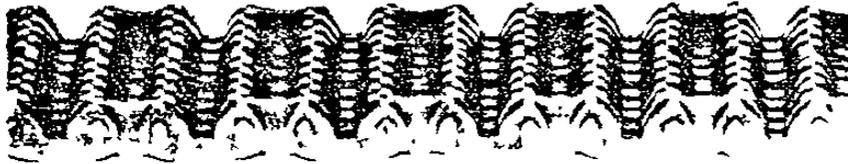


Fig. 5.10 Cadenas de dientes invertidos o silenciosas con guías a los lados.

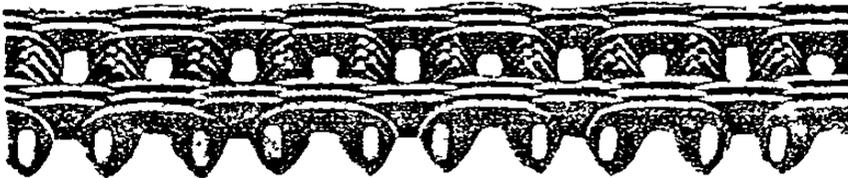


Fig. 5.11 Cadenas de dientes invertidos o silenciosas duplex.

5.4.2 Designación estándar de las cadenas de dientes invertidos.

Las cadenas de dientes invertidos y sus catarinas están estandarizadas en EEUU por el ANSI en la sección B-29.2. El número estándar o designación consiste de dos letras símbolo SC (en ingles significa silent chain), uno o más dígitos numéricos indicando el paso de la cadena en octavos de pulgada y dos o tres dígitos numéricos indicando el ancho de la cadena en cuartos de pulgada. Entonces SC 302 indica una cadena silenciosa de 9 525 mm. (3/8 ") de paso y 12.7 mm. (1/2") de ancho. En la **Tabla 5.7** se muestran los diferentes tamaños comerciales de cadenas de dientes invertidos.

PASO DE LA CADENA 4.76 mm		
(3/16")		
NUMERO DE CADENA	ANCHO NOMINAL	
	mm	PULG.
SC-0305	4.0	5/32
SC-0307	5.6	7/32
SC-0309	7.1	9/32
SC-0311	8.7	11/32
SC-0315	11.9	15/32
SC-0319	15.1	19/32
SC-0325	19.8	25/32
SC-0331	24.6	31/32

PASO DE CADENA 9.525 mm		
(3/8")		
NUMERO DE CADENA	ANCHO NOMINAL	
	mm	PULG.
SC 302	12.7	1/2
SC 303	19.1	3/4
SC 304	25.4	1
SC 305	31.8	1 1/4
SC 306	38.1	1 1/2
SC 308	50.8	2

PASO DE LA CADENA 12.7 mm		
(1/2")		
NUMERO DE CADENA	ANCHO NOMINAL	
	mm	PULG.
SC-403	19.1	0.75
SC-404	25.4	1
SC-405	31.8	1.25
SC-406	38.1	1.5
SC-408	50.8	2
SC-410	63.5	2.5
SC-412	76.2	3
SC-414	88.9	3.5

PASO DE LA CADENA 19 mm		
(3/4")		
NUMERO DE CADENA	ANCHO NOMINAL	
	mm	PULG.
SC 606	38.1	1 1/2
SC 608	50.8	2
SC 610	63.5	2 1/2
SC 612	76.2	3
SC 616	101.6	4
SC 620	127.0	5

PASO DE LA CADENA 25.4 mm		
(1")		
NUMERO DE CADENA	ANCHO NOMINAL	
	mm	PULG.
SC812	76.2	3
SC816	101.6	4
SC820	127.0	5
SC824	152.4	6

Tabla 5.7 Tamaños comerciales de Cadenas de dientes invertidos

5.4.3 Recomendaciones para el diseño de transmisiones con cadenas de dientes invertidos.

Se pueden efectuar diferentes selecciones para una aplicación específica. Consideraciones de vida esperada, espacio, velocidad, costo y factores similares a menudo indican la mejor selección.

Usar las siguientes recomendaciones como una guía cuando se seleccione una transmisión con cadenas de dientes invertidos.

1. Usar una cantidad impar de dientes en la catarina menor. La mínima recomendada es 17 dientes, pero es una buena práctica usar lo siguiente:
 - Transmisiones normales..... 21 dientes o más.
 - Transmisiones con alta velocidad.....25 dientes o más.
 - Transmisiones con velocidad creciente.....23 dientes o más.

Usar catarinas de diámetros relativamente grandes para transmisiones con relaciones de velocidad 1:1 y 2:1. Esto asegura la distancia entre los dos claros de la cadena y los previene de golpeteo o martilleo.

Cuando hay limitaciones de diámetro de la catarina mayor, puede ser necesario usar un paso de cadena menor con una anchura mayor para tener un suficiente número de dientes en la catarina menor.

2. No usar transmisiones con relaciones de velocidades mayores de 12:1. Sin embargo, cuando se requiera una transmisión mayor a esta relación usar doble reducción de velocidad.
3. La distancia entre centros de las catarinas debe ser más de un $\frac{1}{2}$ de la suma de los diámetros exteriores de las catarinas para evitar interferencia en los dientes.

Para relaciones de velocidades 2:1 o mayores, la distancia entre centros debe ser igual al diámetro de paso de la catarina mayor más un $\frac{1}{2}$ del diámetro de paso de la catarina menor.

4. El ángulo de contacto en la catarina menor debe ser igual o mayor a 120° .
5. La longitud de la cadena debe ser de un número par de pasos para eliminar la necesidad de un acoplamiento especial.

5.4.4 Diseño de transmisiones con cadenas de dientes invertidos.

La siguiente información es necesaria para la selección de una transmisión con cadena de dientes invertidos:

- Fuente de potencia.
- Potencia a transmitir.
- Equipo impulsado.
- Tamaño y velocidad de la flecha motriz.
- Tamaño y velocidad de la flecha impulsada.
- Distancia aproximada entre centros de flechas.
- Posición relativa de las flechas.
- Horas de operación diarias.
- Limitaciones de espacio.

Cuando se disponga de esta información, proceder a la selección de la manera siguiente:

1. Establecer el factor de servicio mediante la **Tabla 5.8** tomando como base el equipo impulsado, la fuente motriz, y las horas de operación por día. Si el equipo impulsado no aparece en la lista, usar un factor de servicio para un equipo con características similares de operación.
2. Calcular la potencia de diseño mediante la ecuación:

$$P_d = P(\text{nominal}) \times \text{Factor de servicio}$$
3. Seleccionar de la **Tabla 5.9** un grupo de alternativas de pasos de la cadena basado en la velocidad de la catarina más veloz.
4. Seleccionar la cadena y la cantidad de dientes de la catarina menor (N_1) más apropiadas. Como se puede notar el rango de potencia esta en KW por cada 25 mm (1") de ancho de la cadena.
5. Determinar el ancho de la cadena dividiendo la potencia de diseño P_d entre el valor de potencia obtenido en el paso 4. Usar el próximo valor superior disponible de ancho de cadena.
6. Determinar la relación de velocidades tentativa (R_v) dividiendo la velocidad de la catarina menor (n_1) entre la velocidad de la catarina mayor (n_2).
7. Determinar la cantidad de dientes de la catarina mayor (N_2) multiplicando la relación de velocidades tentativa por la cantidad de dientes de la catarina menor (N_1).

8. Determinar la distancia entre centros tentativa tomando como base que:

$$C(\text{tentativa}) \geq (D + d)/2 \quad \text{para } r_v < 2$$

$$C(\text{tentativa}) = D_p + d_p/2 \quad \text{para } r_v \geq 2$$

Donde : **D** es el diámetro exterior de la catarina mayor.
d es el diámetro exterior de la catarina menor.
D_p es el diámetro de paso de la catarina mayor.
d_p es el diámetro de paso de la catarina menor.
R_v es la relación de velocidades.

9. Determinar la longitud tentativa de la cadena en número de pasos mediante la ecuación:

$$L_p = 2C(\text{tentativa}) + (N_2 + N_1)/2 + (N_2 - N_1)^2 / 4\pi^2 C(\text{tentativa})$$

Donde:

N₂= Cantidad de dientes de la catarina mayor.

N₁= Cantidad de dientes de la catarina menor.

10. Redondear la longitud al número par más próximo al calculado.

11. Determinar la distancia entre centros final mediante la ecuación:

$$C = 0.25 \left\{ L - \frac{N_2 + N_1}{2} + \left[\left(L - \frac{N_2 + N_1}{2} \right)^2 - \frac{2(N_2 - N_1)^2}{\pi^2} \right]^{1/2} \right\}$$

EQUIPO MOTRIZ	TIPO
Máquina de combustión Interna con Acoplamiento Hidráulico Motor Eléctrico, Turbina, Motor Hidráulico.	A
Máquina de combustión Interna con Acoplamiento Mecánico	B

APLICACIÓN	TIPO DE EQUIPO MOTRIZ	
	A	B
AGITADORES		
Líquidos puros.	1.1	1.3
Líquidos con viscosidad variable.	1.2	1.4
BOMBAS		
Centrifugas, de engranes, de lobulos, de paletas.	1.2	1.4
Dragadoras.	1.6	1.8
En líneas de tuberías	1.4	1.6
Reciprocantes de 3 o más cilindros	1.3	1.5
Reciprocantes de 1 o 2 cilindros	1.6	1.8
CENTRIFUGADORAS	1.4	1.6
COMPRESORES		
Centrifugos y rotatorios	1.1	1.3
Reciprocantes de 1 o 2 cilindros	1.6	1.8
Reciprocantes de 3 o más cilindros	1.3	1.5
DRAGAS		
Transportadores, bombas	1.4	1.6
Separadores, cribas.	1.6	1.8
EQUIPO DE IMPRESIÓN		
Prensas para corte plano, legajos..	1.2	
Maquinaria de linotipo y prensas rotatorias	1.1	
Prensas para periodicos y revistas.	1.5	
EQUIPO PARA CERVECERIAS Y DE DESTILACION		
Maquinaria para embotellado.	1	
Marmitas.	1	
Cocedores	1.2	
EQUIPO PARA CONSTRUCCION	Consultar con el Fabricante	
EQUIPO PARA LA INDUSTRIA DEL CAUCHO Y DEL PLASTICO		
Formadoras de rollos, tubos y llantas.	1.5	
Mezcladoras y laminadoras	1.6	
Estiradoras.	1.5	
EQUIPO PARA LA INDUSTRIA TEXTIL		
Torcedoras, telares	1	
Cordeleros, carretes.	1.1	
EQUIPO PARA LADRILLOS Y BARRO		
Mesas de corte.	1.3	1.5
Taladros, batidoras, prensas para ladrillos, granuladores.	1.4	1.6
Mezcladoras, molinos y rodillos.	1.4	1.6
GENERADORES Y EXCITADORES	1.2	1.4
GRUAS Y POLIPASTOS		
Polipastos carga mediana,	1.2	1.4
Gruas para carga pasada.	1.4	1.6

Tabla 5.8(a) Factor de servicio para selección de cadenas de dientes invertidos.

EQUIPO MOTRIZ	TIPO
Máquina de combustión Interna con Acoplamiento Hidráulico Motor Eléctrico, Turbina, Motor Hidráulico.	A
Máquina de combustión Interna con Acoplamiento Mecánico	B

APLICACIÓN	TIPO DE EQUIPO MOTRIZ	
	A	B
MAQUINARIA PARA LA INDUSTRIA DE PAPEL		
Agitadores, blanqueadores.	1.1	1.3
Descortezadores	1.6	1.8
Batidoras, secadoras.	1.3	1.5
Envolvedoras	1.2	1.4
Tambores enrolladores picadoras.	1.5	1.7
MAQUINARIA PARA LA INDUSTRIA DEL PETROLEO		
Unidades compuestas	1.1	1.3
Bombas en línea	1.4	1.6
Bombas de lodos.	1.5	1.7
Bombas extracción.	1.8	2
Enfriadoras, prensas Filtros de parafinas.	1.5	1.7
MAQUINARIA PARA PANADERIAS		
MAQUINAS HERRAMIENTAS		
Esmeriles, tomos, taladros	1.0	
Perforadoras, fresadoras.	1.1	
MEZCLADORES		
Concreto.	1.6	1.8
Líquidos y semi-líquidos.	1.1	1.3
MOLINOS DE GRANOS		
Purificadores, separadores,	1.1	1.3
Molinos de martillo,	1.2	1.4
Molinos de rodillos.	1.3	1.5
MOLINOS PARA LA INDUSTRIA DEL ACERO		
Rotatorios: rodillos, tubos, barras.	1.5	1.7
Secadores, hornos rotatorios	1.6	1.8
Mesas transportadoras.	1.5	1.7
TRANSPORTADORES		
Elevadores de carga.	1.4	1.6
Transportadores de banda (carbón, arena,)	1.2	1.4
Carga ligera,	1	1.2
Tornillo carga pesada.	1.6	1.8
TRITURADORAS		
	1.6	1.8
VENTILADORES Y SOPLADORES		
Centrífugos, paletas, propela.	1.3	1.5
Desplazamiento positivo (lobulos).	1.5	1.7
VIBRADORES		
Cónicos y de tambor	1.2	1.4
Agitadores.	1.5	1.7

Tabla 5.8(b) Factor de servicio para selección de cadenas de dientes invertidos.

		POTENCIA EN KW/25mm DE ANCHO														
Paso 9.5 mm (3/8")		300	600	1200	1800	2400	3000	3600	4200	4800	5400	6000	6600	7200	7800	8400
RPM	No Dientes															
19	18	2.4	7.2	10.4	14.2	17.2	20.1	23.1	25.4	27.6	29.1	30.6	31.3	32.1	31.3	31.3
21	20	2.7	8.2	11.9	15.7	18.7	21.6	24.6	26.9	29.1	30.6	31.3	32.1	31.3	29.8	
23	22	2.9	9.0	12.7	16.4	20.1	23.9	26.1	29.1	29.1	31.3	32.1	31.3	29.8		
25	2.4	3.2	9.7	14.2	17.9	21.6	25.4	27.6	29.8	29.1	32.1	31.3	29.8			
27	2.5	3.4	10.4	14.9	19.4	23.1	26.9	29.1	30.6	29.1	31.3	29.8				
29	2.8	3.7	11.2	15.7	20.9	24.6	27.6	28.9	31.3	29.1	30.6	27.6				
31	3.0	4.0	11.9	17.2	21.6	26.1	29.1	30.6	32.1	29.1	28.3					
33	3.1	4.2	11.9	17.9	23.1	26.9	29.8	31.3	31.3	29.8						
35	3.4	4.5	12.7	18.7	23.9	27.6	30.6	32.1	31.3	28.3						
37	3.5	4.7	13.4	20.1	24.6	29.1	31.3	31.3	29.8							
39	3.7	5.0	14.2	20.9	26.1	30.6	31.3	31.3	28.3							
41	3.9	5.2	14.9	21.6	26.9	30.6	32.1	30.6								
43	4.1	5.5	15.7	22.4	27.6	30.6	31.3	29.8								

		POTENCIA EN KW/25mm DE ANCHO														
Paso 12.7 mm (1/2")		300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	3600	4200	4800	5400	6000
RPM	No Dientes															
19	4.0	8.2	11.9	15.7	20.1	27.6	27.6	27.6	34.3	37.3	43.3	48.5	53	57.6	58.2	
21	4.5	9.0	13.4	17.9	21.6	29.8	29.8	45	37.3	41	47	52.2	56	58.2	58.9	
23	4.9	9.7	14.2	19.4	23.9	32.1	32.1	49	40.3	44	50	54.5	58.2	58.9	58.2	
25	5.3	10.4	15.7	20.9	25.4	35.1	35.1	52	43.3	47	53	56.7	58.9	58.9		
27	5.7	11.2	17.2	22.4	27.6	37.3	37.3	56	45.5	49.2	55.2	58.2	58.9			
29	6.1	11.9	17.9	23.9	29.8	39.5	39.5	59	48.5	51.5	56.7	58.9	58.9			
31	6.6	12.7	19.4	25.4	31.3	41.8	41.8	62	50.7	57.3	58.2	58.9				
33	7.0	14.2	20.9	26.9	32.8	44.0	44	65	52.2	55.2	58.9	58.2				
35	7.4	14.9	21.6	28.3	35.1	46.3	46.6	68	54.5	56.7	58.9					
37	7.5	15.7	23.1	29.8	36.6	47.7	47.7	70	56.0	58.2	58.9					
39	8.2	16.4	23.9	31.3	38.0	50.0	50	72	56.7	58.9	58.2					
41	9.0	17.2	25.4	32.8	40.3	51.5	51.5	74	58.2	58.9						
43	9.0	17.9	26.1	34.3	41.8	53.0	53	76	58.9	58.9						

		POTENCIA EN KW/25mm DE ANCHO														
Paso 19 mm (3/4")		200	400	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	3300	3600	3900	4200
RPM	No Dientes															
19	5	9.7	14.9	22.4	29.1	35.8	41.8	47.7	53	57.4	61.2	63.4	65.6	66.4	66.4	66.4
21	5.5	11.2	16.4	24.6	32.1	38.8	45.5	51.5	56.7	60.4	64.2	65.6	66.4	66.4	66.4	64.2
23	6	11.9	17.9	26.9	34.3	42.5	49.2	55.2	59.7	63.4	65.6	66.4	65.6	63.4		
25	6.6	13.4	19.4	28.3	37.3	45.5	52.2	58.2	62.7	65.6	66.4	65.6	61.2			
27	7.1	14.2	20.9	30.6	40.3	48.5	55.2	60.4	64.9	66.4	66.4	63.4				
29	7.5	14.9	22.4	32.8	42.5	50.7	58.2	62.7	65.6	66.4	64.2	59.7				
31	8.2	16.4	23.9	35.1	44.8	57.3	60.4	64.9	66.4	65.6	61.2					
33	9	17.2	25.4	37.3	47	56.0	61.9	65.6	66.4	63.4						
35	9	17.9	26.9	38.8	49.2	58.2	64.2	66.4	65.6	60.4						
37	9.7	19.4	28.3	41.0	51.5	59.7	64.9	66.4	63.4							
39	10	20.1	29.8	42.5	53.7	61.9	66.4	66.4	61.2							
41	10	20.9	31.3	44.8	56	63.4	0	64.9								
43	11	22.4	32.8	46.3	57.4	64.2	66.4	62.7								

		POTENCIA EN KW/25mm DE ANCHO														
Paso 25.4 mm (1")		200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000
RPM	No Dientes															
19	8.2	15.7	23.1	30.6	38.0	37.3	50.7	56	61.2	65.6	64.9	71.6	73.9	74.6	73.9	
21	9.0	17.9	25.4	33.6	41.0	48.5	55.2	60.4	65.6	64.9	72.4	73.9	73.9	73.1	70.9	
23	9.7	19.4	27.6	36.6	44.8	52.2	58.9	64.2	68.6	72.4	73.9	73.9	73.1	69.4	62.4	
25	10.4	20.9	30.6	39.5	47.7	56	61.9	67.9	71.6	73.9	73.9	72.4	69.4	63.4		
27	11.2	22.4	32.8	42.5	51.5	58.9	65.6	70.1	73.1	74.6	73.1	69.4	62.7			
29	11.9	23.9	35.1	44.8	54.5	61.9	67.9	72.4	73.9	73.9	70.1	63.4				
37	15.7	29.8	43.4	55.2	64.9	70.9	73.9	73.1	67.1							
39	16.4	31.3	45.5	57.4	66.4	72.4	73.9	70.9	62.7							
43	17.9	34.3	49.2	61.9	70.1	73.9	72.4	64.9								

Tabla 5.9 Rangos de potencia para cadenas de dientes invertidos.

5.4.5 Programa para el diseño de transmisiones con cadenas de dientes invertidos.

```

10 PRINT "PROGRAMA PARA CADENAS "
20 PRINT "DE DIENTES INVERTIDOS"
30 PRINT "DATOS DE LOS EQUIPOS"
40 PRINT

50 PRINT "LOS DATOS INICIALES REQUERIDOS SON:"
60 PRINT "EQUIPO MOTRIZ"
70 PRINT "INPUT EQUIPO MOTRIZ =",EM
80 PRINT "EQUIPO IMPULSADO"
90 PRINT "INPUT EQUIPO IMPULSADO =", EI
100 PRINT "POTENCIA TRANSMITIDA"
110 PRINT "INPUT POTENCIA TRANSMITIDA= ",P
120 PRINT "VELOCIDAD DEL EQUIPO MOTRIZ"
130 PRINT "INPUT VELOCIDAD DEL EQUIPO MOTRIZ=",N1
140 PRINT "VELOCIDAD DEL EQUIPO IMPULSADO"
150 PRINT "INPUT.VELOCIDAD DEL EQUIPOIMPUL=",N2
160 PRINT "SERVICIO"
170 PRINT "INPUT SERVICIO=",S
180 PRINT "DISTANCIA ENTRE CENTROS TENTATIVA"
190 PRINT "INPUT.DISTANCIA ENTRE CENTROS TENT=",CT
200 PRINT "TOLERANCIA ENTRE CENTROS DESEADA"
210 PRINT "INPUT.TOLERANCIA ENTRE CENTROS=",@
220 PRINT PRINT
230 PRINT "SOLUCIO
N"
240 PRINT "INPUT:FACTOR DE SERVICIO=",FS
250 PD=P*FS
260 PRINT
270 PRINT "POTENCIA DE DISEÑO =", PD
280 PRINT "SELECCIONAR EL NO. DE LA CADENA"
290 PRINT "INPUT NO DE LA CADENA=",NC
300 PRINT "SELECCIONAR EL PASO DE LA CADENA"
310 PRINT "EL PASO DE LA CADENA ES ",P
320 PRINT "CANT DE DIENTES POLEA MOTRIZ"
330 PRINT "INPUT CANT DIENTES DE POLEA MOTRIZ=",N1
340 PRINT "CANT DE DIENTES POLEA IMPULSADA"
350 PRINT "INPUT.CANT DIENTES DE POLEA MOTRIZ=",N2
360 RV= N1/N2
370 PRINT "RELACION DE VELOCIDADES DESEADA=",RV
380 PRINT
390 PRINT "IF RELACION DE VELOCIDADES OK,TYPE 1"
400 PRINT "TYPE 2 TO TRY
AGAIN"
410 INPUT R
420 IF R<>1 THEN
280
430 PRINT "RELACION DE VELOCIDADES DESEADA OK"
440 PRINT "POTENCIA ADMISIBLE POR TRAMO DE
CADENA"
450 PRINT "INPUT POT ADM POR ANCHO DE
CADENA=",Pb
460 PRINT "DISTANCIA ENTRE CENTROS TENTATIVA"
470 PRINT
480 PRINT "INPUT DIST. ENTRE CENTROS TENTATIVA",CT
490 INPUT LT
500 PRINT  $LT=2*CT+(N2+N1)+(Dp-dp)^2/4*(3.1416^2)$ 
510 PRINT
520 PRINT "LONGITUD TENTATIVA=",LT
530 PRINT
540 PRINT "LONG DE CADENA PAR ESTANDAR MAS PROX."
550 PRINT "INPUT LONG. REAL DE LA CADENA =",L
560  $Cb=0.25*(L-(Dp+dp)/2*+((L-(N2-N1)/2)^2-2*(N2-N1)$ 
570  $^2)^0.5)$ 
580 PRINT "DISTANCIA ENTRE CENTROS REAL=",Cb
590 PRINT "IF (Cb-CT)>@ THEN 280

```

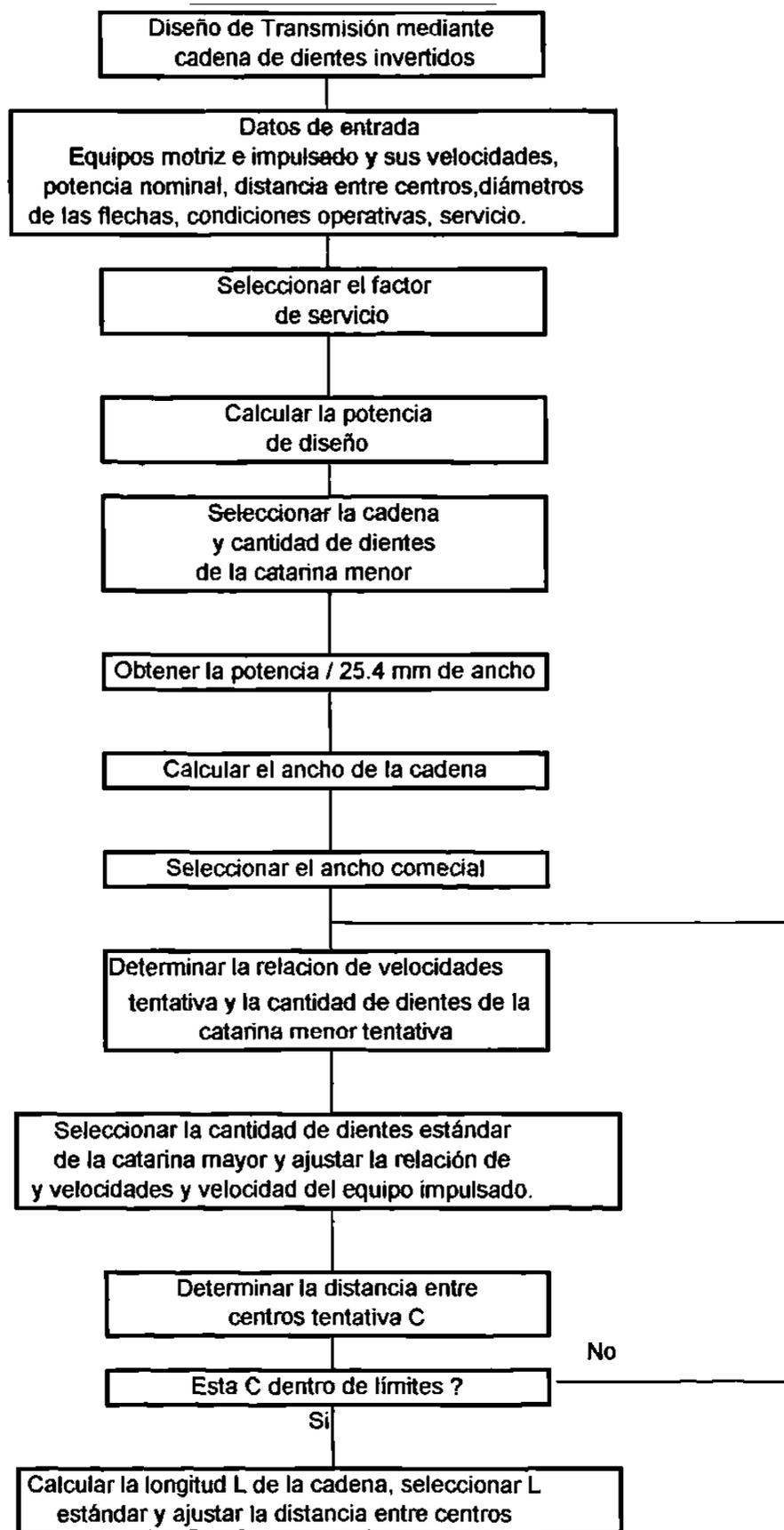


Fig. 5.12 Diagrama de flujo para la selección de cadenas de dientes

5.4.6 Ejemplo ilustrativo del diseño de una transmisión mediante cadenas de dientes invertidos.

Datos de los equipos:

- Equipo motriz: Motor de c.d. de 7.5 KW (10 HP), 1200 RPM.
- Equipo impulsado. Enrollador de papel, 295 a 305 RPM.
- Servicio: continuo.

Determinar la transmisión mediante cadena de dientes invertidos más adecuada obteniendo la siguiente información:

- Paso y ancho de la cadena.
- Cantidad de dientes de las catarinas.
- Longitud de la cadena.
- Distancia entre centros de la cadena.

Solución:

1. De la **Tabla 5.8**, $F S. = 1.2$.
2. $P_d = 7.5 \times 1.2 = 9.0 \text{ KW}$.
3. De la **Tabla 5.9** para una polea de 9.5 mm (3/8") de paso y $N_1 = 23$ dientes, $KW/25.4 \text{ mm} = 8.2$. Para la misma polea pero con $N_1 = 25$ dientes, $KW/25.4 \text{ mm} = 9.0$.
4. La alternativa más óptima es es la de $N_1 = 25$ dientes
5. Ancho de la cadena = $(P_d / KW/25.4 \text{ mm}) \times 25.4 = 25.4 \text{ mm (1")}$.
6. $R_v = 1200/400 = 3$.
7. $N_2 = 25 \times 3 = 75$ dientes.
8. Distancia entre centros tentativa: $C(\text{tent.}) = p(N_2 + N_1/2) / \pi = 9.5(75 + 12.5) / \pi$
 $= 264.59$ pasos.
 $= 264$ pasos.
9. La longitud tentativa de la cadena es:
 $L_p = 2 \times 264 + (75 + 25) / 2 + (75 - 25)^2 / 4\pi^2 \times 264 = 578.24$ pasos.

10 $L_p = 578$ pasos.

11.
$$C = 0.25 \left\{ 578 - \frac{75 + 25}{2} + \left[\left(578 - \frac{75 + 25}{2} \right)^2 - \frac{2(75 - 25)^2}{\pi^2} \right]^{1/2} \right\}$$

$C = 263.88$ pasos

$C = 263.88$ pasos $\times 9.25$ mm/paso = 2441 mm.

CAPITULO # 6

TRANSMISIONES MEDIANTE CABLES

Los cables se clasifican por el material del cual están constituidos:

- Cables de Cáñamo
- Cables de Algodón
- Cables Metálicos.

Debido a que son los más utilizados en la industria en esta tesis ampliaré solo el uso de los cables metálicos.

Cuando la fuente de potencia (equipo motriz) y la carga (equipo impulsado) se encuentran ubicados muy distantes entre sí como en malacates, elevadores y teleféricos o bien cuando las cargas son muy grandes, se sugiere el uso de cables metálicos.

El diseño y las decisiones respecto al uso en relación con los cables metálicos son responsabilidad de los usuarios pero, por lo general, los fabricantes auxilian a éstos a realizar selecciones apropiadas.

En esta tesis se presentará información basada en el Committee of Wire Rope Producers, *Wire Rope User's Manual*, 2ª. Ed., 1981.

Los cables metálicos se fabrican con alambres de acero estirado en frío que se enrollan primero en *torones* o *cordones*; luego se enrollan los cordones en *hélices* alrededor de un elemento o *núcleo central* que puede estar hecho de fibra, algodón, asbesto, plástico de polivinilo, un cable independiente, un cable múltiple o un resorte de alambre enrollado. El núcleo suministra apoyo para los torones bajo flexión y cargas normales.

Los cables pueden fabricarse con dos tipos de torcidos o torzales como se muestran en la **Fig. 6.1**. El torcido normal o regular, que es el de uso común, tiene los alambres torcidos en un sentido para formar los torones o cordones y estos a su vez se tuercen en sentido contrario para formar el cable. En el cable terminado todos los alambres quedan aparentemente paralelos al eje del cable. Los cables de torzal regular no se retuercen y son fáciles de manejar.



(a) Torcido normal. Estos torones están retorcidos a la derecha, los alambres están retorcidos a la izquierda.



(b) Torcido Lang Los alambres y los torones están retorcidos a la derecha

Fig. 6.1 Tipo de torcidos en cables metálicos.

Los cables con **torzal Lang** tienen los alambres de cada torón y los torones que forman el cable, torcidos en el mismo sentido y, por tanto los alambres, se ven exteriormente en dirección diagonal según el eje del cable. Este tipo de cables es más resistente al desgaste por abrasión y a la falla por fatiga que el de torzal normal, pero tienen más tendencias a formar cocas o a destorsarse.

6.1 Designaciones estándar para cables metálicos.

La clasificación de los cables metálicos se hace al dar el número de torones secundarios en un torón principal (si lo hay) y el número nominal de alambres por torón. Por ejemplo al mencionar un cable de 6×7 se entiende que se trata de uno con 6 torones con 7 alambres nominales por torón (en este caso no se trata de torones secundarios, por lo cual no se tiene un número en medio). Un valor nominal de 7 puede significar desde 3 a 14, de los cuales no más de 9 son alambres exteriores.

Las clasificaciones que se emplean más son: 6×7 , 6×19 , 6×37 , 6×61 , 6×91 , 6×127 , 8×19 , 18×7 y 19×7 . Algunas construcciones especiales son 3×7 (cable guarda camino); 3×19 (trailla cargadora), 6×12 (cable de labor); 6×24 y 6×30 (cables de remolque); 6×42 y $6 \times 6 \times 7$ (cable extra flexible); $6 \times 3 \times 19$ (torcido elástico); 5×19 y 6×19 (forrado de merlín); $6 \times 25B$, $6 \times 27H$ y $6 \times 30G$ (torones aplanados).

La descripción completa también incluye la longitud el tamaño (diámetro), el tipo de torzal, grado del cable y el núcleo. El diámetro de un cable es el del círculo que lo que lo contiene.

En la figura 6.2 se muestran las secciones transversales de algunos de los cables metálicos de uso común. En la fig. 6.3 se muestran cables resistentes a la rotación y, en la 8.4, algunas construcciones para fines especiales.

Las designaciones más comunes para los núcleos son: núcleo de **fibra (FC, fiber core)**, **cable metálico independiente (IWRC, independent wire rope core)** y **núcleo de torón metálico (WSC, wire-strand core)**.

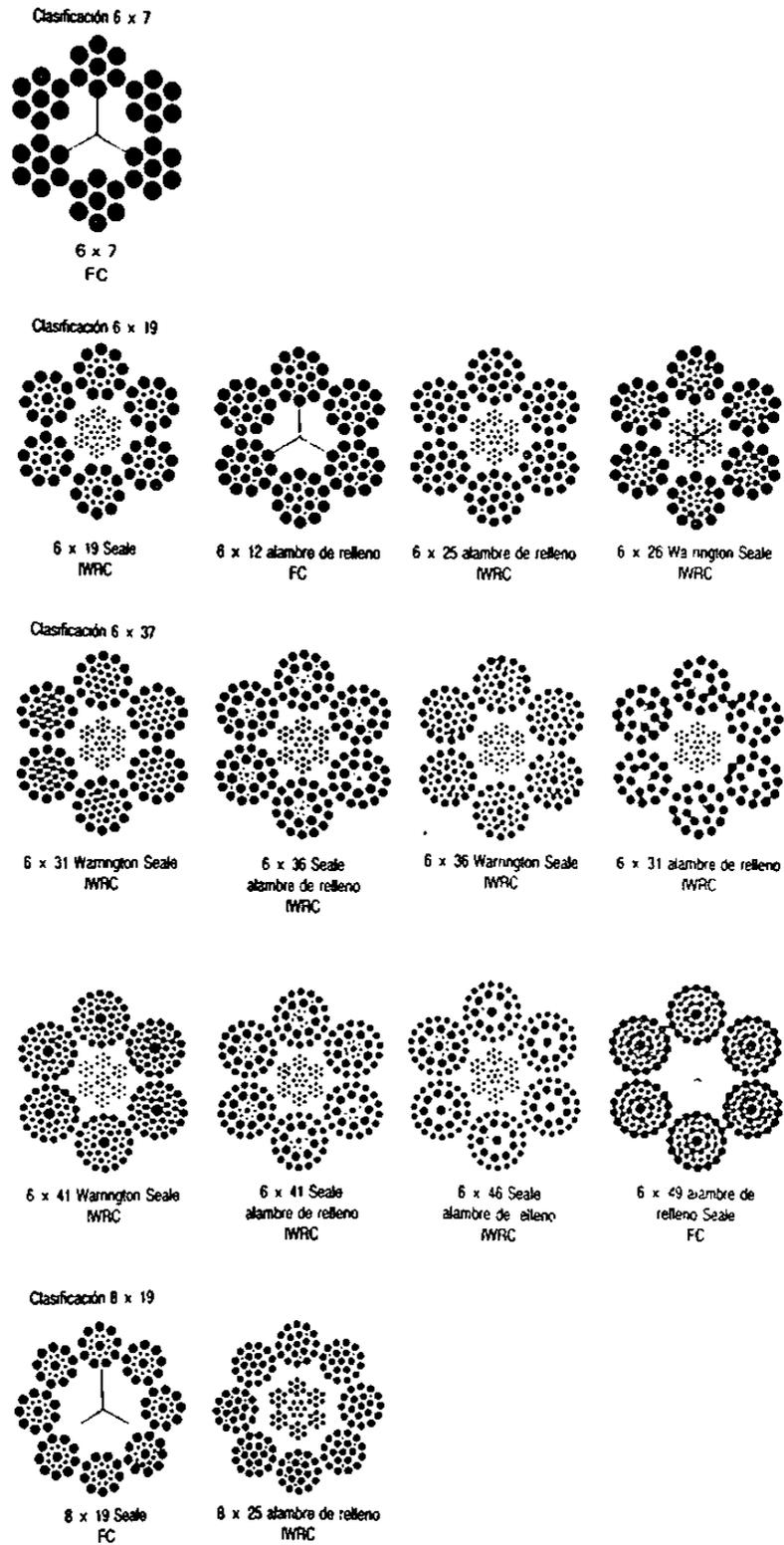


Fig. 6.2 Secciones transversales de cables metálicos más comúnmente usadas.

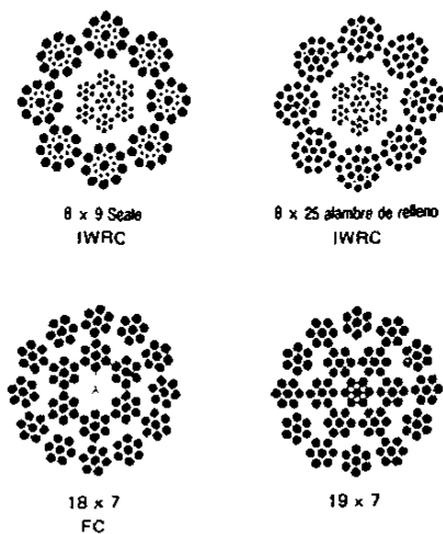


Fig. 6.3 Secciones transversales de algunos cables metálicos resistentes a la rotación.

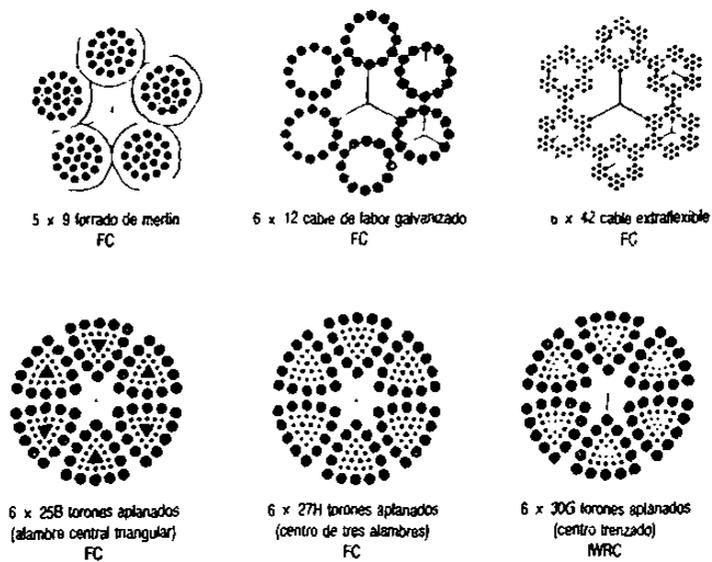


Fig. 6.4 Secciones transversales de algunas construcciones especiales de cables Metálicos.

6.2 Materiales y resistencias de los cables metálicos.

Los núcleos de fibra lubricada pueden proveer lubricación al alambre, pero no agregan resistencia real y no pueden emplearse en ambientes a altas temperaturas. Los núcleos de torón metálico o de cable metálico aumentan de un 7 a un 10 % la resistencia, pero en condiciones de uso no estacionario tienden a desgastarse debido a la fricción en la interfaces con los torones exteriores. Puede obtenerse gran flexibilidad si se usan cables metálicos como torones. Bajo pedido algunos fabricantes aplican revestimientos para obtener resistencia a la abrasión, corrosión y pérdida de lubricante. Estos materiales son teflon, nylon, vinilo etc.

Los materiales de los cables y sus resistencias se indican en grados; **acero de tracción (TS, traction steel)**, **acero dulce para arados (MPS, mildplow steel)**, **acero para arados (PS, plow steel)**, **acero mejorado para arados (IPS, improved plow steel)** y **acero mejorado para arados de calidad extra (EIP, extra improved plow)**.

La curva de resistencia del acero para arados constituye la base para calcular la resistencia de todos los alambres de acero para cables. Los fabricantes estadounidenses emplean un código de colores en sus cables para identificar los grados particulares. Los que se aplican más son los **IPS** y los **EIP**. Estos son los cables utilizados en elevadores y aplicaciones que requieran resistencia a la rotación. Los cables para elevadores se pueden obtener en cuatro grados principales: hierro, acero de tracción, acero de alta resistencia y acero de extra alta resistencia. los cables de bronce tienen aplicación limitada; el cable de hierro se utiliza solo en equipo antiguo que aun este en operación.

6.3 Selección de los cables metálicos.

Para la selección el cable metálico más apropiado se deben tomarse en cuenta :

- Resistencia a la ruptura.
- Resistencia a la fatiga por flexión.
- Resistencia a la fatiga por vibración.
- Resistencia a la abrasión.
- Resistencia al machacamiento.
- Resistencia de reserva.

Junto a lo anterior debe hacerse una selección apropiada de:

- Factor de seguridad.
- Consideración cuidadosa de todas las cargas.
- Aceleración–desaceleración.
- Choques
- Velocidad del cable.
- Accesorios.
- Disposiciones de las poleas así como su número y tamaño.
- Medio ambiente corrosivo o abrasivo o ambos.
- Longitud del cable.

Una formula aproximada de selección puede ser:

$$CEE = (RN)K_r / K_b$$

De donde:

CEE(carga estática exigida) **Tons.** = Carga conocida o muerta más las cargas adicionales provocadas por arranques o detenciones repentinos, choques, fricción en rodamientos o chumaceras, etc.

RN (resistencia nominal) **Tons.** = Resistencias de prueba según tablas de Fabricantes (ver **Tabla 6.1**).

K_r = Factor que toma en cuenta la reducción resistencia nominal debida a la flexión, cuando un cable pasa sobre una superficie curva como la de una polea o punto de fijación estacionario. (ver **Fig. 6.5**).

K_b = Factor de seguridad. (Ver **Tabla 6.2**).

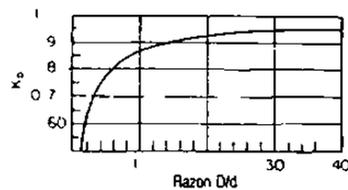
Una vez que se ha hecho una selección tentativa de un cable, con base a la carga estática exigida, en seguida se considera la duración en uso del mismo. Un cable que se curva sobre una polea, se estira elásticamente y, como consecuencia se frota contra ésta, lo que provoca que se desgasten los dos elementos. A este respecto, el tamaño del tambor o polea tiene una importancia primordial.

Clasificación	Diámetro		NUCLEO DE FIBRA		I W R C		
	Nominal		Masa aprox	Resistencia nominal,	Masa aprox	Resistencia nominal (T.M.)	
	Pulg	mm	Kg /m	IPS.(Ton Métricas)	Kg./m.	IPS	IEP
6 x 7 Brillante sin revestimiento	1/4	6.4	0.14	2.4	0.15	2.58	
	3/8	9.5	0.31	5.32	0.34	5.72	
	1/2	12.7	0.57	9.35	0.63	10.1	
	5/8	15.9	1.71	14.4	0.97	15.5	
	7/8	22.2	2.83	27.9	1.89	29.9	
	1 1/8	28.6	2.82	45.2	3.11	48.5	
	1 3/8	34.9	4.23	66.3	4.64	71.3	
6 x 19 Brillante sin revestimiento	1/4	6.4	0.16	2.49	0.17	2.67	3.08
	3/8	9.5	0.35	5.53	0.39	5.95	6.85
	1/2	12.7	0.63	9.71	0.68	10.4	12.1
	5/8	15.9	0.98	15.1	1.07	16.2	18.7
	7/8	22.2	1.92	29.2	2.11	31.4	36.1
	1 1/8	28.6	3.17	47.7	3.48	51.3	59
	1 3/8	34.9	4.73	70.5	5.21	75.7	87.1
	1 5/8	41.3	6.61	97.1	7.26	104	120
	1 7/8	47.6	8.8	128	9.67	138	158
	2 1/8	54.0	11.3	162	12.4	174	200
	2 3/8	60.3	14.1	201	15.5	217	249
2 5/8	66.7	17.3	243	19	261	300	
6 x 37 Brillante sin revestimiento	1/4	6.4	0.16	2.74	0.17	2.67	3.08
	3/8	9.5	0.35	6.1	0.39	5.95	6.85
	1/2	12.7	0.63	10.7	0.68	10.4	12.1
	5/8	15.9	0.98	16.7	1.07	16.2	18.7
	7/8	22.2	1.92	32.2	2.11	31.4	36.1
	1 1/8	28.6	3.17	52.6	3.48	51.3	59
	1 3/8	34.9	4.73	77.7	5.221	75.7	87.1
	1 5/8	41.3	6.61	107	7.26	104	120
	1 7/8	47.6	8.8	141	9.67	138	158
	2 1/8	54.0	11.3	179	12.4	174	200
	2 3/8	60.3	14.1	222	15.5	217	249
	2 7/8	73.0	17.3	288	19	261	300
	3 1/8	79.4	20.7	317	22.8	309	356
	80	24.4	371	26.8	362	415	
6 x 61 Brillante sin revestimiento	1 1/8	28.6	3.17	45.4	3.48	61.9	56.2
	1 5/8	41.3	6.61	93.4	7.62	127	115
	2	50.8	10.1	140	11	190	172
	2 5/8	66.7	17.3	236	18.3	321	291
	3	76.2	22.5	304	24.7	414	376
	4	101.6	40	523	44.1	713	647
6 x 91 Brillante sin revestimiento	5	127.0	62.5	791	68.8	1078	978
	2	50.8	10.1	132	11	181	164
	3	76.2	22.5	288	24.7	393	357
	4	101.6			44.1	677	614
	5	127.0			68.7	1024	929
	6	152.4			96.7	1426	1294

Tabla 6.1(a). Valores seleccionados de resistencias nominales de cables metálicos.

Clasificación	Diámetro		NUCLEO DE FIBRA		I W R C		
	Nominal		Masa aprox	Resistencia nominal	Masa aprox	Resistencia nominal (T M)	
	Pulg	mm	Kg/m	IPS (Ton Métricas)	Kg/m	IPS	IEP
6 x 25B	1/2	12.7	0.67	10.8	0.7	14	12.7
6 x 27H	9/16	14.3	0.85	13.5	0.89	17.6	16
6 x 30G	3/4	19.1	1.5	23.8	1.58	31	28.1
Torones aplanados	1	25.4	2.68	41.7	2.83	54.4	49.4
Brillante	1 1/4	31.8	4.18	64.4	4.39	84	76.2
sin revestimiento	1 1/2	38.1	6.03	91.6	6.32	119	108
	1 3/4	44.5	8.2	123	8.6	161	146
	2	50.8	10.7	160	11.3	207	188
8 x 19 Brillante sin revestimiento	1/4	6.4	0.15	2.13	0.7	9.16	10.5
	3/8	9.5	0.33	4.75	1.09	14.2	16.4
	1/2	12.7	0.58	8.37	2.14	27.7	31.8
	5/8	15.9	0.91	13	3.56	45.2	51.7
	1	25.4	2.34	32.7	6.31	79.2	90.7
	1 1/2	38.1	5.25	72			
18 x 7 resist a la rot Brillante sin revestimiento	1/2	12.7	0.64	8.94	0.67	8.94	9.8
	3/4	19.1	1.44	19.8	1.52	19.8	21.8
	1	25.4	2.57	34.7	2.71	34.7	38.3
	1 1/4	31.8	4.02	53.7	4.23	53.7	59.1
	1 1/2	38.1	5.79	76.6	6.07	76.6	84.2

Tabla 6.1(b) Valores seleccionados de resistencias nominales de cables metálicos.



Valores de K_{flex} en función de las razones D/d (D diámetro de la polea, d diámetro del cable), basados en datos de pruebas estándar para cables de las clases 6×9 y 6×17 (Requisitos de Wire Rope User's Manual, AISI, con autorización)

Fig. 6.5 Valores de la constante por flexión en cables metálicos

U S O		F.S.	U S O		F.S.
Cables de vía.		3.2	Para ascensores de pasajeros		pies/min.
Tirantes		3.5		50.	7.6
Tiros de mina, pies				300	9.2
	hasta 500	8		800	11.25
	1000 a 2000	7		1200	11.8
	2000 a 3000	6		1500	11.9
	más de 3000	5	Para elevadores de servicio		pies/min.
De hizaje		5		50	6.65
De arrastre		6		300	8.2
Para grúas y cabrías.		6		800	10
Para montacargas eléctrico.		7		1200	10.5
Para elevadores manuales		5		1500	11.9
Para elevadores privados.		7.5	Para elevadores motorizados		pies/min.
Para volcador manual.		4.5		50	4.8
Para elevadores de granos.		7.5		300	6.6
				500	8

Tabla 6.2 Factores de seguridad para cables metálicos.

6.4 Determinación de las dimensiones de los tambores o poleas.

Los diámetros de los tambores o de las poleas en las aplicaciones de los cables metálicos se controlan por dos consideraciones principales:

- Presión radial entre el cable y la ranura.
- Grado de curvatura que se impone al cable por tamaño del tambor o de la polea.

Las presiones radiales pueden calcularse a partir de la ecuación:

$$p = 2T / Dd$$

en donde:

- p = Presión radial unitaria.
- T = Carga del cable.
- D = Diámetro efectivo del tambor o polea.
- d = Diámetro nominal del cable.

En la **Tabla 6.3** se listan las presiones de apoyo radiales permisibles que se sugieren para los cables, sobre diversos materiales de las poleas.

Todos los cables metálicos que operan sobre tambores o poleas están sujetos a esfuerzos cíclicos, reduciendo la duración del cable por la fatiga. La resistencia a la fatiga o la duración relativa en servicio es una función de la relación D/d. En la **Tabla 6.4** se listan las relaciones sugeridas y mínimas, de la polea y el tambor, para varias construcciones del cable.

En la **Tabla 6.5** se dan los factores de duración relativa respecto a la flexión; en la **Fig. 6.6** se tiene una gráfica de la duración relativa del cable en servicio, en función de D/d. En la **Tabla 6.6** se encuentra una lista de las dimensiones mínimas de la ranura del tambor o polea.

Material	PRESIONES DE APOYO (Mpa) RADIALES PERMISIBLES PARA CABLES SOBRE POLEAS								Observaciones
	Cable de torcido regular				Cable de torcido Lang			Torcido paralelo, torones aplanados	
	6 x 7	6 x 19	6 x 37	8 x 19	6 x 7	6 x 19	6 x 37		
Madera	1.0	1.7	2.1	2.4	1.1	1.9	2.3	2.8	Sobre el contrahilo de haya, nogal americano, gomero.
Fundición de hierro	2.1	3.3	4.0	4.7	2.4	3.8	4.6	5.5	Basadas en la dureza de Bnnell mínima de 125
Fundición de acero al carbón	3.8	6.2	7.4	8.7	4.1	6.9	8.1	10.0	Carbón 30-40 Basadas en la dureza mínima de 160
Fundición de hierro templada superficialmente	4.5	7.6	9.1	10.7	4.9	8.3	10.0	12.3	No es recomendable, a menos que la superficie tenga una dureza uniforme.
Acero al manganeso	10.1	16.6	20.7	24.2	11.4	19.0	22.8	27.6	Las ranuras deben rectificarse y las poleas deben balancearse para el servicio a la alta velocidad

Tabla 6.3 Presiones de apoyo radiales permisibles sugeridas para cables sobre diversos materiales de las poleas.

Construcción	Sugerida	Mínima	Construcción	Sugerida	Mínima
6 x 7	72	42	6 x 36 WS	35	23
19 x 7 o 18 x 7 resistente a la rotación	51	34	6 x 43 FWS	35	23
6 x 19S	51	34	6 x 41 WS	32	21
6 x 25B torones aplanados	45	30	6 x 41 SFW	32	21
6 x 27H torones aplanados	45	30	6 x 49 SWS	32	21
6 x 30G torones aplanados	45	30	6 x 46 SFW	28	18
6 x 21 FW	45	30	6 x 46 WS	28	18
6 x 26 WS	45	30	8 x 19 S	41	27
6 x 25 FW	39	26	8 x 25 FW	32	21
6 x 31 WS	39	26	6 x 42 extraflexible	21	14
6 x 37 SFW	39	26			

WF= Warrington Seale
FWS= Filler Wire Seale Alambre de Relleno Seale
SFW= Seale Filler Wire Seale Alambre de Relleno
SWS= Seale Warrington Seale
FW= Filler Wire Alambre de Relleno

Tabla 6.4 Relaciones sugeridas de la polea y tambor para diversos cables metálicos.

Construcción del Cable	Factor	Construcción del Cable	Factor
6 x 7	0.61	6 x 36 WS	1.16
19 x 7 o 18 x 7		6 X 43 FWS	1.16
Resistente a la tracción	0.67	6 X 41 WS	1.3
6 x 19S	0.81	6 X 41 SFW	1.3
6 x 25B torones aplanados	0.9	6 x 49 SWS	1.3
6 x 27H torones aplanados	0.9	6 X 43 FW (2 OP)	1.41
6 x 30G torones aplanados	0.9	6 x 46 SFW	1.41
6 x 21 FW	0.89	6 x 46 WS	1.41
6 x 26 WS	0.89	8 x 19 S	1
6 x 25 FW	1	8 x 25 FW	1.25
6 x 31 WS	1	6 x 42	2
6 x 37 SFW	1		

Tabla 6.5 Factores de duración respecto a la flexión en cables metálicos.

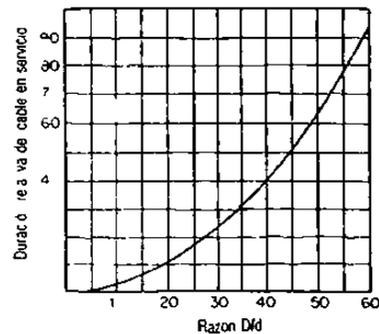


Figura 6.6 Curva de duración en servicio para varias relaciones D/d.

Diámetro nominal		Radio de la ranura			
del Cable		Nueva		Desgastada	
Pulg	mm	Pulg.	mm	Pulg	mm
1/4	6.4	0.135	3.4	0.129	3.3
5/16	7.9	0.167	4.2	0.16	4.1
3/8	9.5	0.201	5.1	0.19	4.8
7/16	11.1	0.234	5.9	0.22	5.6
1/2	12.7	0.271	6.9	0.256	6.5
9/16	14.3	0.303	7.7	0.288	7.3
5/8	15.9	0.334	8.5	0.32	8.1
3/4	19.1	0.401	10.2	0.38	9.7
7/8	22.2	0.468	11.9	0.44	11.2
1	25.4	0.543	13.8	0.513	13.0
1 1/8	28.6	0.605	15.4	0.577	14.7
1 1/4	31.8	0.669	17.0	0.639	16.2
1 3/8	34.9	0.736	18.7	0.699	17.8
1 1/2	38.1	0.803	20.4	0.759	19.3
1 5/8	41.3	0.876	22.3	0.833	21.2
1 3/4	44.5	0.939	23.9	0.897	22.8
1 7/8	47.6	1.003	25.5	0.959	24.4
2	50.8	1.085	27.6	1.025	26.0
2 1/8	54.0	1.137	28.9	1.079	27.4
2 1/4	57.2	1.21	30.7	1.153	29.3
2 3/8	60.3	1.271	32.3	1.199	30.5
2 1/2	63.5	1.338	34.0	1.279	32.5
2 5/8	66.7	1.404	35.7	1.339	34.0
2 3/4	69.9	1.481	37.6	1.409	35.8
2 7/8	73.0	1.544	39.2	1.473	37.4
3	76.2	1.607	40.8	1.538	39.1
3 1/8	79.4	1.664	42.3	1.598	40.6
3 1/4	82.6	1.731	44.0	1.658	42.1
3 3/8	85.7	1.807	45.9	1.73	43.9
3 1/2	88.9	1.869	47.5	1.794	45.6
3 3/4	95.3	1.997	50.7	1.918	48.7
4	101.6	2.139	54.3	2.05	52.1
4 1/4	108.0	2.264	57.5	2.178	55.3
4 1/2	114.3	2.396	60.9	2.298	58.4
4 3/4	120.7	2.534	64.4	2.434	61.8
5	127.0	2.663	67.6	2.557	64.9
5 1/4	133.4	2.804	71.2	2.691	68.4
5 1/2	139.7	2.929	74.4	2.817	71.6
5 3/4	146.1	3.074	78.1	2.947	74.9
6	152.4	3.198	81.2	3.075	78.1

Tabla 6.6 Dimensiones mínimas de la ranura de la polea o del tambor.

CAPITULO # 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En los últimos años el uso de las computadoras ha incrementado notablemente. El avance tecnológico de las computadoras se ha crecido en forma exponencial. Pequeñas y no caras calculadoras pueden hacer los cálculos que requerían las grandes y caras computadoras de hace solamente unos años atrás.

Las computadoras no son un lujo. Son muy necesarias en los negocios, en la enseñanza, en el hogar, etc. Muchos negocios las utilizan en el trabajo diario, principalmente para almacenar información. Muchos fabricantes de equipos dependen en gran medida de ecuaciones matemáticas para resolver problemas. Estos fabricantes calculan la capacidad de transmisión de potencia así como una variedad de otros parámetros de los elementos de máquinas que se analizaron en esta tesis.

Existe una gran variedad de tipos de computadoras y muchos lenguajes con los cuales se pueden obtener Diseño de Transmisiones de Potencia Mecánica mediante Elementos Flexibles. En esta tesis elaboré diagramas de flujo que puedan aplicarse en cualquier computadora utilizando un lenguaje sencillo como lo es el BASIC.

En esta tesis trate de cubrir los elementos flexibles que más se aplican en la industria los cuales son estandarizados por Asociaciones de Fabricantes o Normas establecidas en países altamente industrializados. Esta tesis no incluyó la aplicación de nuevos elementos patentados por algunos fabricantes cuya aplicación es todavía muy limitada y no se encuentran aún estandarizados.

En el caso de las bandas en V elaboré un diagrama de flujo y un ejemplo solo para las bandas angostas por dos razones: La primera porque tienden a sustituir a las bandas clásicas o convencionales y la segunda porque las ecuaciones para el cálculo de potencia de diseño, longitud de banda, distancia entre centros y cantidad de bandas son iguales para la selección del resto de las bandas en V. Sin embargo, decidí incluir las tablas con los tamaños comerciales para bandas convencionales porque todavía se les sigue utilizando especialmente en los equipos de diseños no muy recientes.

Para las bandas de sincronización hice lo mismo elaborando solo el programa para las bandas de dientes rectangulares porque son las más utilizadas y porque su proceso de selección es similar a los otros tipos de bandas sincrónicas.

En el caso de las cadenas solo desarrollé los programas para cadenas de rodillos y de dientes invertidos por ser estas las más aplicables en la industria. Aunque hice una amplia descripción de los dos estándares de tamaños comerciales de las cadenas de rodillos decidí elaborar solo el programa para la selección de las cadenas norteamericanas o

Norma ANSI por ser las que más se utilizan en nuestro país y porque su proceso de selección es similar al de las cadenas de rodillos Norma BS.

Aunque su aplicación es muy diferente al de las bandas y cadenas hice un espacio para el uso de los cables metálicos porque estos también transmiten potencia aunque para usos muy específicos. Su diseño y aplicación requieren de más amplitud al que les di.

En el proceso de selección se pueden generar varias alternativas que solucionen cada caso en particular. Los programas que desarrollé en esta tesis son interactivos lo que permite que de acuerdo a la experiencia del usuario, la disponibilidad de los equipos y otros factores se seleccione la transmisión más adecuada.

Las computadoras pueden hacer cálculos repetitivos que pueden ahorrar horas de trabajo. Sin embargo, solo hacen cálculos, el sentido común y la experiencia son los factores más cruciales para obtener un buen diseño para una transmisión.

BIBLIOGRAFIA

Autor: Robert L. Mott.
Machine Elements in Mechanical Design.
Editorial: Prentice Hall
Año: 1999, 3^ª Edición.

Autor: William C. Orthwein.
Diseño de Componentes de Máquinas.
Editorial: CECSA
Año: 1996

Autores: Jack Beswarick / Patrick Hamilton / Kenneth Hurst / Geoff Pitts
Rotary Power Transmission Design.
Editorial: Mc. Graw-Hill Books Co. Europa
Año: 1994

Autores: M.F. Spotts / T.E. Shoup
Design of Machine Elements.
Editorial: Prentice Hall
Año: 1998, 7^ª Edición.

Autores: Charles E. Wilson
Computer Integrated Machine Design.
Editorial: Prentice Hall
Año: 1998, 1^ª Edición.

Autores: Joseph E. Shigley / Charles R. Mischke.
Diseño en Ingeniería Mecánica.
Editorial: Mc. Graw-Hill
Año: 1990, 4^ª edición

Autor: Robert C. Juvinall
Fundamentos de Diseño para Ingeniería Mecánica
Editorial: Limusa
Año: 1999

Autores: Bernard J. Hamrock, Bo Jacobson, Steven R. Schmid

Elementos de Máquinas

Editorial: Mc Graw-Hill

Año: 2000, 1ª Edición.

Autor: Douglas Wright

Design and Analysis of Machine Design

Editorial: The University of Western Australia. Depart. of Mechanical & Materials Eng.

Año: 1999 -2000

Autor: Edward H. Smith

Manual del Ingeniero Mecánico. Tomo II

Editorial: Prentice Hall

Año: 1998

Autores: Roque Calero Pérez y José Carta González

Fundamentos de Mecanismos y Máquinas para Ingenieros

Editorial: Mc. Graw-Hill /Interamericana de España

Año: 1999, 1ª Edición.

Autor: Irving Levinson.

Machine Design

Editorial: Reston Publishing Co.

Año: 1978

Autor: V.M. Faires.

Diseño de Elementos de Máquinas.

Editorial: UTEHA

Año: 1982

Autores: Eugene A. Avalone y Theodore Baumeister III

Marks. Manual del Ingeniero Mecánico. Tomo I

Editorial: Mc. Graw-Hill Co.

Año: 1995, 9ª Edición.

Autores: Erik Oberg / Franklin D. Jones.

Machinery Handbook.

Editorial: Industrial Press.

Año: 1979, 25ª edición.

Autores: Paul H Black y Eugene Adams Jr.

Machine Design.

Editorial: McGraw-Hill Co.

Año: 1968, 3ª Edición.

Autor: R R Slaymaker

Diseño y Análisis de Elementos de Máquinas.

Editorial: LIMUSA-Wiley.

Año: 1969, 1ª Edición.

Autores: Alex Vallance y Venton Levy Doughtie

Design of Machine Members.

Editorial: McGraw-Hill Co.

Año: 1951, 3ª Edición.

Autores: Dexter S. Kimball y John H Barr

Elements of Machine Design.

Editorial: John Wiley & Sons.

Año: 1946, 1ª Edición.

Autor: Carl J Hummer

Multiple-Strand Chain Drives.

Artículo publicado en la revista Plant Engineering por Technical Publishing Co.

Año: 1974.

Autor: A.W. Wallin.

Selecting Synchronous Belts for Precise Positioning.

Artículo publicado por Gates Facts Technical Information Library.

Año: 1989.

Autor: David E. Roos.

Timing Belt Selection And Troubleshooting.

Artículo publicado por Gates Facts Technical Information Library.

Año: 1989.

Autor: The Gates Rubber Company.

Heavy Duty V-Belt Drive Design Manual.

Año: 1995.

LISTADO DE TABLAS

Tabla	Página
4.1 Tipos de bandas y sus características operativas.....	19
4.2 Límites operativos para los diferentes tipos de bandas.	24
4.3 Factores de servicio para bandas planas.	32
4.4 Dimensiones de las secciones de las bandas en V.	43
4.5 Referencia cruzada de diferentes estándares para bandas en V.....	44
4.6 Longitudes estándar para bandas en V clásicas sección A.....	46
4.7 Longitudes estándar para bandas en V clásicas sección B	47
4.8 Longitudes estándar para bandas en V clásicas sección C	48
4.9 Longitudes estándar para bandas en V clásicas sección D	49
4.10 Longitudes estándar para bandas en V clásicas sección E	50
4.11 Longitudes estándar para bandas en V angostas sección 3VX.	51
4.12 Longitudes estándar para bandas en V angostas sección 5V/5VX.	52
4.13 Longitudes estándar para bandas en V angostas sección 8V.....	53
4.14 Longitudes estándar para bandas en V angostas sección SPZ.....	54
4.15 Longitudes estándar para bandas en V angostas sección SPA	55
4.16 Longitudes estándar para bandas en V angostas sección SPB.....	56
4.17 Longitudes estándar para bandas en V angostas sección SPC.....	57

Tabla	Página
4.18 Diámetros de poleas estándar para bandas en V clásicas.	58
4.19 Diámetros de poleas estándar para bandas en V angostas americanas.	59
4.20 Factores de servicio para bandas en V servicio pesado.	63
4.21 Diámetros externos mínimos recomendados para poleas de motores eléctricos de uso general.	65
4.22 Cantidad que se sustrae del diámetro exterior para obtener el diámetro de paso en las poleas para bandas angostas.	65
4.23 Constantes para determinar la potencia admisible por banda para bandas americanas.	66
4.24 Factor de corrección por longitud para bandas angostas. americanas.	67
4.25 Tolerancias mínimas para el ajuste de las distancias para instalación y compensación.	68
4.26 Tamaños comerciales de bandas de sincronización de dientes trapezoidales.	79
4.27 Tamaños comerciales de bandas de sincronización de dientes de sección curvilínea.	79
4.28 Tamaños comerciales de bandas de sincronización de dientes de sección curvilínea modificada.	80
4.29 Diámetros mínimos de poleas reguladoras o de sincronización.	83
4.30 Clase de servicio de unidades motrices para determinar él factor de servicio en bandas de sincronización.	86

Tabla	Página
4.31 Factores de servicio para bandas de sincronización.....	87
4.32 Poleas estándar para bandas sincrónicas sección MXL.....	88
4.33 Poleas estándar para bandas sincrónicas sección XL.....	89
4.34 Poleas estándar para bandas sincrónicas sección L.....	90
4.35 Poleas estándar para bandas sincrónicas sección H.....	91
4.36 Poleas estándar para bandas sincrónicas sección XH.....	92
4.37 Poleas estándar para bandas sincrónicas sección XXH.....	93
4.38 Tamaños Estándar para bandas de sincronización.....	94
4.39 Rangos de potencia para bandas sincrónicas sección MXL.....	95
4.40 Rangos de potencia para bandas sincrónicas sección XL.....	96
4.41 Rangos de potencia para bandas sincrónicas sección L.....	97
4.42 Rangos de potencia para bandas sincrónicas sección H.....	98
4.43 Rangos de potencia para bandas sincrónicas sección XH.....	99
4.44 Rangos de potencia para bandas sincrónicas sección XHH.....	100
4.45 Factor de engranaje para bandas sincrónicas.....	101
5.1 Tamaños estándar para las cadenas ISO 606A, ANSI B.1, DIN 8188.....	111
5.2 Tamaños estándar para las cadenas ISO 606B, BS 228, DIN 8187.....	112

Tabla	Página
5.3 Clasificación de servicio para cadenas de rodillos.	117
5.4 Factores de servicio para cadenas de rodillos.	118
5.5 Factores de cadena múltiple.	119
5.6 Máximos diámetros interiores en catarinas.	122
5.7 Tamaños comerciales de Cadenas de dientes invertidos.	130
5.8 Factor de servicio para selección de cadenas de dientes invertidos..	134
5.9 Rangos de potencia para cadenas de dientes invertidos.....	136
6.1 Valores seleccionados de resistencias nominales de los cables metálicos.	148
6.2 Factores de Seguridad para los cables metálicos.....	150
6.3 Presiones de apoyo radiales permisibles sugeridas para los cables sobre los diversos materiales de las poleas.....	152
6.4 Relaciones sugeridas de la polea y el tambor para diversos cables metálicos.....	152
6.5 Factores de duración respecto a la flexión en cables metálicos.....	153
6.6 Dimensiones mínimas de la ranura de la polea o del tambor.....	154

LISTADO DE FIGURAS

Figura	Página
4.1 Transmisión típica mediante bandas.....	18
4.2 Factores que afectan la selección de transmisiones mediante bandas.....	22
4.3 Guía para la selección del tipo de bandas basada en la Velocidad de la banda y la relación de velocidades.....	23
4.4 Fuerzas de Tensión en una banda plana.....	27
4.5 Tensiones en poleas a altas velocidades.	28
4.6 Diferentes ángulos de contacto entre bandas y poleas.	29
4.7 Transmisión mediante banda abierta.	30
4.8 Transmisión mediante banda cruzada.....	31
4.9 Sección transversal de una banda acordonada.	33
4.10 Designación del tamaño de una banda plana.	33
4.11 Capacidad operativa de las bandas planas.	34
4.12 Coronación de una polea plana.....	35
4.13 Banda de sección circular o banda redonda.....	36
4.14 Corte transversal que ilustra la construcción de una banda en V.	37
4.15 Banda en V en una polea acanalada y en una polea plana.	38
4.16 Bandas trapezoidales o en V Convencionales.....	39

Figura	Página
4.17 Bandas trapezoidales o en V Angostas.....	40
4.18 Bandas trapezoidales o en V para cargas ligeras.	40
4.19 Bandas trapezoidales o en V Corrugadas.	41
4.20 Bandas trapezoidales o en V Acanaladas.	41
4.21 Bandas trapezoidales o en V Compuestas.	42
4.22 Bandas trapezoidales o en V Doble ángulo.	42
4.23 Gráfica para la selección de la sección de las bandas en V angostas.	64
4.24 Diagrama de flujo para la selección de las bandas en V angostas.	70
4.25 Banda de sincronización de dientes de sección trapezoidal.	76
4.26 Banda de sincronización de dientes de sección curvilínea.....	76
4.27 Banda de sincronización de dientes de sección curvilínea modificada	77
4.28 Términos para bandas reguladoras o de sincronización.	81
4.29 Términos para poleas reguladoras o de sincronización.	82
4.30 Gráfica para la selección de la sección de las bandas de sincronización de dientes trapezoidales.....	86
4.31 Diagrama de flujo para la selección de las bandas de sincronización.	103

Figura	Página
5.1 Componentes de una cadena de rodillos.....	108
5.2 Montaje de los componentes de una cadena de rodillos sobre los dientes de una catarina.	109
5.3 Efecto de la cuerda en una cadena de rodillos.	110
5.4 Cadenas de rodillos simples,trámos múltiples,para carga pesada y de doble paso.	113
5.5 Montaje de una transmisión con cadena de rodillos.....	114
5.6 Gráfica para la selección de cadenas de rodillos.....	120
5.7 Diagrama de flujo para la selección de cadenas de rodillos.	124
5.8 Cadenas de dientes invertidos o silenciosas.....	128
5.9 Cadenas de dientes invertidos o silenciosas con guía central.....	129
5.10 Cadenas de dientes invertidos o silenciosas con guías laterales...	129
5.11 Cadenas de dientes invertidos o silenciosas duplex.....	129
5.12 Diagrama de flujo para la selección de cadenas de dientes invertidos.	138
6.1 Tipo de torcidos en cables metálicos.	142
6.2 Secciones transversales de cables metálicos más comunmente usadas.	144
6.3 Secciones transversales de algunos cables metálicos resistentes a rotación.	145
6.4 Secciones transversales de algunas construcciones especiales de cables metálicos.	145

Figura	Página
6.5 Valores de la constante por flexión de los cables metálicos.	149
6.6 Curva de duración en servicio para varias relaciones D/d	153

APÉNDICE A

GLOSARIO

Bandas. Son elementos flexibles que se ajustan apretadamente a un juego de poleas lisas o acanaladas. Aunque existen diversas secciones para bandas las más utilizadas en en la industria son de forma plana, redonda, trapezoidal y dentada.

Bandas planas. Término usado para las bandas en cuya su sección el ancho es mucho mayor al espesor. Se fabrican principalmente de cuero, caucho, plástico y fibras.

Banda redonda. Término general usado para bandas cuya sección es de forma circular. Son de baja capacidad de transmisión de potencia por lo que se les usa instrumentos de medicion y algunos aparatos de uso doméstico como videocaseteras.

Bandas sincrónicas. Término general usado para las bandas usadas para transmisión de potencia que se engranan con poleas dentadas también se les conoce como bandas de tiempo o dentadas. Existen en el mercado tres tipos: las de dientes trapezoidales, de dientes curvilíneos y las de dientes curvilíneos modificados.

Bandas trapezoidales. También conocidas como bandas en V por la forma de su sección son las más ampliamente usadas en la industria.

Cadenas. Forma constituida de elementos eslabonados entre sí. Existentes diversos tipos que dependiendo de sus componentes se les puede utilizar para transmitir potencia o para transportar cargas.

Cadenas de rodillos. Cadena formada por rodillos eslabonados entre sí. Constituyen la forma de cadenas más usada en la industria como elemento de transmisión de potencia.

Cadenas silenciosa. Cadena también conocida como de dientes invertidos por la posición de los mismos. Se le conoce como silenciosa por el poco ruido que produce comparado con el que produce otros elementos flexibles.

Cantidad de dientes. Numero de dientes de las catarinad o poleas dentadas.

Catarinas. También conocidas como ruedas dentadas se diseñan especialmente para utilizarse en transmisiones con cadenas tanto de rodillos como de dientes invertidos.

Diámetro de paso. Distancia medida de centroide a centroide del elemento flexible montado sobre la polea o catarina respectiva.

Diámetro exterior. Distancia medida de extremo a extremo en los puntos externos tanto de la polea como de la catarina.

Efecto de la cuerda. Efecto producido por la diferencia de radios al desplazarse la cadena en la catarina.

Eje. Elemento mecánico de material sólido usualmente de sección circular (no necesariamente) utilizado para transmitir par torsional y potencia de una fuente motriz a un otro elemento como puede ser una polea, una catarina, un cople, o un embrague o freno.

Longitud de paso. Longitud efectiva tanto de bandas, cadenas como cables. Se mide a lo largo del centroide de la sección transversal.

Polea acanalada. Son poleas acanaladas en forma de V diseñadas especialmente para usarse en varios tipos de bandas en V o en cables.

Tensión. Fuerza de estiramiento en sentido longitudinal a la que son sometidos tanto bandas o cualquier otro elemento flexible durante la acción de transmisión de potencia o durante el ajuste inicial.

Tensión centrífuga. Fuerza producida por el movimiento de rotación la cual es proporcional al radio de rotación y al cuadrado de la velocidad.

Velocidad de paso. Velocidad tangencial del elemento flexible. Se obtiene multiplicando el radio de paso (tanto de la polea o catarina) por la velocidad angular de la polea o catarina con la que hace contacto el elemento flexible.

APÉNDICE B.

TERMINOLOGÍA TÉCNICA ESPAÑOL - INGLÉS, INGLÉS - ESPAÑOL.

B.1 Terminología técnica Español – Ingles.

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
Acero.	Steel.
Acero de tracción.	Tracción steel.
Acero dulce para arados.	Mildplow steel.
Acero mejorado para arados.	Improved plow steel.
Acero extramejorado para arados.	Extra improved plow steel.
Banda.	Belt.
Banda de tiempo	Timing belt.
Banda plana.	Flat belt.
Banda redonda.	Round belt.
Banda de sincronización	Sinchronous belt.
Banda enV .	V-belt.
Cable.	Wire rope.
Cadena.	Chain.
Cadena de rodillos.	Roller chain.
Cadena silenciosa.	Silence chain.
Catarina o rueda dentada.	Sprocket.

Español**Catarina impulsada.****Catarina impulsora o motriz.****Computadora.****Diagrama de flujo.****Diámetro de paso.****Diámetro exterior.****Eje o flecha****Longitud de paso.****Núcleo.****Paso.****Paso de la cadena.****Polea.****Polea acanalada.****Polea de sincronización****Polea impulsada.****Polea impulsora o motriz.****Tambor.****Tensión.****Tensión centrífuga.****Tramo.****Inglés.****Driven sprocket.****Drive sprocket.****Computer.****Flow diagram.****Pitch diameter.****External diameter.****Shaft.****Pitch length.****Core.****Pitch.****Chain pitch.****Pulley****Sheave.****Synchronous pulley.****Driven pulley o driven sheave.****Drive pulley o drive sheave.****Drump.****Tension.****Centrifugal tension.****Strand.**

Español**Transmisión mediante bandas.****Transmisión mediante cadenas.****Velocidad de paso.****Inglés.****Belt drive.****Chain drive.****Pitch velocity.**

B.1 Terminología técnica Inglés - Español

<u>Inglés</u>	<u>Español</u>
Belt.	Banda
Belt drive.	Transmisión mediante bandas.
Chain.	Cadena.
Chain drive.	Transmisión mediante cadenas
Chain pitch.	Paso de la cadena.
Core.	Núcleo.
Drive pulley o drive.	Polea impulsora o motriz.
Drive sprocket.	Catarina impulsora o motriz.
Driven pulley o driven sheave.	Polea impulsada.
Driven sprocket.	Catarina impulsada.
Drump.	Tambor.
External diameter.	Diámetro exterior.
Extra improved plow steel.	Acero para arados extra mejorado.
Flat belt.	Banda plana.
Flow diagram.	Diagrama de flujo.
Mildplow steel.	Acero dulce para arados.
Pitch.	Paso.
Pitch diameter.	Diámetro de paso.
Pitch lenght.	Longitud de paso.
Pitch velocity.	Velocidad de paso.

Inglés**Español****Pulley.****Polea.****Roller chain.****Cadena de rodillos.****Round belt.****Banda redonda.****Steel.****Acero.****Synchronous belt.****Banda de sincronización.****Synchronous pulley.****Polea de sincronización.****Shaft.****Eje o flecha.****Silence chain.****Cadena silenciosa.****Sprocket.****Catarina o rueda dentada.****Sheave.****Polea acanalada.****Steel****Acero.****Tension.****Tensión****Timing belt.****Banda de tiempo.****Timing pulley.****Polea de tiempo.****V-belt.****Banda en V o trapezoidal.****Wire rope.****Cable**

APÉNDICE C

NOMENCLATURA

<u><i>Símbolo</i></u>	<u><i>Descripción</i></u>
b	Factor de corrección por longitud de banda.
C	Distancia entre ejes tanto de poleas como de catarinas.
D	Diámetro exterior de la polea o catarina mayor.
d	Diámetro exterior de la polea o catarina menor.
D_p	Diámetro de paso de la polea o catarina mayor.
d_p	Diámetro de paso de la polea o catarina menor.
f	Factor de engranaje aplicado a cadenas de dientes inv.
FCM	Factor de cadena múltiple.
FS	Factor de servicio.
G	Factor de corrección por ángulo de contacto.
K₁, K₂, K₃, K₄	Constantes por sección de banda en V para determinar la potencia admisible P_b .
K_{st}	Constantes por relación de velocidades para determinar la potencia admisible P_b .
K_f	Factor de flexión para cables.
K_{fs}	Factor de seguridad para transmisiones con cables.
L_p	Longitud de paso de la banda o de la cadena.
n₁	Velocidad en RPM de la polea o catarina menor.
N₁	Cantidad de dientes de la catarina menor.

<u>Símbolo</u>	<u>Descripción</u>
RN	Resistencia nominal de pruebas para cables.
n_2	Velocidad en RPM de la polea o catarina mayor.
N_2	Cantidad de dientes de la catarina mayor.
\tilde{n}	Velocidad en RPM de la polea menor / 1000.
P	Potencia nominal de la transmisión o del sistema.
P_b	Potencia admisible por banda.
P_d	Potencia de diseño de la transmisión o del sistema.
R_v	Relación de velocidades.
r_c	Radio de la cuerda en una transmisión con cadenas.
T_1	Tensión en el lado estirado de la banda.
T_2	Tensión en el lado flojo de la banda.
T_c	Tensión debido a la fuerza centrífuga.
TIM	Cantidad de dientes en engranaje en cadenas silenciosas.
v	Velocidad de paso de la banda o cadena.
W_t	Ancho de la cadena de dientes invertidos o silenciosa.
X_b	Cantidad de bandas requeridas para una transmisión.
α_1	Ángulo de contacto entre la banda y la polea menor.
α_2	Ángulo de contacto entre la banda y la polea mayor.
θ	Ángulo de contacto entre la cadena y la catarina menor.

APÉNDICE D

ESTÁNDARES PARA ELEMENTOS FLEXIBLES PARA LA TRANSMISIÓN DE POTENCIA

D1. Transmisiones con bandas y sus componentes.

International Organization for Standardization, (ISO)

ISO 22 : 1991 *Specifications for rubber, balata or plastics flat transmission belting of textile construction for general use.*

ISO 155 : 1998 *Belt drives Pulleys Limiting values for adjustment of centres.*

ISO 254 : *Belt drives Pulleys Quality, finish and balance.*

ISO 1081 : 1995 *Belt drives V belts and V ribbed belts, and corresponding grooved pulleys Vocabulary.*

ISO 2790 : 1989 *Narrow V belts for the automotive industry and corresponding pulleys Dimensions.*

ISO 4183 : 1995 *Belt drives Classical and narrow V-belts Grooved pulleys (system based on datum width).*

ISO 4184 : 1992 *Belt drives Classical and narrow V-belts Lengths in datum system.*

ISO 5292 : 1995 *Belt drives V-belts and V-ribbed belts Calculation of power ratings.*

ISO 5294 : 1989 *Synchronous belt drives Pulleys.*

ISO 5295 : 1987 *Synchronous belt – Calculation of power rating and drive centre distance.*

ISO 5296 - 1: 1989 *Synchronous belt drives – Belts – Part 1 : Pitch codes MXL, XL, L, H, XH and XXH – Metric and inch dimensions.*

ISO 5296 - 2: 1989 *Synchronous belt drives Belts Part 2 : Pitch codes MXL, and XXH Metric and inch dimensions.*

Rubber Manufactures Association-Mechanical Power Transmission Association-Rubber Association of Canada.

IP-20, Engineering Standard Specifications for Drives using Clasical V-Belts & Sheaves.

Society of Automotive Engineers.

SAE J636c, Specifications for V-belts and Pulleys,

SAE J637b, Specifications for Automotive V-belt drives.

SAE J1278, Specifications for SI synchronous belts and Pulleys,

SAE J1313, Specifications for synchronous belt drives.

SAE J1459, Specifications for V- ribbed belts and Pulleys.

British Standards Institution

BS 3733: 1974. Specification for Endless V-Belt Drives for Agricultural Purposes.

BS 3790· 1995. Specification for Endless Wedge Belt Drives and Endless V-Belt Drives.

BS AU 150 b : 1984. Specification for Automotive V-Belts and Pulleys.

American Petroleum Institute.

API-1-B , API Specifications for Oil Field V- Belting.

D2. Transmisiones con cadenas y sus componentes.

International Organization for Standardization

ISO 606: 1994. *Short Pitch Transmission Precision Roller Chains and Chain Wheels.*

ISO 1275: 1995. *Double- Pitch Precision Roller Chains and Sprockets for transmission and conveyors.*

ISO 1395: 1977. *Short Pitch Transmission Precision Bush Chains and Chain Wheels.*

ISO 10823: 1996. *Guidance on the Selection of Roller Chain Drives.*

British Standards Institution

BS 228: 1984. *Short Pitch Transmission Precision Roller Chains and Chain Wheels.*

BS 4687: 1984. *Extended Pitch Transmission Precision Roller Chains and Chain Wheels.*

Deutsche Institut Für Normung (English edition)

DIN 8187 :1987. *Roller Chains. European Tipe.*

DIN 8188 :1987. *Roller Chains American Tipe.*

DIN 8192 :1987. *Chain Wheels. Dimensions.*

DIN 8195 :1987. *Selection of Chain Drives.*

DIN 8196 :1987. *Toothing of Chain Wheels.*

American Society of Mechanical Engineers

ASME B-29.1 M: 1993. *Precision Power Transmission Roller Chains, Attachments & Sprockets.*

D3. Transmisiones con cables y sus componentes.

International Organization for Standardization.

ISO 2532: 1974. *Steel Wire Ropes Vocabulary.*

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

El grado que deseo obtener con esta tesis es el de maestro en Ingeniería Mecánica, con especialidad en Diseño Mecánico, con el tema de tesis: *"Diseño de elementos flexibles para la transmisión de potencia mecánica mediante el uso de la computadora"*.

Lugar y fecha de nacimiento: Monterrey, N.L.; México. 25 de Octubre de 1952.

Título obtenido:

Ingeniero Mecánico Electricista 15 Oct. 1975
Cédula Profesional: 392168

Experiencia profesional:

Diseño y mantenimiento de diversos equipos para las siguientes compañías:

- Vitrotec Fideicomiso 1975 – 1981
- Carplastic S.A. de C.V. 1981 – 1983
- General Electric Planta Lámparas 1983 – 1984
- Hylsa S.A. de C.V. 1984 – 1997
- Masterpak S.A. de C.V. Pta. Celorey 1997 – 2000

Catedrático a nivel Licenciatura de diversas materias del Area de Mecánica en las siguientes Instituciones de Educación Superior:

- I.T.E.S.M. Campus Monterrey 1979 – 1981
- Universidad Mexicana del Noreste 1979 – 1980
- Universidad Regiomontana 1980 – 1982
- Instituto Tecnológico de Nuevo Leon 1980 – 1981
- U. A. N. L. - F.I.M.E. 1981 – A la fecha.
- Universidad Alfonso Reyes 2000

Cursos diversos de actualización en Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica y Administración en los centros de educación continua de las siguientes instituciones:

- The Center for Professional Advancement. East Brunswick, N.J.
- The University of Texas at Austin. Austin, TX.
- University of Wisconsin. Madison, WI.
- Instrument Society of America. New Orleans, LO.
- University of Dayton. Dayton, OH.
- The Ohio State University. Columbus, OH.
- Parker Industrial Hydraulic Technology. Cleveland, OH.
- ITESM Campus Monterrey. Monterrey, N.L.
- UANL - FIME, San Nicolas de los Garza, N.L.
- Kepner -Tregoe & Asoc. Saltillo, Coah.
- Industrias ELE - EME. Guadalajara, Jal.
- Burou Veritas./ISO 14000. Monterrey, N.L.
- Universidad del Norte. Monterrey, N.L.

