

Martin

MANUAL DE ENGRANES



Cremalleras



Coronas



**Engranes
Cónicos**



**Engranes
Rectos**



Sinfines



**Engranes
Cónicos Rel 1:1**

MANUAL DE ENGRANES

Publicado por

Martin Sprocket & Gear, Inc.

Dave Walton, Asesor Técnico

CONTENIDO

Introducción	2	Engranes de Corona y Sinfín	24
Trabajo	3	Sinfín	24
Potencia	3	Coronas	24
Caballos de Fuerza	3	Fórmulas Trigonométricas	26 – 27
Ventaja Mecánica	3	Paso	28 – 29
Torque	3	Eficiencia	30
Máquinas Simples	3	Autobloqueo	30
Palancas	3	Fórmulas para Engranes Sinfín	31
Rueda y Ejes	4	Engranes Cónicos Relación no 1:1	32
Poleas	4	Distancia de Montaje	33
Plano Inclinado	4	Nomenclatura de Engranes Cónicos Relación no 1:1	34
Tornillo	4	Empuje Rotacional Relativo	34
Cuña	5	Capacidades de los Engranes Cónicos Relación no 1:1 y Engranes	
Torque a Potencia	5	Cónicos Relación 1:1	35 – 36
Radianes	5	Dirección del Empuje	36
Transmisiones de Engranes	6	Engranes Cónicos Relación 1:1	38
Historia	6	Capacidades de Potencia	38
Lubricación	7	Acero	39
Curva Involuta	8	Engranes Helicoidales	40
Ángulo de Presión	8	Ejes Paralelos	41
Rotación	8	Paso	42
Tipos de Engranes Principales	8	Capacidades aproximadas de potencia DP transverso	
Tipos de Engranes	8	Engranes Helicoidales en Ejes Paralelos	43
Ejes Paralelos	8	Falla y Desgaste de los Dientes de los Engranes	45
Engranes Rectos	8	Deterioro de la Superficie	45
Engranes Helicoidales	8	Desgaste Normal	45
Engranes Herringbone	9	Desgaste Abrasivo	45
Engranes Internos	9	Rayaduras	45
Ejes no Paralelos	9	Sobrecarga	45
Cónicos Relación no 1:1	9	Rugosidad	45
Cónicos Relación 1:1	9	Deformación Plástica	45
Engranes Espirales	10	Laminación y Raspado	45
Engranes Hipoidales	10	Granallado	45
Engranes Sinfín	10	Ondulación	45
Cremallera y Piñón	11	Soldadura	45
Partes y Nomenclatura	11	Estriación Ligera	45
Círculo de Paso	11	Estriación Severa	46
Diámetro de Paso	11	Fatiga de la Superficie	46
Paso (Paso Diametral)	12	Porosidad Inicial	46
Paso Circular	12	Porosidad Destructiva	46
Addendum	13	Picaduras Eléctricas	46
Dedendum	13	Astillamiento	47
Profundidad de Trabajo	13	Desgaste Corrosivo	47
Profundidad Total	13	Quemado	47
Claro	13	Interferencia	47
Relación	13	Grietas por Pulido	47
Rotación	13	Rotura del Diente	48
Holgura	13	Rotura por Sobrecarga	48
Fórmulas Generales	14	Rotura por Fatiga	48
Cálculos para Diente	14	Grietas	48
Dientes Fellows Stub	15	Glosario	49 – 50
Estándar Americano	15	Hoja de Datos para Engranes Rectos	51
American Stub	15	Hoja de Datos para Cremalleras	52
Fellows Stub	15	Hoja de Datos para Engranes Cónicos Relación no 1:1	53
Fórmulas Dimensionales para Engranes Rectos	15	Hoja de Datos para Engranes Cónicos Relación 1:1	54
Capacidades de Potencia y Torque	16 – 23	Hoja de Datos para Engranes Sinfín	55
		Hoja de Datos para Engranes Helicoidales	56
		Índice	57

PRINCIPIOS BÁSICOS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA MECÁNICA

La transmisión de potencia mecánica es una necesidad debido a que la fuerza disponible, raramente puede ser usada en aplicaciones industriales sin ser transferida, reducida o ajustada.

Se deben utilizar componentes de transmisión de potencia para transmitir la potencia a fin de dar velocidad y torque en el punto de la carga.

Las tres leyes básicas formuladas por Issac Newton hace 300 años simplificaron la ciencia de la mecánica.

PRIMERA LEY DE MOVIMIENTO

"Un objeto en reposo permanece en reposo o, si está en movimiento, permanece en movimiento a una velocidad constante, a menos que una fuerza externa neta actúe sobre él" (Esta característica se llama inercia. Tanto la aceleración como la desaceleración requieren vencer la inercia de un objeto).

SEGUNDA LEY DE MOVIMIENTO

"La aceleración de un objeto es en la dirección de, y proporcional a, la fuerza que la produce, e inversamente proporcional a la masa del objeto" (Esta ley nos dice lo que pasa cuando una fuerza se aplica a un objeto en movimiento. El cambio que cualquier fuerza produce en el movimiento de un objeto depende de dos cosas. Una es el tamaño de la fuerza y la otra es la masa del objeto. Cuanto mayor sea la fuerza, mayor será la aceleración. Cuanto mayor sea la masa menor será la aceleración).

TERCERA LEY DE MOVIMIENTO

"A cada acción corresponde una reacción de igual intensidad, pero de sentido opuesto".

FUERZA:

Es la presión de un cuerpo contra otro cuerpo. Cuando la fuerza aplicada excede la resistencia del objeto, el resultado es movimiento. La fuerza se mide en toneladas, libras, onzas, gramos, kilogramos, etc.

TRABAJO:

Cuando una fuerza mueve un objeto una distancia determinada. El movimiento es en la dirección de la fuerza.

$$W = \text{Fuerza (lb)} \times \text{Distancia (ft)}$$

La energía de un objeto puede estar definida como la capacidad de un objeto para hacer trabajo. La energía potencial de un objeto es su capacidad de hacer trabajo en virtud de su posición o condición. La energía cinética de un objeto es su capacidad de hacer trabajo en virtud de su movimiento.

Ejemplo: Los pesos de un reloj tienen energía potencial igual al trabajo que pueden producir al hacer funcionar el reloj mientras descienden.

Ejemplo: El volante de inercia de una prensa tiene energía cinética que produce el trabajo que debe hacerse en cada golpe de la prensa.

POTENCIA:

Es la relación del trabajo realizado o la cantidad de trabajo hecho por unidad de tiempo.

$$\text{Potencia} = \frac{W (\text{Trabajo})}{\text{Tiempo}} \quad \text{ó} \quad \text{Potencia} = \frac{\text{Fuerza} \times \text{Distancia}}{\text{Tiempo}}$$

CABALLOS DE FUERZA:

Con el desarrollo del motor de vapor, James Watt debía tener un equalizador común con el cual comparar la cantidad de potencia producida. La mayoría de los motores fueron vendidos para el bombeo en las minas. Los caballos de tiro se usaban entonces para mantener el bombeo en las minas. Watt experimentó con caballos y encontró que un caballo podía levantar de forma continua 33,000 lb, un pie, en un minuto.

$$(\text{HP}) = \frac{\text{Fuerza (lb)} \times \text{Distancia (ft)}}{33,000 \times \text{Tiempo (min.)}}$$

$$\text{HP} = \frac{F \times \text{FPM}}{33,000} \quad \text{ó} \quad \frac{F \times \text{Distancia (por segundo)}}{550}$$

VENTAJA MECÁNICA:

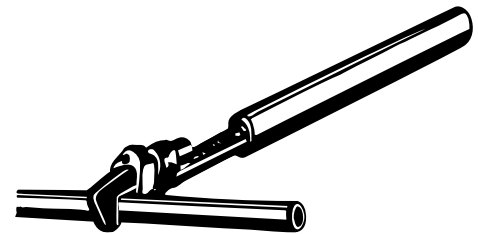
Usando máquinas o dispositivos mecánicos, una fuerza pequeña puede hacer el trabajo de una fuerza más grande.

$$\text{VM} = \frac{F_o (\text{Fuerza Grande})}{F_a (\text{Fuerza Pequeña})}$$

Puesto que no podemos obtener algo de nada, la fuerza pequeña debe actuar a través de una distancia mayor que la fuerza grande.

TORQUE:

El esfuerzo de torsión alrededor de un eje tiende a producir rotación. El torque se determina multiplicando la fuerza aplicada por la distancia al punto desde donde la fuerza se aplica al centro del eje.



$$T = F (\text{fuerza}) \times R (\text{radio})$$

SEIS MÁQUINAS SIMPLES:

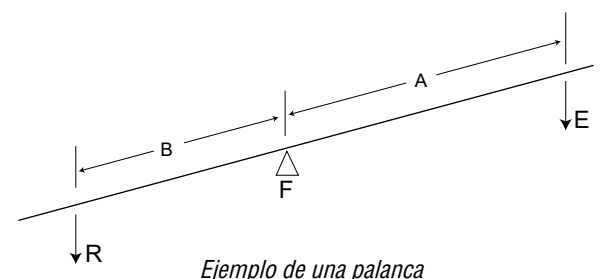
1. Palanca*
2. Polea
3. Rueda y Eje
4. Plano Inclinado*
5. Tornillo
6. Cuña

* Seis máquinas que son realmente dos tipos

PALANCAS:

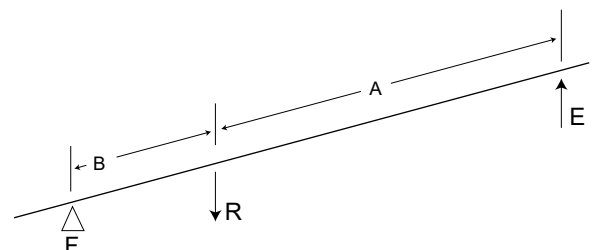
Hay tres clases de palancas dependiendo de la posición del fulcro.

Caso 1: El fulcro está entre la fuerza o esfuerzo, y la resistencia.



Ejemplo de una palanca

Caso 2: El fulcro está en el extremo y la resistencia está entre el fulcro y la fuerza.

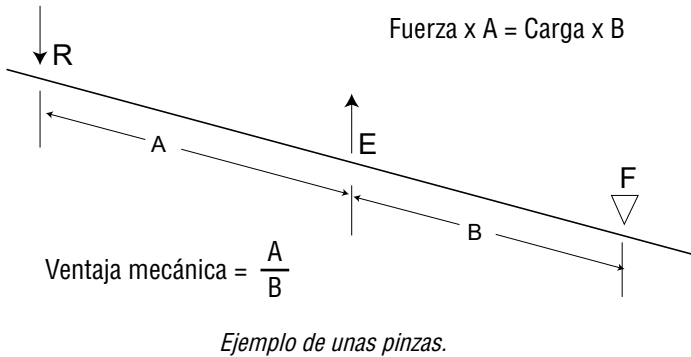


Ejemplo de una carretilla

INTRODUCCIÓN

Martin

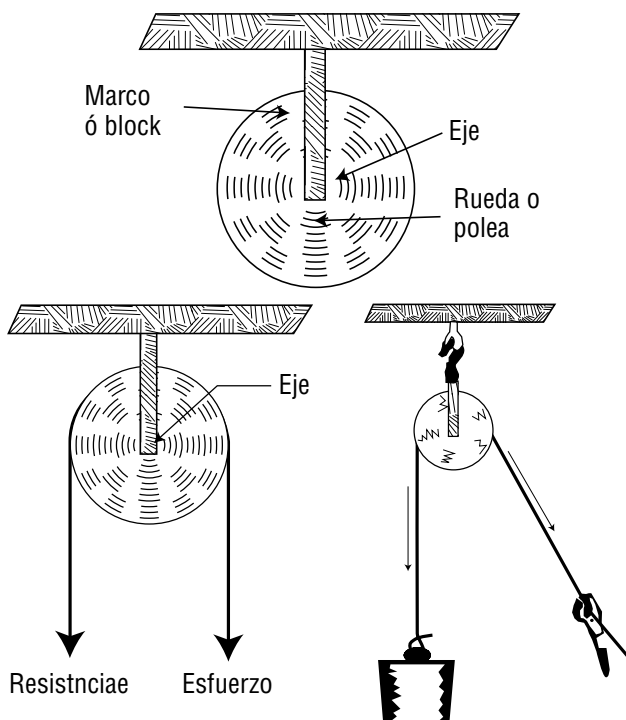
Caso 3: La fuerza se aplica entre el fulcro y la resistencia.



En los Casos 1 y 2 la fuerza necesaria para mover el objeto es menor que el peso del objeto. Se gana capacidad de levantamiento a expensas de la velocidad. En el Caso 3 la fuerza debe ser mayor que el peso del objeto que debe ser movido, pero la ganancia es en velocidad.

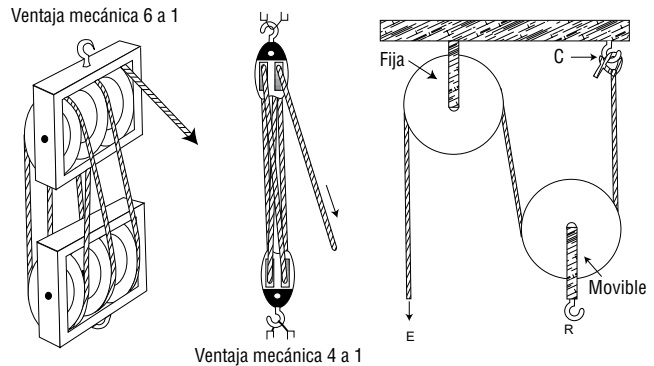
RUEDA Y EJES:

El evento más grande en la historia de la transmisión de potencia fue la invención de la rueda. Con la rueda vino la invención de la polea.



POLEA:

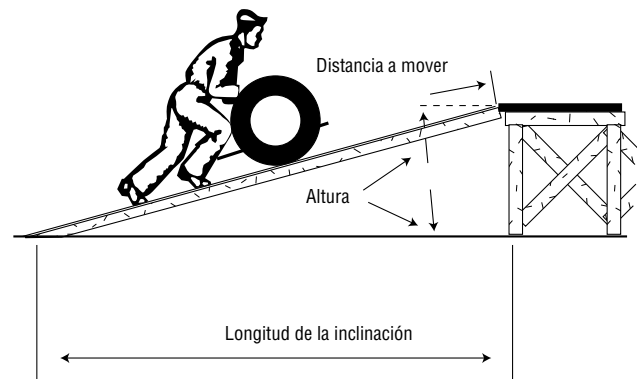
El primer tipo de polea fue la polea fija. No había ventaja mecánica, solo cambiaba la dirección de la fuerza.



El segundo tipo, al añadir una polea móvil, cortas el esfuerzo a la mitad del trabajo requerido. La ventaja mecánica es igual al número de hileras que realmente están jalando el peso.

PLANO INCLINADO:

La ventaja mecánica es la longitud de la inclinación dividido entre el levantamiento vertical.

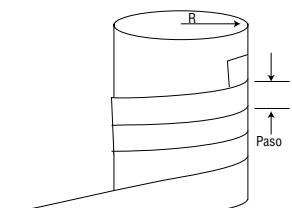


$$\text{FUERZA} = \text{Carga} \times \frac{\text{Longitud de la inclinación (LI)}}{\text{Altura (H)}}$$

TORNILLO:

Es una forma de plano inclinado. La ventaja mecánica es la relación de la circunferencia del tornillo a la distancia que la carga avanza durante una revolución.

$$F = \frac{\text{Carga}}{2 \pi r \times \text{Paso}}$$



CUÑA:

Otra forma de plano inclinado.

RELACIÓN ENTRE EL TORQUE Y LA POTENCIA

$$T (\text{lb-pulg}) = \frac{HP \times 63025}{RPM} \quad \text{ó}$$

$$HP = \frac{T (\text{lb-pulg}) \times RPM}{63025} \quad \text{ó}$$

$$HP = \frac{T (\text{lb-pie}) \times RPM}{5252} \quad \left(\text{ejem. } \frac{63025}{12} = 5252 \right)$$

$$T (\text{lb-pie}) = \frac{HP \times 5252}{RPM}$$

Para calcular el porcentaje de pérdida o ganancia:

$$\text{Pérdida} = \frac{\text{Número original} - \text{Nuevo número}}{\text{Número original}} \times 100 = \%$$

$$\text{Ganancia} = \frac{\text{Nuevo número} - \text{Número original}}{\text{Número original}} \times 100 = \%$$

Para encontrar la circunferencia de un círculo:

$$C = \pi \times \text{Diámetro} \quad (\pi = 3.1416)$$

DEFINICIÓN DE RADIÁN

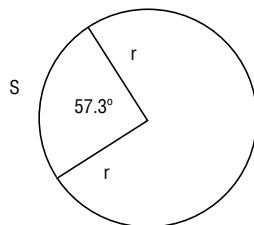
Es el ángulo que tiene su vértice en el centro de una circunferencia y los lados de este ángulo determinan un arco cuya longitud equivale al radio de la circunferencia. Un radian equivale a 57.3°. Se necesitan 6.28 radianes para completar un círculo.

s = Longitud del arco

r = Radio del círculo

Ø = Radianes

$$S = r \ Ø$$



Nota: Por definición Trabajo es igual a la fuerza multiplicada por el perímetro del círculo

Para convertir use $W = F \times D \times T$ a circular

$$W (\text{Trabajo}) = \text{Fuerza} \times \pi (D) \times RPM$$

Ejemplo:

Encuentra el trabajo involucrado en una transmisión de sprockets con un diámetro de paso de 12" con una fuerza en la cadena de 500 lb girando a 150 RPM. También calcula el trabajo, la velocidad lineal y la potencia (HP) necesaria para girar a estas RPM.

$$W = F \times D$$

$$W = F \times \pi \times d \times RPM$$

$$W = 500 \text{ lb} \times 3.1416 \times 1 \text{ pie} \times 150$$

$$W = 235,620 \text{ lb-pies}$$

ó

$$W = F \times D$$

$$W = F \times \pi \times d \times RPM$$

$$W = 500 \text{ lb} \times 3.1416 \times 12 \text{ pulg} \times 150$$

$$W = 2,827,440 \text{ lb-pulg}$$

D = Distancia
d = Diámetro
F = Fuerza
R = radio

$$HP = \frac{\text{Torque} \times RPM}{63025} \quad (\text{Torque} = \text{Fuerza} \times \text{Radio})$$

$$HP = \frac{F \times R \times RPM}{63025}$$

$$HP = \frac{500 \times 6 \times 150}{63025}$$

$$HP = 7.14$$

$$V = .262 \times d (\text{en pulgadas}) \times RPM$$

$$V = .262 \times 12 \times 150$$

$$V = 471.60 \text{ pies/min}$$

ó

$$V = 3.1416 \times d (\text{en pies}) \times RPM$$

$$V = 3.1416 \times 1 \times 150$$

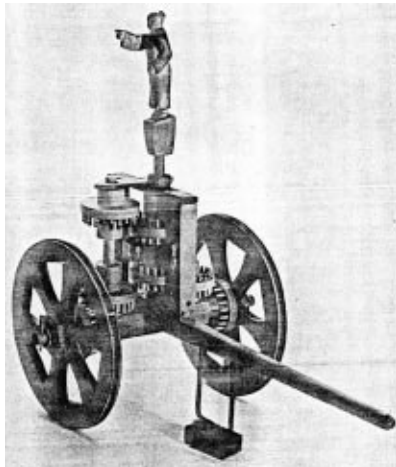
$$V = 471.24 \text{ pies/min}$$

$$.262 = \frac{\pi}{12} = \frac{3.1416}{12} = .2618$$

TRANSMISIONES DE ENGRANES

Uno de los primeros vestigios conocidos de engranajes fue el “Carruaje que Apunta al Sur” alrededor del año 2600 A.C. Este carruaje no solo estaba engranado, sino que contenía un complejo tren diferencial de engranes. Los chinos usaron este carruaje para no perderse mientras viajaban por el desierto de Gobi. Podía ajustarse de tal manera que la figura apuntaba en una dirección y continuaba haciéndolo sin importar la dirección que tomara el carruaje.

Los escritos de Filón de Bizancio mencionan que los dispositivos llamados “ruedas de oración” encontradas en los templos egipcios usaban trenes de engranes para su operación por lo que parece probable que los egipcios y los babilonios usaban engranes en fechas tan lejanas como 1000 A.C. El arte de los engranes había progresado usando engranes tanto de metal como de madera, dientes triangulares, dientes reforzados y pernos como dientes alrededor del año 100 A.C. También estaban en uso engranes rectos, cremallera y piñón, sinfines y engranes de dientes de perno en ángulo recto.



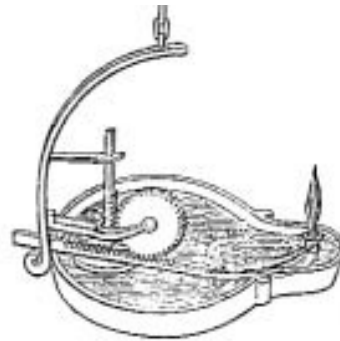
Carruaje que apunta al sur, circa 2600 A.C. Cortesía del Instituto Smithsonian, Washington, D.C.

En el Imperio Romano, alrededor de los años 16 D.C. al 100 D.C., se ufanaban del uso de engranes para mover aserraderos, molinos de grano, canteras en donde cortaban mármol, relojes, dispositivos astronómicos y para medir velocidad y distancia. El hierro se comenzó a usar como el principal material de fabricación de los engranes lo que hizo posible que durante ese periodo se aprendiera a carburizar y endurecer los engranes.

Después de la caída de Roma, hubo una Edad Oscura del conocimiento en Europa Occidental. Muchos dispositivos fueron destruidos y su conocimiento se perdió. El centro del conocimiento se movió al mundo árabe en donde las matemáticas y la mecánica fueron acentuadas. El mundo árabe se convirtió rápidamente en el líder del conocimiento y el arte de los engranes llegó a ser importante.

Una réplica de un calendario árabe a base de engranes que se construyó entre los años 1221 o 1222 D.C. utiliza engranes de dientes triangulares en su transmisión. Este calendario es una maravilla de

ingenio y es más preciso que el calendario Juliano que usamos hoy en día.



Una Ingeniosa lámpara romana con mecha autoajustable; la cremallera es de hierro.

En el siglo XV, el conocimiento regresó a Europa por medio de hombres brillantes como Leonard Da Vinci (1452-1519) en Italia. El diseñó muchas máquinas nuevas y diferentes como su “Carro de Batalla” el precursor de los tanques militares modernos, armas y cañones. Desarrolló un automóvil con mecanismo de relojería que realmente trabajaba y diseñó el predecesor de los helicópteros actuales.

Da Vinci también desarrolló transmisiones de engranes diferenciales y también una cadena de rodillos similar a las que conocemos actualmente. Sin embargo, los engranes hechos en la época Medieval no eran más que unas ruedas burdas con dientes cuadrados con engranes de ruedas de pernos corriendo con engranes de barril. Estos engranes eran usados para mover molinos usando ruedas de paletas impulsadas por agua o fuerza animal. El conocimiento de Roma lentamente regresó a Europa Occidental, pero no fue más allá de lo que los romanos habían hecho 1000 años antes.

En 1451 D.C., un francés, Nicolás de Cusa, estudió la curva cicloidal que posteriormente fue desarrollada para los engranes por Philip de Hire en 1694. El desarrolló la curva involuta para los engranes, pero prácticamente no se usó en 150 años. En 1791 Abraham Kaestner, alemán, escribió sobre un método práctico para calcular perfiles de diente de curvas involutas. El consideró 15 grados como el ángulo de presión mínimo para usos prácticos.

Un inglés llamado Robert Willis desarrolló la norma de 1.00 dividido entre el paso diametral como el addendum estándar que hasta la fecha continúa utilizándose. También introdujo el ángulo de presión estándar de 14-1/2 grados debido a que tiene un seno muy cercano a 0.250.

Este estándar de 14 ½ fue el único ángulo de presión hasta la llegada de la Segunda Guerra Mundial que requirió mecanismos que permitieran transmitir más potencia. Entonces se desarrolló el ángulo de presión de 20 grados. Hay muchos engranes hecho con ambos sistemas. El principal punto a recordar sobre estos sistemas es que no pueden operar juntos.

Después de la segunda guerra mundial y ante el desarrollo de los dos sistemas de ángulo de presión las compañías fabricantes de engranes formaron la American Gear Manufacturers Association para desarrollar un sistema de estandarización de la manufactura de engranes. Inicialmente se desarrolló un estándar con 7 clases de calidades de engranes. Cuatro clases para engranes "comerciales" y tres para engranes de "precisión". Estos estándares no incluyen ninguna especificación de materiales. Este primer intento no satisfizo la necesidad de engranes más precisos para aplicaciones especializadas.

En diciembre de 1958 Lou Martin, un reconocido experto en engranes y miembro de varios comités de AGMA, propuso ampliar los estándares originales. El vislumbró ampliar los estándares a 15 clases de engranes, desde los comerciales hasta los de ultra precisión. AGMA desarrolló un nuevo estándar con 16 clases de engranes aplicables desde pasos burdos a pasos finos y precisos, en engranes rectos, herringbone y helicoidales. AGMA incluyó en esta norma (AGMA 390.1) las especificaciones de la holgura, excentricidad y materiales.

Martin Sprocket & Gear produce engranes de clase 6 a 8, que es equivalente al estándar comercial anterior 1, 2 y 3.

Martin ha estado fabricando engranes de 20° y 14 1/2° de ángulo de presión desde 1964. Hasta 1991 solo teníamos existencias en engranes de 14 1/2° de ángulo de presión, cuando agregamos la línea más completa de ángulos de presión en engranes en existencia en el mercado.

Nuestros engranes con ángulo de presión de 14 1/2° tiene un prefijo en el número de partes S o C que indica si es de acero o de hierro colado. Los engranes de 20° tienen el prefijo TS o TC y su cara es más ancha que la de los de 14 1/2°. Ellos pueden intercambiarse en base a sistema por sistema, pero no puede intercambiarse engrane por engrane ya que el de 14 1/2° NO OPERARÁ con el de 20°.

LUBRICACIÓN DE LOS ENGRANES

La mayoría de los engranes deben ser lubricados para extender la vida del juego de engranes. AGMA tiene un estándar completo para una adecuada lubricación de engranes para aplicaciones abiertas y cerradas. Si tienes duda- LUBRICA.

En contraste con los trenes de engranes cerrados que, ya sea que estén inundados con lubricante o tienen bombas externas para rociar los engranes con lubricante, los engranes abiertos no obtienen la atención que merecen para ser lubricados adecuadamente. Para entender por qué esto es importante, cuando el diente del engrane entra en contacto con el diente del otro engrane la película de lubricante entre esas superficies es lo único que impide que el metal se desgaste o se fatigue. Lo mejor, los engranes abiertos se pueden sumergir en un depósito de aceite, por lo que llevarán un suministro de aceite a los dientes engranados. Si la velocidad de los engranes

es excesiva o la viscosidad del aceite es muy ligera, el suministro de aceite entre los dientes podría no ser suficiente para evitar el desgaste o la falla de los dientes. También, si los engranes no tienen cubierta, el polvo y la suciedad se depositarán entre las superficies de los dientes aumentando mucho el desgaste de los dientes. Un flujo de aceite adecuado enjuagará esos contaminantes.

Bajo tales condiciones, la lubricación depende en gran medida de lo que se lleve a cabo entre el aceite y las superficies metálicas de los dientes. La delgada capa de lubricante debe adherirse a la superficie de los dientes de tal manera que el contacto metal con metal sea mínimo. El mayor desgaste sucede durante los arranques antes que esas superficies estén recubiertas y cuando el aceite se descompone.

El calor adelgaza el aceite y disminuye su resistencia al ser presionado entre las superficies de los dientes. Esto hace que disminuya el suministro de aceite que permanece entre los dientes. Entre más delgado se vuelve el aceite menor es su capacidad de adherirse al metal de los dientes. Al incrementarse la temperatura disminuye la consistencia del aceite, así como la resistencia a ser limpiado de la superficie de los dientes. En contraste, cuando los engranes operan a baja temperatura el lubricante se vuelve más espeso, recubriendo adecuadamente las superficies de los dientes. Bajo estas condiciones es preferible usar un aceite ligero muy fluido.

Cuando los engranes están expuestos a la humedad, esto expone los engranes al efecto de la acción de lavado del agua. El lubricante debe ser resistente a esta acción y quedarse en los dientes para prevenir el desgaste y la oxidación de los mismos. El agregar aditivos al lubricante puede ayudar con este problema.

Si el lubricante ha sido seleccionado y aplicado correctamente y tiene la viscosidad adecuada, obtendremos un servicio eficiente por largo tiempo. Esto incrementará la vida útil y el funcionamiento de los engranes. Para tener una idea del costo del sistema de lubricación, se deberá considerar no solo el precio del aceite sino el costo de reemplazar por completo el tren de engranes. Algunos de los beneficios inmediatos son reducir el costo de mantenimiento, bajo consumo de energía y mayor duración del juego de engranes.

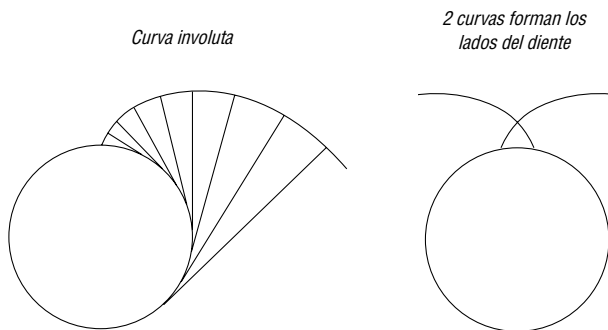
La viscosidad del aceite varía con la temperatura ambiente. Esta tabla te ayudará para seleccionar el aceite no detergente adecuado.

Temperatura Ambiente Grados Fahrenheit	Aceite No Detergente
20 - 40	SAE 20
40 - 100	SAE 30
100 - 120	SAE 40
120 - 140	SAE 50

TIPOS DE ENGRANES

CURVA INVOLUTA:

La curva involuta se desarrolla trazando un punto desde una cuerda que se desenvuelve desde un círculo.



Esta forma de diente reduce el deslizamiento entre los dientes engranados y de este modo se reduce también la fricción y el desgaste. El diente se forma por dos curvas involutas dibujadas en sentido opuesto.

ÁNGULO DE PRESIÓN:

Es el ángulo que se forma entre el perfil del diente y la línea perpendicular a la línea de paso. Se mide usualmente en el punto de paso del perfil del diente.

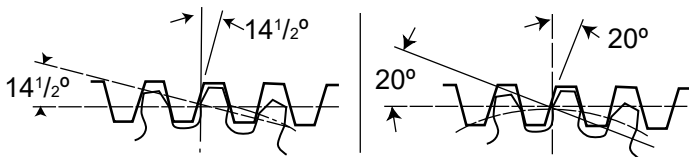
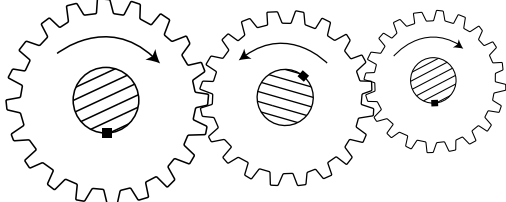


Figura 2

Por lo general los engranes se suministran con cualquiera de los dos ángulos de presión $14\frac{1}{2}^\circ$ o 20° . Lo más importante es recordar que los engranes solo trabajarán si el ángulo de presión es el mismo. Si es diferente no pueden trabajar juntos ni engranarán correctamente.

ROTACIÓN:

La rotación de dos engranes trabajando se invertirá del motriz al conducido. Con los engranes rectos se puede usar un engrane idler para hacer que el engrane motriz y el impulsado giren en la misma dirección.



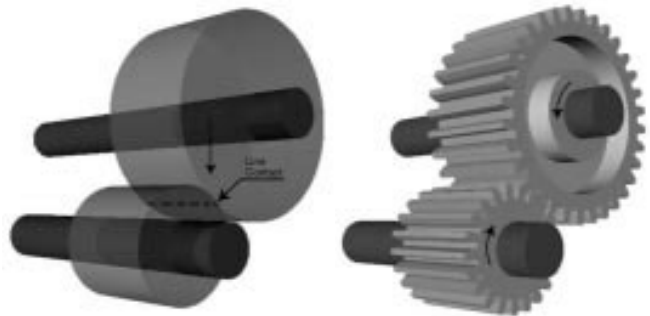
TIPOS PRINCIPALES DE ENGRANES

Hay dos categorías, una para ejes cuyos centros están paralelos y otra para ejes no paralelos.

EJES PARALELOS

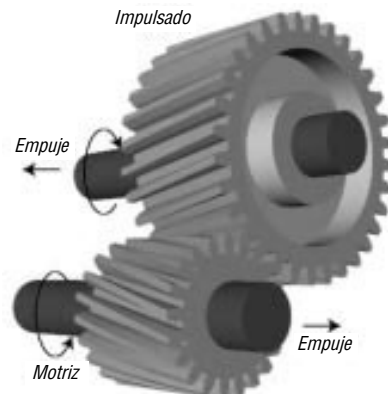
ENGRANES RECTOS:

Los ejes están en el mismo plano y paralelos. Los dientes se cortan rectos y paralelos al eje. No hay más de dos juegos de dientes enganchados a la vez por lo que la carga se transmite rápidamente de un diente a otro. Se utilizan en aplicaciones de velocidades moderadas a bajas. Se usan normalmente para velocidades en la línea de paso de más de 1100 FPM.



ENGRANES HELICOIDALES:

Los ejes están en el mismo plano y paralelos pero los dientes están cortados en ángulo respecto a la línea de centros del eje. Los dientes de los engranes helicoidales tienen una mayor longitud de contacto. Estos engranes tienen una operación más silenciosa y tienen una mayor fuerza y capacidad que los engranes rectos. Por lo general el ángulo de los dientes (el que hay entre la línea de centros del diente y la línea paralela al eje) es de 45° , aunque hay otros ángulos. Las pruebas han demostrado que el ruido disminuye cuando el ángulo de la hélice se aumenta de 0° hasta 20° ; desde ese ángulo hacia arriba no se observa una mejora notable en el ruido. Se recomiendan para transmisiones de alta velocidad, la velocidad máxima recomendada es de 1800 FPM en la línea de paso.



ENGRANES HERRINGBONE:

A veces los llaman de doble helicoidal debido a que tienen los dientes cortados en hélices derechas e izquierdas. Se usan en aplicaciones de cargas pesadas a medianas de alta velocidad. No tienen el problema inherente de las fuerzas de empuje que están presentes en los engranes helicoidales.

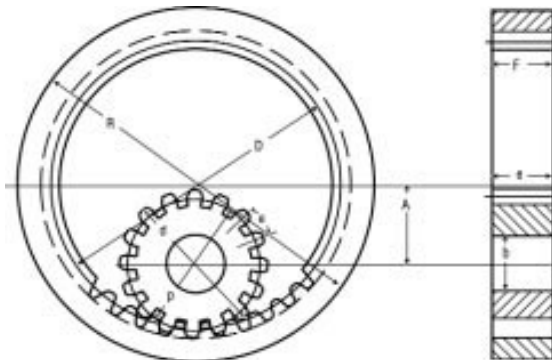


Los engranes herringbone tienen dientes opuestos que se unen al centro.

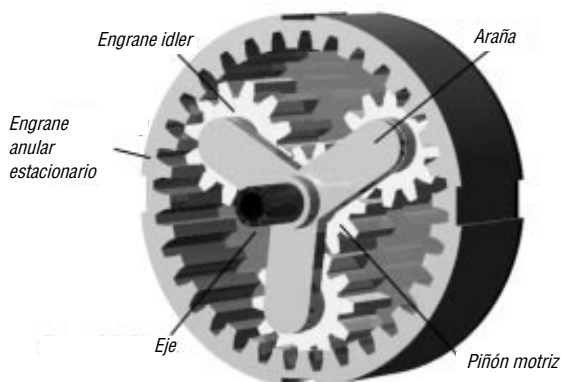
Los engranes de doble helicoidal usan dos pares de engranes opuestos para eliminar el empuje.

ENGRANES INTERNOS:

Estos engranes pueden ser generados con dientes rectos o helicoidales, son compactos. Operan suavemente, y pueden tener relaciones de velocidad grandes. Los engranes internos solo pueden operar con un engrane externo del mismo paso y ángulo de presión.



Interno sencillo / Enganche externo



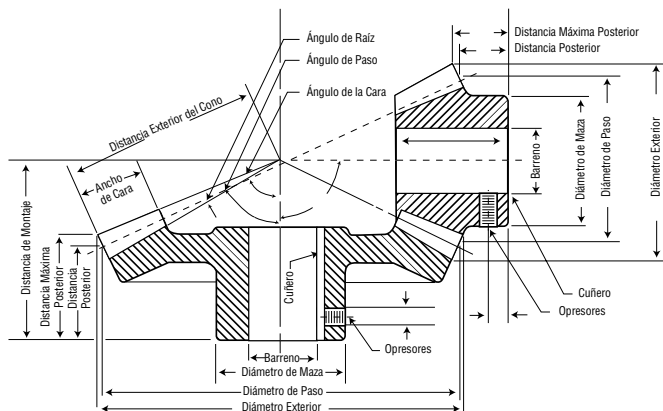
Tren de engranes planetarios, con engrane motriz, impulsado y 3 idlers.

CENTROS DE EJES NO PARALELOS



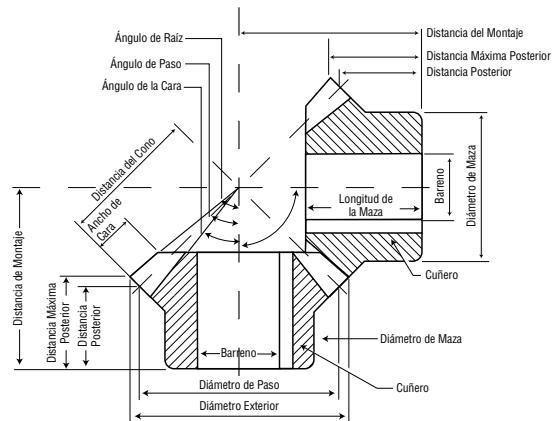
ENGRANES CÓNICOS REL: NO 1:1:

Los engranes Bevel (rel. no 1:1) transmiten potencia y movimiento entre dos ejes que se intersectan. Estos engranes tiene forma de cono con dientes cónicos, más anchos en el perímetro externo y menos anchos en el centro. Su uso predominante es en ejes a 90°.



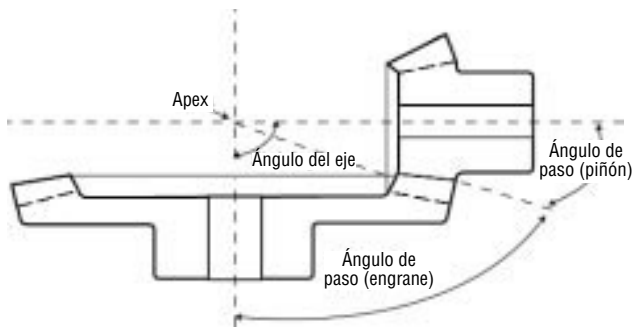
ENGRANES CÓNICOS REL. 1:1 MITER:

Estos son engranes cónicos con relación de velocidad 1:1 y en donde los ejes siempre están a 90°.



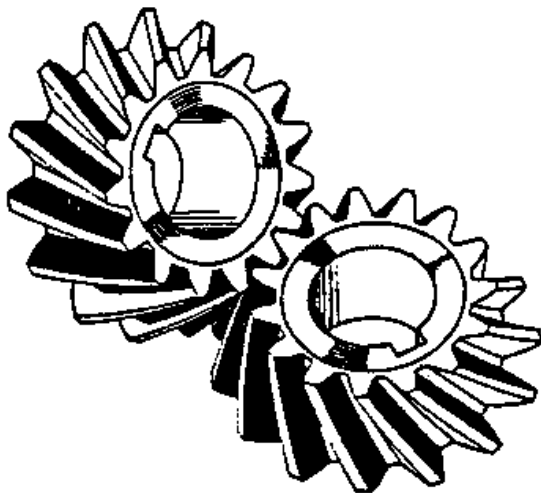
El ángulo de paso es la suma de las líneas de paso extendidas y que se juntan en un punto llamado apex. Esta suma generalmente es 90°, pero se pueden fabricar engranes especiales para cualquier ángulo hasta 180°. El ángulo de paso en el piñón de los engranes cónicos (bevel) está determinado por el número de dientes en el

otro engrane cónico. El ángulo de paso del engrane cónico (bevel) está determinado por el número de dientes del piñón cónico (bevel). Estos engranes se fabrican por juegos individuales, con diferentes relaciones de velocidad. Estos engranes están diseñados para operar con un engrane específico. Estos engranes siempre se deben comprar por juegos. La velocidad máxima en la línea de paso para los engranes cónicos Rel. no 1:1 (bevel) y Rel. 1:1 (miter) no debe exceder 1100 FPM.



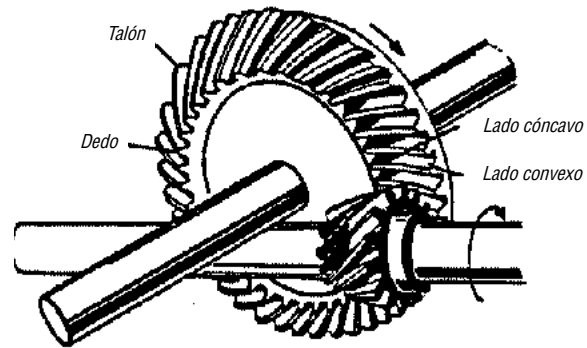
ENGRANES CÓNICOS ESPIRALES:

Estos engranes en esencia son lo mismo que los cónicos rectos excepto que los dientes están cortados en espiral. Estos engranes tienen las mismas ventajas que los engranes cónicos rectos. Son más silenciosos y pueden soportar cargas de torque más altas y mayor velocidad (RPM). La velocidad máxima recomendada en la línea de paso es de 1800 FPM.



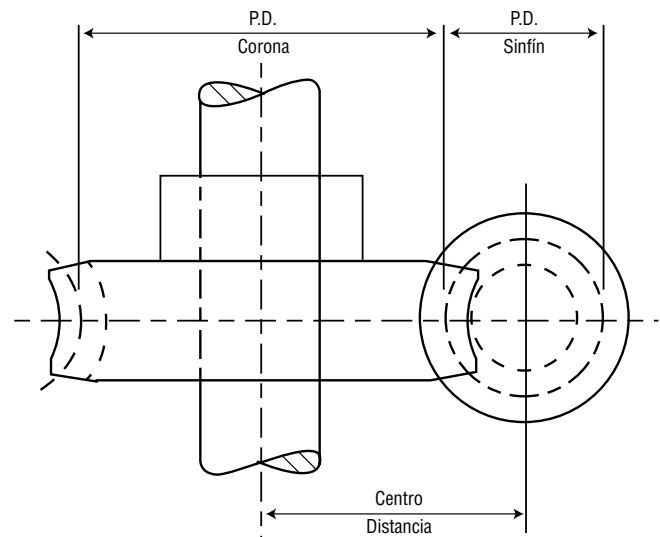
ENGRANES HIPOIDALES:

Son muy similares a los engranes cónicos espirales excepto que el piñón no está en el mismo plano y los ejes se cruzan. La principal aplicación de estos engranes es para maquinaria donde el equipo que los rodea tiene conflicto con la ubicación del eje motriz. Un buen ejemplo es el diferencial de los autos.

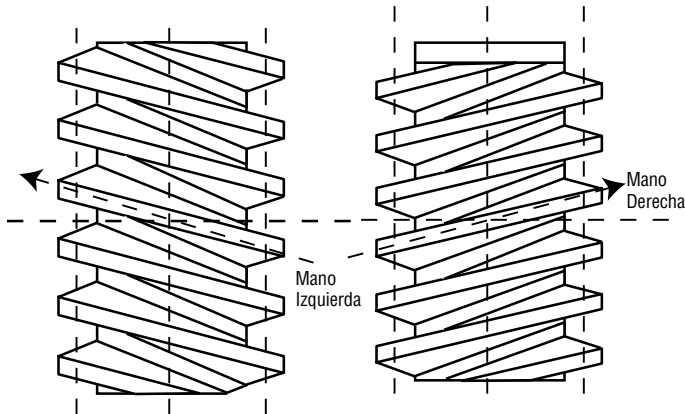


CORONA SINFÍN:

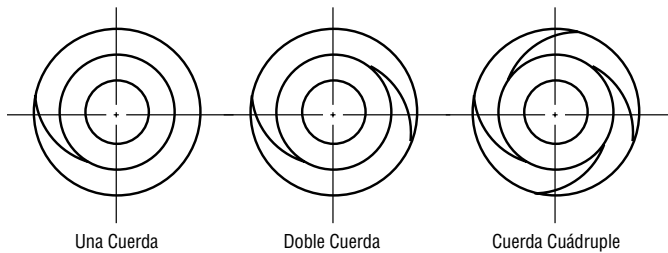
Los engranes de corona sinfín se utilizan con ejes a 90° que no se intersectan. Se usan girando un sinfín contra una corona con ángulo en las hélices de modo que la acción continua de las cuerdas del sinfín hace avanzar el engrane. Estos engranes son especiales para dar altas reducciones en espacios compactos.



Las coronas y los sinfines pueden ser mano derecha o mano izquierda. Estos engranes también se obtienen por juegos especificando el número de cuerdas en los engranes, así como si es mano derecha o izquierda.

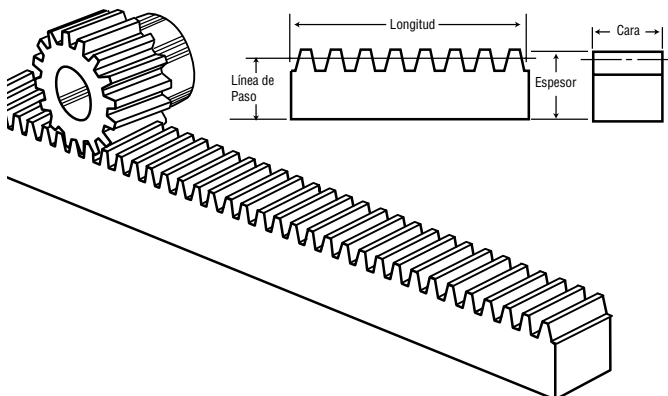


Los engranes sinfín pueden tener una o más cuerdas que pueden observarse mediante una inspección visual del extremo del sinfín.



CREMALLERA Y PIÑÓN:

La cremallera y piñón cambian el movimiento rotatorio a movimiento lineal y viceversa. La cremallera es una barra recta con dientes rectos o helicoidales cortados a lo largo de la cara de una barra que tiene el mismo paso que el piñón. El piñón es un engrane recto estándar o un engrane helicoidal que se engrana con la cremallera.



ENGRANES RECTOS

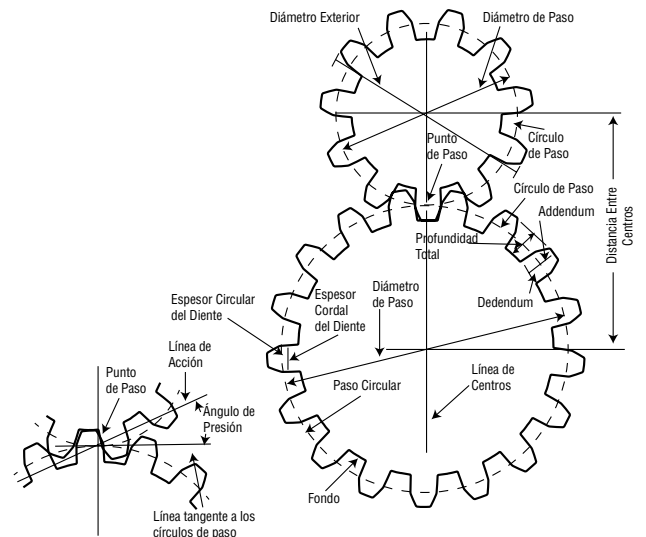
PARTES Y NOMENCLATURA

CÍRCULO DE PASO:

Es la línea imaginaria que pasa por el centro de cada diente del engrane.

DIÁMETRO DE PASO:

Es la línea recta medida desde un punto en el círculo de paso, pasando por el centro, hasta otro punto en el círculo de paso.



PASO:

Se refiere al paso diametral, que es la relación del número de dientes al diámetro de paso. Siempre será un número entero. También nos dice el tamaño relativo de los dientes. Entre más pequeño sea este número mas grande es el tamaño del diente. Al contrario, entre mayor sea este número más pequeño es el tamaño del diente.

Por ejemplo:

Un engrane tiene un P.D. (diámetro de paso) de 10" y 40 dientes.

$$\frac{40}{10} = \text{Engrane de 4 DP}$$

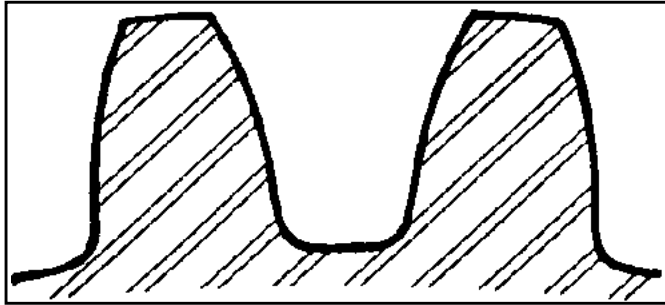
ó

Un engrane tiene un P.D. (diámetro de paso) de 10" y 120 dientes .

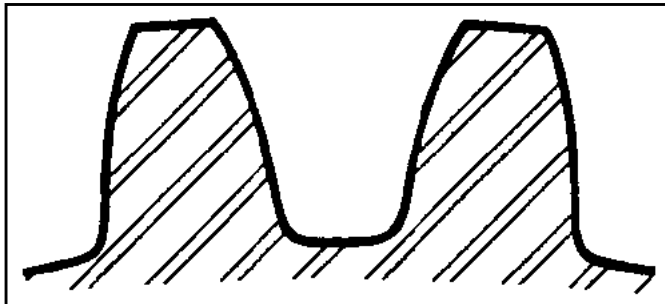
$$\frac{120}{10} = \text{Engrane de 12 DP}$$

ENGRANES RECTOS:

Tamaño comparativo de los dientes de los engranes



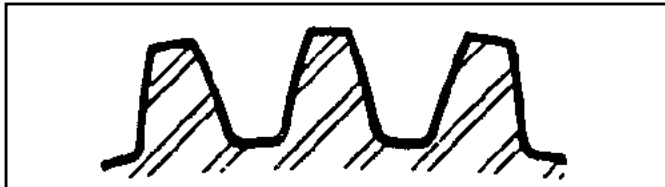
Paso diametral 1-3/4 - Paso circular 1.7952"



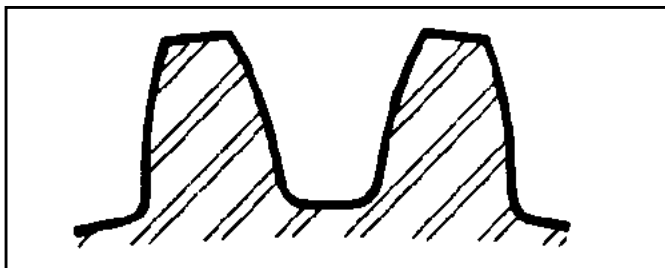
Paso diametral 2 - Paso Circular 1.5708"



Paso diametral 2-1/2 - Paso Circular 1.2566"



Paso diametral 3 - Paso Circular 1.0472"



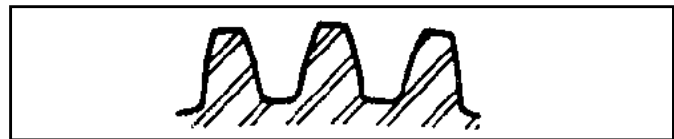
Paso diametral 3-1/2 - Paso Circular .8976"



Paso diametral 4 - Paso Circular .7854"



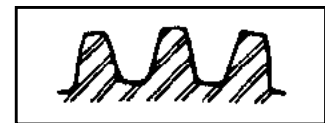
Paso diametral 5 - Paso Circular .6283"



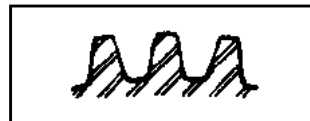
Paso diametral 6 - Paso Circular .5236"



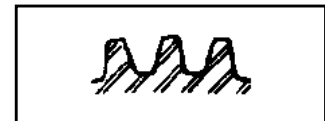
*Paso diametral 7
Paso circular .4488"*



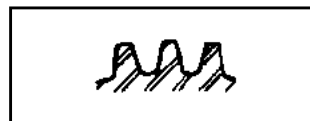
*Paso diametral 8
Paso circular .3927"*



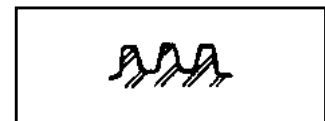
*Paso Diametral 10
Paso Circular .3142"*



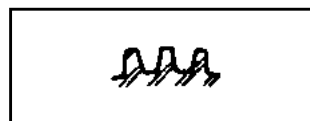
*Paso diametral 12
Paso circular .2618"*



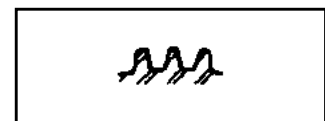
*Paso diametral 14
Paso circular .2244"*



*Paso diametral 16
Paso circular .1963"*



*Paso diametral 18
Paso circular .1745"*



*Paso diametral 20
Paso circular .1571"*

PASO CIRCULAR Es la distancia en pulgadas desde un punto en un diente al mismo punto de un diente adyacente medida a lo largo del círculo de paso.

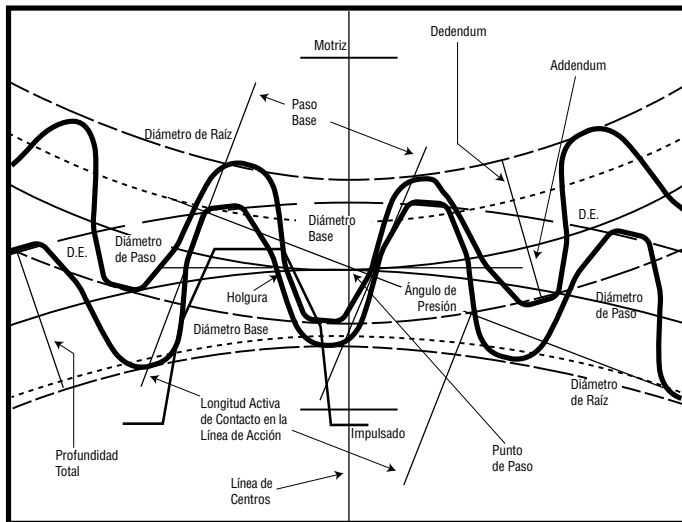
ADDENDUM Es la distancia radial entre el círculo de paso y el diámetro exterior.

DEDENDUM Es la distancia radial entre el círculo de paso y el círculo de raíz.

PROFUNDIDAD DE TRABAJO La profundidad de trabajo es la profundidad en la que se enganchan adecuadamente dos engranes.

PROFUNDIDAD TOTAL La profundidad total es la profundidad del diente o la suma del addendum del dedendum.

CLARO El claro es la diferencia entre el addendum y el dedendum. Calculado para que el engrane se monte en el círculo de paso y no en el fondo.



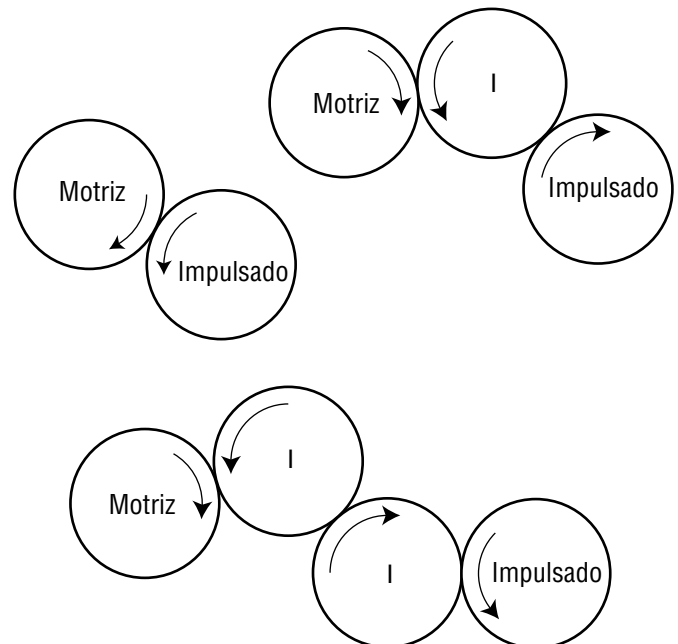
Por ejemplo:

W840DR - Doble cuerda

40 dientes 8 DP Mano derecha

$$\frac{40}{2} = 20:1$$

ROTACIÓN Normalmente es inversa cuando tenemos juegos de engranes en número par y en la misma dirección con engranes con número impar.



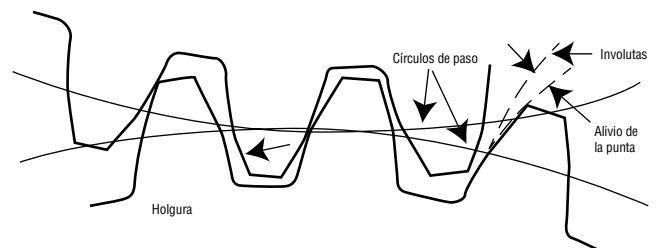
RELACIÓN Es la relación entre el número de dientes de un engrane al número de dientes del otro. Es la relación existente entre los diámetros de paso de los respectivos engranes.

$$\frac{\text{ENGRANE}}{\text{PIÑÓN}} = \frac{30 \text{ DIENTES}}{15 \text{ DIENTES}} = \frac{2}{1} \text{ RELACIÓN } 2:1$$

$$\frac{\text{ENGRANE}}{\text{PIÑÓN}} = \frac{4DP \ 30}{4DP \ 15} = \frac{7,500 \text{ PD}}{3,750 \text{ PD}} = \text{RELACIÓN } 2:1$$

La relación de los engranes sinfín se determina dividiendo el número de dientes de la corona entre el número de cuerdas del sinfín.

HOLGURA (BACKLASH) Es un factor importante para una instalación adecuada de los engranes. Se debe dejar una determinada holgura entre los engranes de acuerdo con las tolerancias de concentricidad y de la forma del diente. Sin una holgura suficiente puede haber una falla por sobrecarga, calentamiento debido a una inadecuada lubricación y fatiga en las superficie del diente.



Holgura y alivio de la punta.

ENGRANES RECTOS

FÓRMULAS GENERALES

Para encontrar varias partes y dimensiones de los engranes rectos.

$$PD = \frac{Nt}{DP}$$

$$DP = \frac{Nt}{PD}$$

$$DP = \frac{Nt + 2}{OD}$$

$$Nt = PD \times DP$$

$$CD = \frac{PD(Dr) + PD(Dn)}{2}$$

$$A = \frac{1}{DP}$$

$$OD = \frac{Nt + 2}{DP}$$

$$D = \frac{1.157}{DP}$$

$$C = \frac{.157}{DP}$$

$$WD = \frac{2.157}{DP}$$

C = Claro

Nt = Número de Dientes

DP = Paso Diametral

PD = Diámetro de Paso

OD = Diámetro Exterior

CD = Distancia entre Centros

Dr = Motriz

Dn = Impulsado

A = Addendum

D = Dedendum

WD = Profundidad Total

NOTA: Estas fórmulas son para engranes rectos con Estándar Americano con involuta de profundidad total.

$$D = WD - A$$

$$\text{Profundidad de Trabajo} = ADD \times 2$$

$$C = WD - 2 \times ADD$$

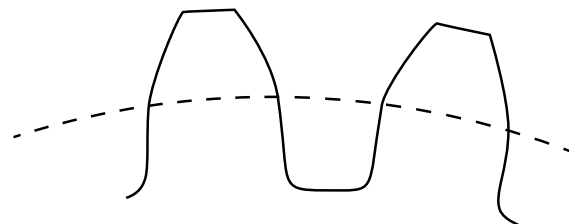
Mientras algunos engranes son cortados con generadoras estándar, podrás también encontrar engranes que han sido cortados en máquinas de corte horizontal. Los engranes cortados con éstas máquinas tienen los dientes ligeramente más profundos y el fondo de los dientes no es tan plano como el que se obtiene en las generadoras estándar.

Corte con generadora

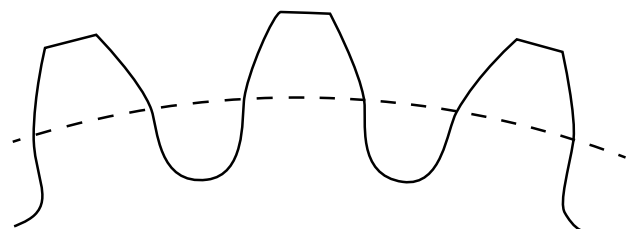
$$WD = \frac{2.157}{DP}$$

Corte horizontal

$$WD = \frac{2.250}{DP}$$



Dientes cortados con generadora



Dientes Cortados con máquinas de corte horizontal

Existen otros tres tipos de Estándares Americanos conocidos como dientes "stub". Dos sistemas se usan ampliamente. Uno es el American Stub (20°) y el otro es el Fellows Stub o Dientes Muñón (20°).

FÓRMULAS PARA EL DIENTE AMERICAN STUB

$$PD = \frac{Nt}{DP}$$

$$CD = \frac{PD(Dr) + PD(Dn)}{2}$$

$$DP = \frac{Nt}{PD}$$

$$A = \frac{.8}{DP}$$

$$OD = \frac{Nt + 1.6}{DP}$$

$$D = \frac{1}{DP}$$

$$WD = \frac{1.8}{DP}$$

$$C = \frac{.2}{DP}$$

DIENTE FELLOWS STUBB

El DP está expresado como una fracción, por ejemplo 3/4, 4/5, 5/7, 10/12, etc.

En el sistema de dientes Fellows Stub, el numerador solamente determina el diámetro de paso. El denominador determina el tamaño y la configuración del diente.

$$OD = \frac{Nt}{\text{Numerador}} + \frac{2}{\text{Denominador}} \quad \frac{\text{NUMERADOR}}{\text{DENOMINADOR}}$$

$$OD = \frac{40}{4} + \frac{2}{5} = 10.000 + .400 = 10.400$$

AMERICAN STD.

4DP 40T
10.000 PD
10.500 OD

AMERICAN STUB

4 DP 40T
10.000 PD
10.400 OD

FELLOWS STUB

4/5 DP 40T
10.000 PD
10.400 OD

NOTA: Para la mayoría de las aplicaciones prácticas los engranes Fellows Stub pueden ser substituidos por engranes American Stub.

$$A = \frac{1}{\text{DEN}} = \frac{1}{5} = .200$$

$$D = \frac{1.25}{\text{DEN}} = \frac{1.25}{5} = .250$$

$$C = \frac{.25}{\text{DEN}} = \frac{.25}{5} = .050$$

$$PD = \frac{Nt}{\text{NUM}} = \frac{40}{4} = 10,000$$

$$WD = ADD + DED = .200 + .250 = .450$$

$$WD = \frac{2.25}{\text{NUM}} = \frac{2.25}{5} = .450$$

FÓRMULAS DIMENSIONALES PARA ENGRANES RECTOS PARA DIENTES CON INVOLUTA DE PROFUNDIDAD TOTAL

PARA OBTENER	TENIENDO	FÓRMULA
Paso Diametral (DP)	Paso Circular (CP)	$DP = \frac{3.1416}{CP}$
	No. de Dientes (Nt) y Diámetro de Paso (PD)	$DP = \frac{Nt}{PD}$
	No. de Dientes (Nt) y Diámetro Exterior (OD)	$DP = \frac{Nt + 2}{OD}$
Paso Circular	Paso Diametral (DP)	$CP = \frac{3.1416}{DP}$
Diámetro de Paso (PD)	No. de Dientes (Nt) y Paso Diametral (DP)	$PD = \frac{Nt}{DP}$
Número de Dientes (Nt)	Diámetro de Paso (PD) y Paso Diametral (DP)	$Nt = PD \times DP$
Espesor del Diente (TT) (@PD estándar)	Paso Diametral (DP)	$TT = \frac{1.5708}{DP}$
Addendum (Add)	Paso Diametral	$Add. = \frac{1}{DP}$
Diámetro Exterior (OD)	Diámetro de Paso (PD) y Addendum (Add)	$OD = PD + 2 \text{ Add.}$
Profundidad Total (WD) (más grueso que 20 DP)	Paso Diametral (DP)	$WD = \frac{2.157}{DP} \text{ Generado Estándar}$
		$WD = \frac{2.25}{DP} \text{ Corte Horizontal}$
Claro (CL)	Profundidad Total (WD) y Addendum (Add)	$CL = WD - 2 \text{ Add.}$

Capacidad de Potencia HP (Aprox.) de Engranes Rectos

Ángulo de Presión 20°



Para Servicio Clase I (Factor de Servicio = 1.0)

Paso Diametral 4

Ángulo de Presión 20°

Cara 3-1/2"

Número de Dientes	25 RPM		50 RPM		100 RPM		200 RPM		300 RPM		500 RPM		600 RPM		900 RPM		1200 RPM		1800 RPM	
	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI
11	2.62		5.09		9.64		17.41		23.81		33.72		37.64		46.69		53.06			
12•	3.10		6.02		11.40		20.59		28.15		39.88		44.52		55.21		62.75			
13	3.62		7.03		13.30		24.03		32.86		46.55		51.97		64.45		73.25			
14•	4.07		7.91		14.98		27.06		37.00		52.41		58.51		72.57		82.48			
15•	4.57		8.88		16.80		30.35		41.51		58.80		65.64		81.41		92.53			
16•	4.97		9.67		18.30		33.05		45.20		64.03		71.47		88.64		100.75			
17	5.41		10.51		19.90		35.95		49.16		69.64		77.74		96.42		TODO ACERO			
18•	5.84		11.35		21.49		38.82		53.09		75.20		83.95		104.12					
19	6.29		12.22		23.13		41.77		57.13		80.93		90.33		112.04					
20•	6.74		13.11		24.81		44.81		61.29		86.81		96.91							
21	7.19		13.98		26.46		47.79		65.36		92.58		103.34							
22•	7.65		14.87		28.14		50.83		69.52		98.48		109.93							
24•	8.52		16.56		31.35		56.63		77.45		109.71		122.47							
25	8.96		17.41		32.95		59.52		81.39		115.30		128.70							
26	9.43		18.32		34.67		62.63		85.65		121.32		135.43							
27	9.90		19.24		36.42		65.79		89.97		127.45		142.27							
28•	10.39		20.18		38.21		69.01		94.38		133.69		149.24							
30•	11.32		22.00		41.63		75.20		102.84		145.69									
32•	12.27		23.85		45.15		81.56		111.54		158.00									
33	12.76		24.80		46.95		84.80		115.97		164.28									
35	13.79		26.81		50.74		91.66		125.35		177.56									
36•	14.30		27.79		52.61		95.03		129.96		184.10									
40•	16.40		31.87		60.32		108.95		149.00											
42	17.39		33.80		63.98		115.58		158.06											
44•	18.41		35.77		67.71		122.31		167.27											
45	18.92		36.77		69.60		125.72		171.93											
48•	20.54		39.91		75.54		136.46		186.61											
50	21.50		41.78		79.08		142.84		195.35											
52	22.52		43.77		82.85		149.65		204.66											
54	23.56		45.78		86.66		156.54		214.08											
55	24.00		46.63		88.26		159.44		218.04											
56•	24.49		47.59		90.09		162.73													
60•	26.62		51.73		97.92		176.87													
64•	28.60		55.57		105.19		190.01													
66	29.63		57.58		108.99		196.87													
70	31.65		61.50		116.41		210.27													
72•	32.55		63.26		119.73		216.28													
80•	36.76		71.43		135.21		244.23													
84	38.86		75.52		142.94		258.21													
88	40.80		79.30		150.09															
90	41.83		81.28		153.85															
96	44.92		87.29		165.23															
100	46.90		91.13		172.50															
108	50.87		98.87		187.14															
110	51.93		100.92		191.03															
112	52.88		102.76		194.50															
120	57.03		110.84		209.79															
144	54.18		105.28		199.28															
160	77.39		150.40		284.68															
200	97.58		189.64		358.95															

Las capacidades de potencia están basadas en cálculos de resistencia.

• Indica los tamaños en existencia para este paso.

Nota:

1. Las capacidades de potencia que se encuentran a la derecha de la línea gruesa no son recomendadas debido a que la velocidad lineal excede los 1000 pies por minuto. Sólo deben ser usados para interpolación.
2. Los engranes no metálicos se utilizan normalmente como el piñón motriz con engranes fabricados de acero o de hierro fundido en aplicaciones en donde la velocidad lineal exceda los 1000 pies por minuto y que no estén sujetas a cargas de impacto.



Capacidad de Potencia HP (Aprox.) de Engranajes Rectos Ángulo de Presión 20°

Para Servicio Clase I (Factor de Servicio = 1.0)

Paso Diametral 5

Ángulo de Presión 20°

Cara 2-1/2"

Número de Dientes	25 RPM		50 RPM		100 RPM		200 RPM		300 RPM		500 RPM		600 RPM		900 RPM		1200 RPM		1800 RPM	
	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI
11•	1.20		2.35		4.50		8.28		11.49		16.67		18.78		23.82		27.50		32.54	
12	1.42		2.78		5.32		9.79		13.59		19.71		22.21		28.17		32.53			
13•	1.66		3.25		6.21		11.43		15.86		23.01		25.93		32.88		37.97			
14•	1.87		3.66		7.00		12.87		17.86		25.90		29.19		37.02		42.75			
15•	2.10		4.10		7.85		14.44		20.04		29.06		32.75		41.53		47.96			
16	2.29		4.47		8.55		15.72		21.82		31.64		35.66		45.22		52.22			
17•	2.49		4.86		9.30		17.10		23.73		34.42		38.79		49.19		56.80			
18	2.69		5.25		10.04		18.46		25.63		37.17		41.88		53.11		61.34			
19•	2.89		5.65		10.80		19.87		27.58		40.00		45.07		57.16		66.01			
20	3.10		6.06		11.59		21.31		29.58		42.91		48.35		61.31					
21	3.31		6.46		12.36		22.73		31.55		45.76		51.56		65.39					
22•	3.52		6.87		13.15		24.18		33.56		48.67		54.85		69.55					
24•	3.92		7.66		14.65		26.93		37.39		54.22		61.10		77.49					
25	4.12		8.05		15.39		28.30		39.29		56.98		64.21		81.43					
26	4.33		8.47		16.20		29.78		41.34		59.96		67.57							
27•	4.55		8.90		17.02		31.29		43.43		62.99		70.98							
28•	4.78		9.33		17.85		32.82		45.56		66.08		74.46							
30	5.20		10.17		19.45		35.76		49.64		72.00		81.14							
32	5.64		11.03		21.09		38.79		53.84		78.09		88.00							
33•	5.87		11.47		21.93		40.33		55.98		81.19		91.49							
35	6.34		12.40		23.70		43.59		60.51		87.76		98.89							
36•	6.58		12.85		24.58		45.19		62.73		90.99									
40	7.54		14.73		28.18		51.81		71.92		104.32									
42	8.00		15.63		29.89		54.96		76.30		110.66									
44•	8.46		16.54		31.63		58.17		80.74		117.11									
45	8.70		17.00		32.51		59.79		82.99											
48•	9.44		18.45		35.29		64.89		90.08											
50	9.89		19.32		36.94		67.93		94.30											
52	10.36		20.24		38.70		71.17		98.79											
54	10.83		21.17		40.48		74.44		103.34											
55	11.03		21.56		41.23		75.82		105.25											
56•	11.26		22.01		42.08		77.39		107.42											
60	12.24		23.92		45.74		84.11		116.76											
64	13.15		25.70		49.14		90.36		125.43											
66•	13.62		26.62		50.91		93.62		129.96											
70	14.55		28.44		54.38		100.00		138.81											
72•	14.97		29.25		55.93		102.85													
80	16.90		33.03		63.16		116.15													
84	17.87		34.92		66.78		122.79													
88•	18.76		36.67		70.12		128.93													
90	19.23		37.58		71.87		132.16													
96•	20.65		40.36		77.19		141.93													
100	21.56		42.14		80.58															
108•	23.39		45.71		87.42															
110	23.88		46.67		89.24															
112•	24.31		47.51																	
120	26.23		51.25																	
144	24.91		48.68																	
160	35.59		69.54																	
200	44.87		87.69																	

Las capacidades de potencia están basadas en cálculos de resistencia.

• Indica los tamaños en existencia para este paso.

Nota:

1. Las capacidades de potencia que se encuentran a la derecha de la línea gruesa no son recomendadas debido a que la velocidad lineal excede los 1000 pies por minuto. Sólo deben ser usados para interpolación.

2. Los engranes no metálicos se utilizan normalmente como el piñón motriz con engranes fabricados de acero o de hierro fundido en aplicaciones en donde la velocidad lineal exceda los 1000 pies por minuto y que no estén sujetas a cargas de impacto.

Capacidad de Potencia HP (Aprox.) de Engranes Rectos

Ángulo de Presión 20°

Martin

Para Servicio Clase I (Factor de Servicio = 1.0)

Paso Diametral 6

Ángulo de Presión 20°

Cara 2"

Número de Dientes	25 RPM		50 RPM		100 RPM		200 RPM		300 RPM		500 RPM		600 RPM		900 RPM		1200 RPM		1800 RPM	
	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI
11•	0.67		1.32		2.54		4.73		6.63		9.79		11.11		14.34		16.78		20.21	
12•	0.79		1.56		3.00		5.59		7.84		11.58		13.14		16.96		19.84		23.91	
13	0.93		1.82		3.50		6.52		9.15		13.51		15.34		19.80		23.16		27.91	
14•	1.04		2.05		3.94		7.35		10.31		15.21		17.27		22.29		26.08		31.42	
15•	1.17		2.30		4.43		8.24		11.56		17.07		19.37		25.01		29.26		35.25	
16•	1.28		2.50		4.82		8.97		12.59		18.58		21.10		27.23		31.85		38.38	
17	1.39		2.72		5.24		9.76		13.69		20.21		22.95		29.61		34.65			
18•	1.50		2.94		5.66		10.54		14.79		21.83		24.78		31.98		37.42			
19	1.61		3.16		6.09		11.34		15.91		23.49		26.66		34.41		40.26			
20	1.73		3.39		6.53		12.17		17.07		25.20		28.60		36.92		43.19			
21•	1.84		3.62		6.97		12.97		18.21		26.87		30.50		39.37		46.06			
22	1.96		3.85		7.41		13.80		19.37		28.59		32.45		41.88		49.00			
24•	2.19		4.29		8.26		15.38		21.57		31.85		36.15		46.65		54.59			
25	2.30		4.51		8.68		16.16		22.67		33.47		37.99		49.03					
26	2.42		4.74		9.13		17.00		23.86		35.22		39.97		51.59					
27•	2.54		4.98		9.59		17.86		25.06		37.00		41.99		54.20					
28	2.66		5.22		10.06		18.74		26.29		38.81		44.05		56.85					
30•	2.90		5.69		10.97		20.42		28.65		42.29		48.00		61.95					
32	3.15		6.17		11.89		22.14		31.07		45.86		52.06							
33•	3.27		6.42		12.36		23.02		32.31		47.69		54.13							
35	3.54		6.94		13.36		24.88		34.92		51.54		58.50							
36•	3.67		7.19		13.86		25.80		36.20		53.44		60.66							
40	4.21		8.25		15.89		29.58		41.51		61.27		69.54							
42•	4.46		8.75		16.85		31.38		44.03		64.99		73.77							
44	4.72		9.26		17.83		33.21		46.59		68.78		78.07							
45	4.85		9.52		18.33		34.13		47.89		70.70		80.25							
48•	5.27		10.33		19.90		37.05		51.98		76.73									
50	5.51		10.81		20.83		38.78		54.42		80.32									
52	5.78		11.33		21.82		40.63		57.01		84.15									
54•	6.04		11.85		22.82		42.50		59.63		88.02									
55	6.15		12.07		23.25		43.29		60.74											
56	6.28		12.32		23.73		44.18		61.99											
60•	6.83		13.39		25.79		48.02		67.38											
64•	7.33		14.39		27.70		51.59		72.38											
66•	7.60		14.91		28.71		53.45		75.00											
70	8.12		15.92		30.66		57.09		80.10											
72•	8.35		16.37		31.54		58.72		82.39											
80	9.43		18.49		35.61		66.31		93.04											
84•	9.97		19.55		37.65		70.10		98.36											
88	10.46		20.53		39.53		73.61		103.28											
90	10.73		21.04		40.52		75.45													
96•	11.52		22.60		43.52		81.03													
100	12.03		23.59		45.43		84.60													
108•	13.05		25.59		49.29		91.77													
110	13.32		26.12		50.31		93.68													
112	13.56		26.60		51.23		95.39													
120•	14.63		28.69		55.25															
144	13.89		27.25		52.49															
160	19.85		38.93		74.98															
200	25.03		49.09		94.54															

Las capacidades de potencia están basadas en cálculos de resistencia.

• Indica los tamaños en existencia para este paso.

Nota:

1. Las capacidades de potencia que se encuentran a la derecha de la línea gruesa no son recomendadas debido a que la velocidad lineal excede los 1000 pies por minuto. Sólo deben ser usados para interpolación.

2. Los engranes no metálicos se utilizan normalmente como el piñón motriz con engranes fabricados de acero o de hierro fundido en aplicaciones en donde la velocidad lineal exceda los 1000 pies por minuto y que no estén sujetas a cargas de impacto.



Capacidad de Potencia HP (Aprox.) de Engranes Rectos Ángulo de Presión 20°

Para Servicio Clase I (Factor de Servicio = 1.0)

Paso Diametral 8

Ángulo de Presión 20°

Cara 1-1/2"

Número de Dientes	25 RPM		50 RPM		100 RPM		200 RPM		300 RPM		500 RPM		600 RPM		900 RPM		1200 RPM		1800 RPM	
	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI
11	0.28		0.56		1.09		2.06		2.94		4.45		5.10		6.76		8.07		10.00	
12•	0.34		0.66		1.29		2.44		3.48		5.26		6.03		7.99		9.54		11.83	
13	0.39		0.78		1.51		2.85		4.06		6.14		7.04		9.33		11.14		13.81	
14•	0.44		0.87		1.70		3.21		4.57		6.91		7.93		10.50		12.54		15.55	
15•	0.50		0.98		1.90		3.60		5.13		7.76		8.90		11.78		14.07		17.45	
16•	0.54		1.07		2.07		3.92		5.58		8.44		9.69		12.83		15.31		18.99	
17	0.59		1.16		2.25		4.26		6.07		9.18		10.53		13.95		16.66		20.66	
18•	0.64		1.25		2.43		4.61		6.56		9.92		11.38		15.07		17.99		22.31	
19•	0.68		1.35		2.62		4.96		7.06		10.67		12.24		16.22		19.36		24.01	
20•	0.73		1.45		2.81		5.32		7.57		11.45		13.13		17.40		20.77		25.76	
21	0.78		1.54		3.00		5.67		8.07		12.21		14.00		18.55		22.14			
22•	0.83		1.64		3.19		6.03		8.59		12.99		14.90		19.73		23.56			
24•	0.93		1.83		3.55		6.72		9.56		14.47		16.60		21.98		26.24			
25	0.97		1.92		3.73		7.06		10.05		15.21		17.44		23.10		27.58			
26•	1.02		2.02		3.93		7.43		10.58		16.00		18.35		24.31		29.02			
27	1.08		2.12		4.12		7.80		11.11		16.81		19.28		25.54		30.49			
28•	1.13		2.23		4.33		8.19		11.66		17.63		20.22		26.79		31.98			
30•	1.23		2.43		4.71		8.92		12.70		19.21		22.04		29.19		34.85			
32•	1.33		2.63		5.11		9.68		13.77		20.84		23.90		31.66					
33	1.39		2.73		5.31		10.06		14.32		21.67		24.85		32.92					
35	1.50		2.96		5.74		10.87		15.48		23.42		26.86		35.58					
36•	1.56		3.06		5.96		11.27		16.05		24.28		27.85		36.89					
40•	1.78		3.51		6.83		12.92		18.40		27.84		31.93		42.29					
42•	1.89		3.73		7.24		13.71		19.52		29.53		33.87		44.86					
44•	2.00		3.94		7.67		14.51		20.66		31.25		35.84		47.48					
45	2.06		4.05		7.88		14.91		21.23		32.12		36.84							
48•	2.23		4.40		8.55		16.19		23.05		34.86		39.99							
50		1.12		2.21		4.30		8.13		11.58		17.52		20.09						
52•		1.18		2.32		4.50		8.52		12.13		18.35		21.05						
54		1.23		2.42		4.71		8.91		12.69		19.20		22.02						
55		1.25		2.47		4.80		9.08		12.93		19.55		22.43						
56•		1.28		2.52		4.90		9.27		13.19		19.96		22.89						
60•		1.39		2.74		5.32		10.07		14.34		21.69		24.88						
64•		1.49		2.94		5.72		10.82		15.40		23.30								
66		1.55		3.05		5.92		11.21		15.96		24.14								
70		1.65		3.26		6.33		11.97		17.05		25.79								
72•		1.70		3.35		6.51		12.32		17.53										
80•		1.92		3.78		7.35		13.91		19.80										
84		2.03		4.00		7.77		14.70		20.93										
88•		2.13		4.20		8.16		15.44		21.98										
90		2.18		4.30		8.36		15.82		22.53										
96•		2.34		4.62		8.98		16.99		24.20										
100		2.45		4.82		9.37		17.74		25.26										
108		2.66		5.23		10.17		19.25		27.40										
110		2.71		5.34		10.38		19.65		27.97										
112•		2.76		5.44		10.57		20.01		28.48										
120•		2.98		5.87		11.40		21.58		30.72										
144•		2.83		5.57		10.83		20.50												
160•		4.04		7.96		15.47		29.28												
200		5.09		10.04		19.51		36.92												

Las capacidades de potencia están basadas en cálculos de resistencia.

• Indica los tamaños en existencia para este paso.

Nota:

1. Las capacidades de potencia que se encuentran a la derecha de la línea gruesa no son recomendadas debido a que la velocidad lineal excede los 1000 pies por minuto. Sólo deben ser usados para interpolación.

2. Los engranes no metálicos se utilizan normalmente como el piñón motriz con engranes fabricados de acero o de hierro fundido en aplicaciones en donde la velocidad lineal exceda los 1000 pies por minuto y que no estén sujetas a cargas de impacto.

Capacidad de Potencia HP (Aprox.) de Engranajes Rectos

Ángulo de Presión 20°

Martin

Para Servicio Clase I (Factor de Servicio = 1.0)

Paso Diametral 10

Ángulo de Presión 20°

Cara 1-1/4"

Número de Dientes	25 RPM		50 RPM		100 RPM		200 RPM		300 RPM		500 RPM		600 RPM		900 RPM		1200 RPM		1800 RPM	
	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI
11	0.15		0.30		0.59		1.13		1.62		2.49		2.87		3.88		4.70		5.95	
12•	0.18		0.36		0.70		1.33		1.91		2.94		3.40		4.58		5.55		7.04	
13	0.21		0.42		0.81		1.55		2.23		3.43		3.97		5.35		6.48		8.22	
14•	0.24		0.47		0.91		1.75		2.51		3.87		4.47		6.02		7.30		9.25	
15•	0.27		0.53		1.03		1.96		2.82		4.34		5.01		6.76		8.19		10.38	
16•	0.29		0.57		1.12		2.14		3.07		4.72		5.45		7.36		8.91		11.30	
17	0.31		0.62		1.22		2.32		3.34		5.14		5.93		8.00		9.70		12.30	
18•	0.34		0.67		1.31		2.51		3.61		5.55		6.41		8.64		10.47		13.28	
19	0.37		0.72		1.41		2.70		3.88		5.97		6.89		9.30		11.27		14.29	
20•	0.39		0.78		1.52		2.90		4.16		6.40		7.40		9.98		12.09		15.33	
21	0.42		0.83		1.62		3.09		4.44		6.83		7.89		10.64		12.89		16.35	
22•	0.44		0.88		1.72		3.29		4.72		7.26		8.39		11.32		13.71		17.39	
24•	0.50		0.98		1.91		3.66		5.26		8.09		9.35		12.61		15.28		19.37	
25•	0.52		1.03		2.01		3.85		5.53		8.50		9.82		13.25		16.05		20.36	
26•	0.55		1.08		2.12		4.05		5.82		8.95		10.34		13.94		16.89			
27	0.58		1.14		2.22		4.25		6.11		9.40		10.86		14.65		17.75			
28•	0.60		1.19		2.33		4.46		6.41		9.86		11.39		15.37		18.61			
30•	0.66		1.30		2.54		4.86		6.99		10.74		12.41		16.74		20.28			
32•	0.71		1.41		2.76		5.27		7.58		11.65		13.46		18.16		22.00			
33	0.74		1.47		2.87		5.48		7.88		12.11		14.00		18.88		22.87			
35•	0.80		1.59		3.10		5.93		8.52		13.09		15.13		20.41		24.72			
36•	0.83		1.64		3.21		6.14		8.83		13.58		15.68		21.16		25.63			
40•	0.95		1.88		3.68		7.04		10.12		15.56		17.98		24.26					
42	1.01		2.00		3.91		7.47		10.74		16.51		19.07		25.73					
44	1.07		2.12		4.14		7.91		11.36		17.47		20.19		27.23					
45•	1.10		2.18		4.25		8.13		11.68		17.96		20.75		27.99					
48•	1.19		2.36		4.61		8.82		12.68		19.49		22.52		30.38					
50•	1.25		2.47		4.83		9.24		13.27		20.41		23.57							
52	1.31		2.59		5.06		9.68		13.90		21.38		24.70							
54	1.37		2.71		5.29		10.12		14.54		22.36		25.83							
55•	1.40		2.76		5.39		10.31		14.81		22.78		26.31							
56	1.42		2.82		5.50		10.52		15.12		23.25		26.86							
60•	1.55		3.06		5.98		11.44		16.43		25.27		29.19							
<hr/>																				
64		0.80		1.58		3.08		5.90		8.47		13.03		15.05						
66		0.83		1.63		3.19		6.11		8.78		13.50		15.60						
70•		0.88		1.75		3.41		6.53		9.38		14.42		16.66						
72		0.91		1.80		3.51		6.71		9.65		14.83		17.13						
80•		1.03		2.03		3.96		7.58		10.89		16.75								
84		1.08		2.14		4.19		8.01		11.52		17.71								
88		1.14		2.25		4.40		8.41		12.09		18.59								
90•		1.17		2.31		4.51		8.62		12.39		19.06								
96		1.25		2.48		4.84		9.26		13.31										
100•		1.31		2.59		5.06		9.67		13.90										
108		1.42		2.81		5.49		10.49		15.08										
110		1.45		2.87		5.60		10.71		15.39										
112		1.48		2.92		5.70		10.90		15.67										
120		1.59		3.15		6.15		11.76		16.90										
144		1.51		2.99		5.84		11.17		16.05										
160		2.16		4.27		8.35		15.95		22.93										
200		2.72		5.38		10.52		20.12		28.92										

Las capacidades de potencia están basadas en cálculos de resistencia.

• Indica los tamaños en existencia para este paso.

Nota:

1. Las capacidades de potencia que se encuentran a la derecha de la línea gruesa no son recomendadas debido a que la velocidad lineal excede los 1000 pies por minuto. Sólo deben ser usados para interpolación.

2. Los engranes no metálicos se utilizan normalmente como el piñón motriz con engranes fabricados de acero o de hierro fundido en aplicaciones en donde la velocidad lineal exceda los 1000 pies por minuto y que no estén sujetas a cargas de impacto.



Capacidad de Potencia HP (Aprox.) de Engranes Rectos Ángulo de Presión 20°

Para Servicio Clase I (Factor de Servicio = 1.0)

Paso Diametral 12

Ángulo de Presión 20°

Cara 1"

Número de Dientes	25 RPM		50 RPM		100 RPM		200 RPM		300 RPM		500 RPM		600 RPM		900 RPM		1200 RPM		1800 RPM	
	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI
11	0.08		0.17		0.33		0.63		0.92		1.43		1.66		2.27		2.78		3.58	
12•	0.10		0.20		0.39		0.75		1.09		1.69		1.96		2.68		3.28		4.24	
13•	0.12		0.23		0.45		0.88		1.27		1.97		2.29		3.13		3.83		4.95	
14•	0.13		0.26		0.51		0.99		1.43		2.22		2.58		3.52		4.32		5.57	
15•	0.15		0.29		0.57		1.11		1.60		2.49		2.89		3.95		4.84		6.25	
16•	0.16		0.32		0.63		1.20		1.74		2.71		3.15		4.30		5.27		6.81	
17	0.18		0.35		0.68		1.31		1.90		2.95		3.42		4.68		5.74		7.40	
18•	0.19		0.37		0.73		1.42		2.05		3.18		3.70		5.06		6.19		7.99	
19•	0.20		0.40		0.79		1.52		2.20		3.43		3.98		5.44		6.67		8.60	
20•	0.22		0.43		0.85		1.63		2.36		3.68		4.27		5.84		7.15		9.23	
21•	0.23		0.46		0.90		1.74		2.52		3.92		4.55		6.22		7.63		9.84	
22•	0.25		0.49		0.96		1.85		2.68		4.17		4.84		6.62		8.11		10.47	
24•	0.28		0.55		1.07		2.06		2.99		4.64		5.39		7.38		9.04		11.66	
25•	0.29		0.57		1.13		2.17		3.14		4.88		5.67		7.75		9.50		12.26	
26•	0.31		0.60		1.19		2.28		3.30		5.14		5.96		8.16		9.99		12.90	
27	0.32		0.63		1.25		2.40		3.47		5.40		6.27		8.57		10.50		13.55	
28•	0.34		0.67		1.31		2.52		3.64		5.66		6.57		8.99		11.01		14.21	
30•	0.37		0.73		1.42		2.74		3.96		6.17		7.16		9.79		12.00		15.49	
32•	0.40		0.79		1.54		2.97		4.30		6.69		7.77		10.62		13.01			
33	0.41		0.82		1.61		3.09		4.47		6.95		8.08		11.05		13.53			
35	0.45		0.88		1.73		3.34		4.83		7.52		8.73		11.94		14.63			
36•	0.46		0.92		1.80		3.46		5.01		7.79		9.05		12.38		15.16			
40	0.53		1.05		2.06		3.97		5.74		8.94		10.38		14.19		17.39			
42•	0.56		1.12		2.19		4.21		6.09		9.48		11.01		15.05		18.44			
44	0.60		1.18		2.32		4.46		6.45		10.03		11.65		15.93		19.52			
45	0.61		1.21		2.38		4.58		6.63		10.31		11.97		16.37		20.06			
48•	0.66		1.32		2.58		4.97		7.19		11.19		13.00		17.77					
50	0.70		1.38		2.70		5.21		7.53		11.71		13.60		18.60					
52	0.73		1.44		2.83		5.45		7.89		12.27		14.25		19.49					
54•	0.76		1.51		2.96		5.71		8.25		12.84		14.91		20.39					
55	0.78		1.54		3.02		5.81		8.41		13.08		15.18		20.77					
56	0.79		1.57		3.08		5.93		8.58		13.35		15.50		21.19					
60•	0.86		1.71		3.35		6.45		9.33		14.51		16.84		23.04					
64	0.93		1.83		3.60		6.93		10.02		15.58		18.10		24.75					
66•	0.96		1.90		3.73		7.18		10.38		16.15		18.75							
70	1.02		2.03		3.98		7.66		11.09		17.24		20.03							
72•	1.05		2.09		4.09		7.88		11.40											
<hr/>																				
80		0.57		1.13		2.22		4.27		6.18		9.61		11.16						
84•		0.60		1.20		2.35		4.52		6.53		10.16		11.80						
88		0.63		1.26		2.46		4.74		6.86		10.67		12.39						
90		0.65		1.29		2.52		4.86		7.03		10.94								
96•		0.70		1.38		2.71		5.22		7.55		11.75								
100		0.73		1.44		2.83		5.45		7.89		12.27								
108•		0.79		1.57		3.07		5.91		8.55		13.31								
110		0.81		1.60		3.13		6.04		8.73		13.58								
112		0.82		1.63		3.19		6.15		8.89										
120•		0.89		1.76		3.44		6.63		9.59										
144•		0.84		1.67		3.27		6.30		9.11										
160		1.20		2.38		4.67		9.00		13.01										
200		1.52		3.00		5.89		11.34		16.41										

Las capacidades de potencia están basadas en cálculos de resistencia.

• Indica los tamaños en existencia para este paso.

Nota:

1. Las capacidades de potencia que se encuentran a la derecha de la línea gruesa no son recomendadas debido a que la velocidad lineal excede los 1000 pies por minuto. Sólo deben ser usados para interpolación.
2. Los engranes no metálicos se utilizan normalmente como el piñón motriz con engranes fabricados de acero o de hierro fundido en aplicaciones en donde la velocidad lineal exceda los 1000 pies por minuto y que no estén sujetas a cargas de impacto.

Capacidad de Potencia HP (Aprox.) de Engranes Rectos

Ángulo de Presión 20°

Martin

Para Servicio Clase I (Factor de Servicio = 1.0)

Paso Diametral 16

Ángulo de Presión 20°

Cara 3/4"

Número de Dientes	25 RPM		50 RPM		100 RPM		200 RPM		300 RPM		500 RPM		600 RPM		900 RPM		1200 RPM		1800 RPM	
	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI
11	0.04		0.07		0.14		0.27		0.40		0.63		0.73		1.02		1.28		1.69	
12•	0.04		0.08		0.17		0.32		0.47		0.74		0.87		1.21		1.51		2.00	
13•	0.05		0.10		0.19		0.38		0.55		0.87		1.01		1.41		1.76		2.33	
14•	0.06		0.11		0.22		0.42		0.62		0.98		1.14		1.59		1.98		2.63	
15•	0.06		0.12		0.24		0.48		0.69		1.10		1.28		1.79		2.22		2.95	
16•	0.07		0.14		0.27		0.52		0.76		1.19		1.40		1.94		2.42		3.21	
17•	0.07		0.15		0.29		0.56		0.82		1.30		1.52		2.12		2.63		3.49	
18•	0.08		0.16		0.31		0.61		0.89		1.40		1.64		2.28		2.84		3.77	
19	0.09		0.17		0.34		0.65		0.95		1.51		1.76		2.46		3.06		4.05	
20•	0.09		0.18		0.36		0.70		1.02		1.62		1.89		2.64		3.28		4.35	
21•	0.10		0.20		0.39		0.75		1.09		1.73		2.02		2.81		3.50		4.64	
22•	0.10		0.21		0.41		0.80		1.16		1.84		2.15		2.99		3.72		4.93	
24•	0.12		0.23		0.46		0.89		1.29		2.04		2.39		3.33		4.15		5.50	
25	0.12		0.24		0.48		0.93		1.36		2.15		2.51		3.50		4.36		5.78	
26•	0.13		0.26		0.50		0.98		1.43		2.26		2.64		3.69		4.59		6.08	
27	0.14		0.27		0.53		1.03		1.50		2.38		2.78		3.87		4.82		6.38	
28•	0.14		0.28		0.56		1.08		1.58		2.49		2.91		4.06		5.06		6.70	
30•	0.15		0.31		0.61		1.18		1.72		2.72		3.18		4.43		5.51		7.30	
32•	0.17		0.33		0.66		1.28		1.86		2.94		3.44		4.80		5.98		7.91	
33	0.17		0.35		0.68		1.33		1.94		3.06		3.58		4.99		6.21		8.23	
35	0.19		0.37		0.74		1.44		2.09		3.31		3.87		5.39		6.72		8.89	
36•	0.20		0.39		0.77		1.49		2.17		3.43		4.01		5.59		6.96		9.22	
40•	0.22		0.45		0.88		1.71		2.49		3.93		4.60		6.41		7.98		10.57	
42	0.24		0.47		0.93		1.81		2.64		4.17		4.88		6.80		8.47			
44	0.25		0.50		0.99		1.92		2.80		4.42		5.16		7.20		8.96			
45	0.26		0.51		1.01		1.97		2.87		4.54		5.31		7.40		9.21			
48•	0.28		0.56		1.10		2.14		3.12		4.93		5.76		8.03		10.00			
50	0.29		0.58		1.15		2.24		3.26		5.16		6.03		8.41		10.47			
52	0.31		0.61		1.21		2.34		3.42		5.40		6.32		8.81		10.96			
54	0.32		0.64		1.26		2.45		3.58		5.65		6.61		9.21		11.47			
55	0.33		0.65		1.29		2.50		3.64		5.76		6.73		9.38		11.68			
56•	0.34		0.67		1.31		2.55		3.72		5.88		6.87		9.58					
60•	0.36		0.72		1.43		2.77		4.04		6.39		7.47		10.41					
64•	0.39		0.78		1.53		2.98		4.34		6.86		8.02		11.18					
66	0.41		0.81		1.59		3.08		4.50		7.11		8.31		11.58					
70	0.43		0.86		1.70		3.29		4.81		7.59		8.88		12.37					
72•	0.45		0.88		1.74		3.39		4.94		7.81		9.13		12.73					
80•	0.50		1.00		1.97		3.83		5.58		8.82		10.31		14.37					
84•	0.53		1.06		2.08		4.05		5.90		9.32		10.90		15.19					
88•	0.56		1.11		2.19		4.25		6.20		9.79		11.45							
90	0.57		1.14		2.24		4.35		6.35		10.03		11.73							
96•	0.62		1.22		2.41		4.68		6.82		10.78		12.60							
100	0.64		1.27		2.51		4.88		7.12		11.25		13.16							
108		0.33		0.66		1.31		2.54		3.71		5.86		6.85						
110		0.34		0.68		1.34		2.60		3.79		5.98		6.99						
112•		0.35		0.69		1.36		2.64		3.85		6.09		7.12						
120		0.37		0.74		1.47		2.85		4.16		6.57		7.68						
144•		0.36		0.71		1.39		2.71		3.95		6.24								
160•		0.51		1.01		1.99		3.87		5.64		8.91								
200		0.64		1.27		2.51		4.88		7.11		11.24								

Las capacidades de potencia están basadas en cálculos de resistencia.

• Indica los tamaños en existencia para este paso.

Nota:

1. Las capacidades de potencia que se encuentran a la derecha de la línea gruesa no son recomendadas debido a que la velocidad lineal excede los 1000 pies por minuto. Sólo deben ser usados para interpolación.

2. Los engranes no metálicos se utilizan normalmente como el piñón motriz con engranes fabricados de acero o de hierro fundido en aplicaciones en donde la velocidad lineal exceda los 1000 pies por minuto y que no estén sujetas a cargas de impacto.



Capacidad de Potencia HP (Aprox.) de Engranes Rectos Ángulo de Presión 20°

Para Servicio Clase I (Factor de Servicio = 1.0)

Paso Diametral 20

Ángulo de Presión 20°

Cara 1/2"

Número de Dientes	25 RPM		50 RPM		100 RPM		200 RPM		300 RPM		500 RPM		600 RPM		900 RPM		1200 RPM		1800 RPM	
	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI	S	CI
11	0.02		0.03		0.06		0.12		0.17		0.28		0.32		0.46		0.57		0.78	
12•	0.02		0.04		0.07		0.14		0.20		0.33		0.38		0.54		0.68		0.92	
13	0.02		0.04		0.08		0.16		0.24		0.38		0.45		0.63		0.79		1.07	
14•	0.02		0.05		0.09		0.18		0.27		0.43		0.50		0.71		0.89		1.20	
15•	0.03		0.05		0.11		0.21		0.30		0.48		0.56		0.80		1.00		1.35	
16•	0.03		0.06		0.11		0.22		0.33		0.52		0.61		0.87		1.09		1.47	
17	0.03		0.06		0.12		0.24		0.36		0.57		0.67		0.94		1.19		1.60	
18•	0.03		0.07		0.13		0.26		0.38		0.61		0.72		1.02		1.28		1.73	
19	0.04		0.07		0.14		0.28		0.41		0.66		0.78		1.10		1.38		1.86	
20•	0.04		0.08		0.16		0.30		0.44		0.71		0.83		1.18		1.48		2.00	
21•	0.04		0.08		0.17		0.32		0.47		0.76		0.89		1.25		1.58		2.13	
22•	0.04		0.09		0.18		0.34		0.50		0.80		0.94		1.33		1.68		2.26	
24•	0.05		0.10		0.20		0.38		0.56		0.90		1.05		1.49		1.87		2.52	
25•	0.05		0.10		0.21		0.40		0.59		0.94		1.11		1.56		1.96		2.65	
26	0.06		0.11		0.22		0.42		0.62		0.99		1.16		1.64		2.07		2.79	
27	0.06		0.12		0.23		0.44		0.65		1.04		1.22		1.73		2.17		2.93	
28•	0.06		0.12		0.24		0.47		0.68		1.09		1.28		1.81		2.28		3.07	
30•	0.07		0.13		0.26		0.51		0.75		1.19		1.40		1.97		2.48		3.35	
32•	0.07		0.14		0.28		0.55		0.81		1.29		1.52		2.14		2.69		3.63	
33	0.07		0.15		0.29		0.57		0.84		1.34		1.58		2.22		2.80		3.78	
35•	0.08		0.16		0.32		0.62		0.91		1.45		1.70		2.40		3.03		4.08	
36•	0.08		0.17		0.33		0.64		0.94		1.50		1.77		2.49		3.14		4.23	
40•	0.10		0.19		0.38		0.74		1.08		1.72		2.02		2.86		3.60		4.85	
42	0.10		0.20		0.40		0.78		1.15		1.83		2.15		3.03		3.81		5.15	
44	0.11		0.21		0.42		0.83		1.21		1.93		2.27		3.21		4.04		5.45	
45•	0.11		0.22		0.44		0.85		1.25		1.99		2.34		3.30		4.15		5.60	
48	0.12		0.24		0.47		0.92		1.35		2.16		2.54		3.58		4.50		6.08	
50•	0.13		0.25		0.49		0.97		1.42		2.26		2.65		3.75		4.71		6.36	
52	0.13		0.26		0.52		1.01		1.48		2.37		2.78		3.92		4.94		6.66	
54	0.14		0.27		0.54		1.06		1.55		2.48		2.91		4.10		5.17			
55	0.14		0.28		0.55		1.08		1.58		2.52		2.96		4.18		5.26			
56	0.14		0.28		0.56		1.10		1.61		2.57		3.02		4.27		5.37			
60•	0.16		0.31		0.61		1.20		1.75		2.80		3.29		4.64		5.84			
64	0.17		0.33		0.66		1.28		1.88		3.01		3.53		4.98		6.27			
66	0.17		0.34		0.68		1.33		1.95		3.11		3.66		5.16		6.50			
70•	0.19		0.37		0.73		1.42		2.08		3.33		3.91		5.51		6.94			
72•	0.19		0.38		0.75		1.46		2.14		3.42		4.02		5.67		7.14			
80•	0.22		0.43		0.85		1.65		2.42		3.86		4.54		6.40					
84•	0.23		0.45		0.89		1.75		2.56		4.08		4.80		6.77					
88	0.24		0.47		0.94		1.83		2.69		4.29		5.04		7.11					
90•	0.24		0.49		0.96		1.88		2.76		4.40		5.16		7.29					
96•	0.26		0.52		1.03		2.02		2.96		4.72		5.55		7.83					
100•	0.27		0.55		1.08		2.11		3.09		4.93		5.79		8.17					
108	0.30		0.59		1.17		2.29		3.35		5.35		6.28							
110	0.30		0.60		1.19		2.33		3.42		5.46		6.41							
112	0.31		0.62		1.22		2.38		3.48		5.56		6.53							
120•	0.33		0.66		1.31		2.56		3.76		5.99		7.04							
144	0.32		0.63		1.25		2.43		3.57		5.69		6.69							
160	0.45		0.90		1.78		3.48		5.10		8.13		9.56							
200	0.57		1.14		2.24		4.38		6.43		10.26		12.05							

Las capacidades de potencia están basadas en cálculos de resistencia.

• Indica los tamaños en existencia para este paso.

Nota:

1. Las capacidades de potencia que se encuentran a la derecha de la línea gruesa no son recomendadas debido a que la velocidad lineal excede los 1000 pies por minuto. Sólo deben ser usados para interpolación.
2. Los engranes no metálicos se utilizan normalmente como el piñón motriz con engranes fabricados de acero o de hierro fundido en aplicaciones en donde la velocidad lineal exceda los 1000 pies por minuto y que no estén sujetas a cargas de impacto.

ENGRANES DE CORONA Y SINFÍN

Los engranes de corona y sinfín se usan para transmitir potencia en ejes en ángulo recto que no se intersectan. En aplicaciones normales la corona es impulsada por el sinfín.

El uso más común de los engranes de corona sinfín es en aplicaciones en donde se requiera una alta relación de velocidad en un espacio relativamente limitado. También se usan en aplicaciones en donde se requiera, debido a la alta resistencia del eje de la corona, girar en reversa.

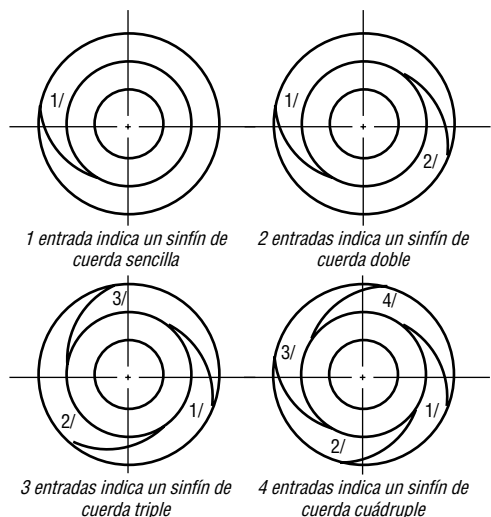
Engrane de corona y sinfín mano derecha



Sinfines con cuerda sencilla, doble y cuádruple

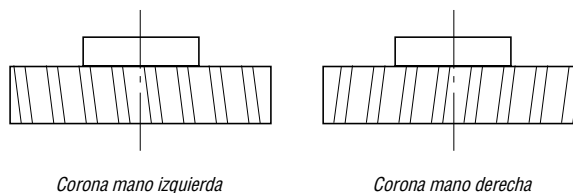
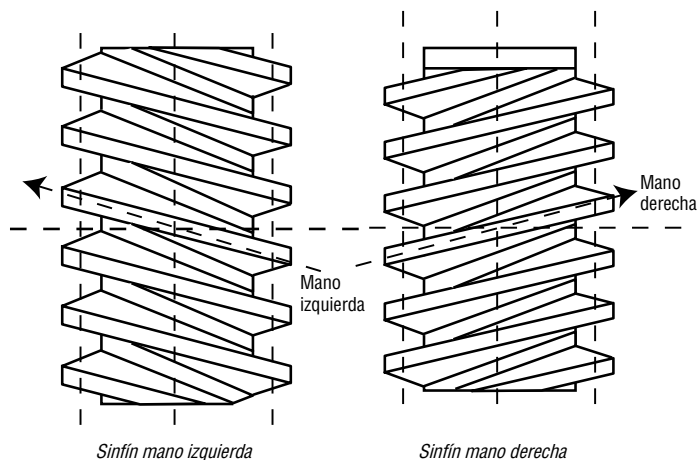


Los sinfines (mostrados arriba) tiene forma cilíndrica y su cara es normalmente más grande que su diámetro. Pueden tener una o más cuerdas (o entradas) dándoles una apariencia no muy diferente a la de un tornillo.



Un sinfín estándar puede tener una, dos, tres o cuatro cuerdas. El número de cuerdas se puede identificar contando el número de entradas en el extremo.

Las coronas y los sinfines también están disponibles con cuerdas mano derecha o mano izquierda.



Martin tiene en existencia coronas y sinfines que pueden ser suministrados como sigue:

Sinfines

Acero suave o endurecido

Con o sin mazas

Mano derecha o mano izquierda

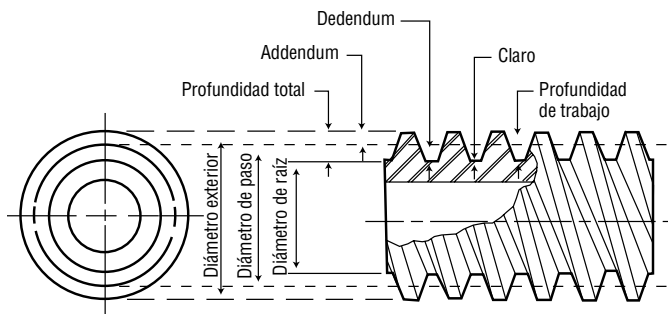
Cuerda sencilla, doble, triple o cuádruple

Coronas

En hierro colado o bronce

Mano derecha o mano izquierda

Cuerda sencilla, doble, triple o cuádruple



Algunas reglas para calcular el tamaño de los sinfines

$$\text{Profundidad total} = \frac{2.157}{\text{Paso diametral}}$$

$$\text{Addendum} = \frac{1}{\text{Paso diametral}}$$

$$\text{Dedendum} = \text{Profundidad total} - \text{Addendum}$$

$$\text{Profundidad de trabajo} = 2 \times \text{Addendum}$$

$$\text{Claro} = \text{Profundidad total} - 2 \times \text{Addendum}$$

El diámetro de paso es resultado del diámetro del cortador usado para su manufactura. El diámetro del sinfín puede ser de varios tamaños dependiendo de lo que se requiera. Cuando el diámetro cambia también cambia el diámetro de la hélice; por lo tanto, el diámetro del sinfín determina el diseño general del juego y del herramental usado. Los diámetros del sinfín indicados en el catálogo han sido seleccionados como estándar para los engranes de línea.

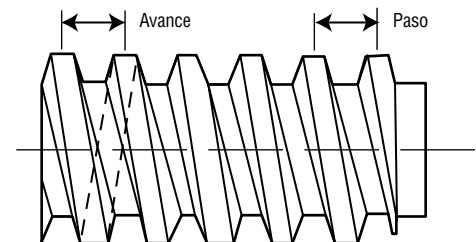
$$\text{Diámetro exterior} = \text{Diámetro de paso} + 2 \times \text{Addendum}$$

$$\text{Diámetro de fondo} = \text{Diámetro exterior} - 2 \times \text{Profundidad total}$$

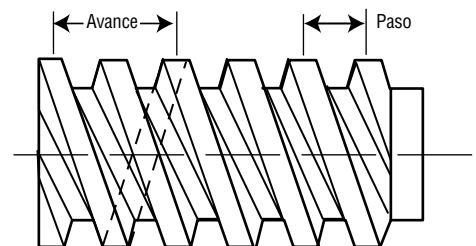
El avance de un sinfín es la distancia que la cuerda avanza axialmente cuando el sinfín da una revolución.

El paso circular o lineal de un sinfín es la medida desde un punto de una cuerda al punto correspondiente de la cuerda adyacente.

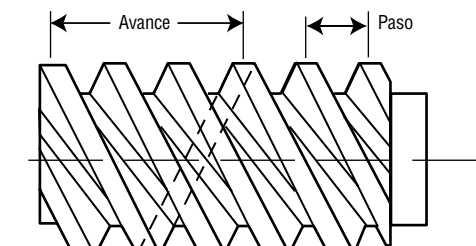
Los siguientes diagramas muestran que el paso permanece igual mientras el avance se incrementa en proporción al incremento en el número de cuerdas.



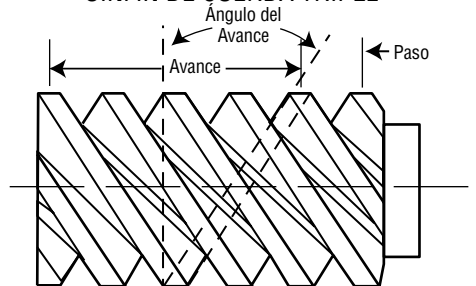
SINFÍN DE CUERDA SENCILLA



SINFÍN DE CUERDA DOBLE



SINFÍN DE CUERDA TRIPLE



SINFÍN DE CUERDA CUÁDRUPLE

Sinfín de Cuerda Sencilla —
Paso Circular = Avance

Sinfín de Cuerda Doble —
Paso Circular = $\frac{\text{Avance}}{2}$ ó Avance = Paso Circular x 2

Sinfín de Cuerda Triple —
Paso Circular = $\frac{\text{Avance}}{3}$ ó Avance = Paso Circular x 3

Sinfín de Cuerda Cuádruple —
Paso Circular = $\frac{\text{Avance}}{4}$ ó Avance = Paso Circular x 4

ENGRANES DE CORONA Y SINFÍN



Las ilustraciones anteriores indican que el ángulo del avance (Hélice) del sinfín es el resultado de dibujar una línea perpendicular al eje del sinfín y una línea paralela a la cuerda del sinfín.

Sí se debe calcular el ángulo de la hélice, se debe conocer el Avance y el diámetro de paso y disponer de una tabla de cotangentes (como en el Manual de Maquinaria). Se debe usar la siguiente fórmula.

$$\frac{PD \times \pi}{AVANCE} = \text{Cot del ángulo del avance}$$

Funciones Trigonómicas

°	'	Seno	Tangente	Cotangente	Coseno	°	'	Seno	Tangente	Cotangente	Coseno
0	0	0.000000	0.000000	INFINITE	1.000000	90	0	0.190809	0.194380	5.1445540	0.981627
	10	0.002909	0.002909	343.77371	0.999996		10	0.193664	0.197401	5.0658352	0.981068
	20	0.005818	0.005818	171.88540	0.999983		20	0.196517	0.200425	4.9894027	0.980500
	30	0.008727	0.008727	114.58865	0.999962		30	0.199368	0.203452	4.9151570	0.979925
	40	0.011635	0.011635	85.939791	0.999932		40	0.202218	0.206483	4.8430045	0.979341
	50	0.014544	0.014544	68.750087	0.999894		50	0.205065	0.209518	4.7728568	0.978748
1	0	0.017452	0.017455	57.289962	0.999848	89	0	0.207912	0.212557	4.7046301	0.978148
	10	0.020361	0.020365	49.103881	0.999793		10	0.210756	0.215599	4.6382457	0.977539
	20	0.023269	0.023275	42.964077	0.999729		20	0.213599	0.218645	4.5736287	0.976921
	30	0.026177	0.026186	38.188459	0.999657		30	0.216440	0.221695	4.5107085	0.976296
	40	0.029085	0.029097	34.367771	0.999577		40	0.219279	0.224748	4.4494181	0.975662
	50	0.031992	0.032009	31.241577	0.999488		50	0.222116	0.227806	4.3896940	0.975020
2	0	0.034899	0.034921	28.636253	0.999391	88	0	0.224951	0.230868	4.3314759	0.974370
	10	0.037806	0.037834	26.431600	0.999285		10	0.227784	0.233934	4.2747066	0.973712
	20	0.040713	0.040747	24.541758	0.999171		20	0.230616	0.237004	4.2193318	0.973045
	30	0.043619	0.043661	22.903766	0.999048		30	0.233445	0.240079	4.1652988	0.972370
	40	0.046525	0.046576	21.470401	0.998917		40	0.236273	0.243158	4.1125614	0.971687
	50	0.049431	0.049491	20.205553	0.998778		50	0.239098	0.246241	4.0610700	0.970995
3	0	0.052336	0.052408	19.081137	0.998630	87	0	0.241922	0.249328	4.0107809	0.970296
	10	0.055241	0.055325	18.074977	0.998473		10	0.244743	0.252420	3.9616518	0.969588
	20	0.058145	0.058243	17.169337	0.998308		20	0.247563	0.255517	3.9136420	0.968872
	30	0.061049	0.061163	16.349855	0.998135		30	0.250380	0.258618	3.8667131	0.968148
	40	0.063952	0.064083	15.604784	0.997957		40	0.253195	0.261723	3.8208281	0.967415
	50	0.066854	0.067004	14.924147	0.997763		50	0.256008	0.264834	3.7759519	0.966675
4	0	0.069756	0.069927	14.300666	0.997564	86	0	0.258819	0.267949	3.7320508	0.965926
	10	0.072658	0.072851	13.726738	0.997357		10	0.261628	0.271069	3.6890927	0.965169
	20	0.075559	0.075776	13.196888	0.997141		20	0.264434	0.274195	3.6470467	0.964404
	30	0.078459	0.078702	12.706205	0.996917		30	0.267238	0.277325	3.6058835	0.963630
	40	0.081359	0.081629	12.250505	0.996685		40	0.270040	0.280460	3.5655749	0.962849
	50	0.084258	0.084558	11.826167	0.996444		50	0.272840	0.283600	3.5260938	0.962059
5	0	0.087156	0.087489	11.430052	0.996195	85	0	0.275637	0.286745	3.4874144	0.961262
	10	0.090053	0.090421	11.059431	0.995937		10	0.278432	0.289896	3.4495120	0.960456
	20	0.092950	0.093354	10.711913	0.995671		20	0.281225	0.293052	3.4123626	0.959642
	30	0.095846	0.096289	10.385397	0.995396		30	0.284015	0.296214	3.3759434	0.958820
	40	0.098741	0.099226	10.078031	0.995113		40	0.286803	0.299380	3.3402326	0.957990
	50	0.101635	0.102164	9.7881732	0.994822		50	0.289589	0.302553	3.3052091	0.957151
6	0	0.104528	0.105104	9.5143645	0.994522	84	0	0.292372	0.305731	3.2708526	0.956305
	10	0.107421	0.108046	9.2553035	0.994214		10	0.295152	0.308914	3.2371438	0.955450
	20	0.110313	0.110990	9.0098261	0.993897		20	0.297930	0.312104	3.2040638	0.954588
	30	0.113203	0.113936	8.7768874	0.993572		30	0.300706	0.315299	3.1715948	0.953717
	40	0.116093	0.116883	8.5555468	0.993238		40	0.303479	0.318500	3.1397194	0.952838
	50	0.118982	0.119833	8.3449558	0.992896		50	0.306249	0.321707	3.1084210	0.951951
7	0	0.121869	0.122785	8.1443464	0.992546	83	0	0.309017	0.324920	3.0776835	0.951057
	10	0.124756	0.125738	7.9530224	0.992187		10	0.311782	0.328139	3.0474915	0.950154
	20	0.127642	0.128694	7.7703506	0.991820		20	0.314545	0.331364	3.0178301	0.949243
	30	0.130526	0.131653	7.5957541	0.991445		30	0.317305	0.334595	2.9886850	0.948324
	40	0.133410	0.134613	7.4287064	0.991061		40	0.320062	0.337833	2.9600422	0.947397
	50	0.136292	0.137576	7.2687255	0.990669		50	0.322816	0.341077	2.9318885	0.946462
8	0	0.139173	0.140541	7.1153697	0.990268	82	0	0.325568	0.344328	2.9042109	0.945519
	10	0.142053	0.143508	6.9682335	0.989859		10	0.328317	0.347585	2.8769970	0.944568
	20	0.144932	0.146478	6.8269437	0.989442		20	0.331063	0.350848	2.8502349	0.943609
	30	0.147809	0.149451	6.6911562	0.989016		30	0.333807	0.354119	2.8239129	0.942641
	40	0.150686	0.152426	6.5605338	0.988582		40	0.336547	0.357396	2.7980196	0.941666
	50	0.153561	0.155404	6.4348428	0.988139		50	0.339285	0.360680	2.7725448	0.940684
9	0	0.156434	0.158384	6.3137515	0.987688	81	0	0.342020	0.363970	2.7474774	0.939693
	10	0.159307	0.161368	6.1970279	0.987229		10	0.344752	0.367268	2.7228076	0.938694
	20	0.162178	0.164354	6.0844381	0.986762		20	0.347481	0.370573	2.6985254	0.937687
	30	0.165048	0.167343	5.9757644	0.986286		30	0.350207	0.373885	2.6746215	0.936672
	40	0.167916	0.170334	5.8708042	0.985801		40	0.352931	0.377204	2.6510867	0.935650
	50	0.170783	0.173329	5.7693688	0.985309		50	0.355651	0.380530	2.6279121	0.934619
10	0	0.173648	0.176327	5.6712818	0.984808	80	0	0.358368	0.383864	2.6050891	0.933580
	10	0.176512	0.179328	5.5763786	0.984298		10	0.361082	0.387205	2.5826094	0.932534
	20	0.179375	0.182332	5.4845052	0.983781		20	0.363793	0.390554	2.5604649	0.931480
	30	0.182236	0.185339	5.3951772	0.983255		30	0.366501	0.393911	2.5386479	0.930418
	40	0.185095	0.188359	5.3092793	0.982721		40	0.369206	0.397275	2.5171507	0.929348
	50	0.187953	0.191363	5.2256647	0.982178		50	0.371908	0.400647	2.4959661	0.928270
°	'	Coseno	Cotangente	Tangente	Seno	°	'	Coseno	Cotangente	Tangente	Seno

NOTA: Para funciones desde 90°-0 a 68°-10', lea la tabla de abajo hacia arriba.

Funciones Trigonométricas

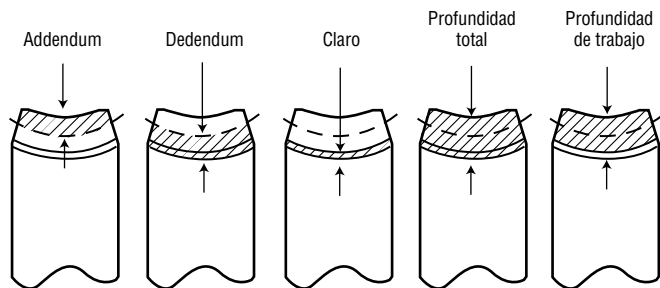
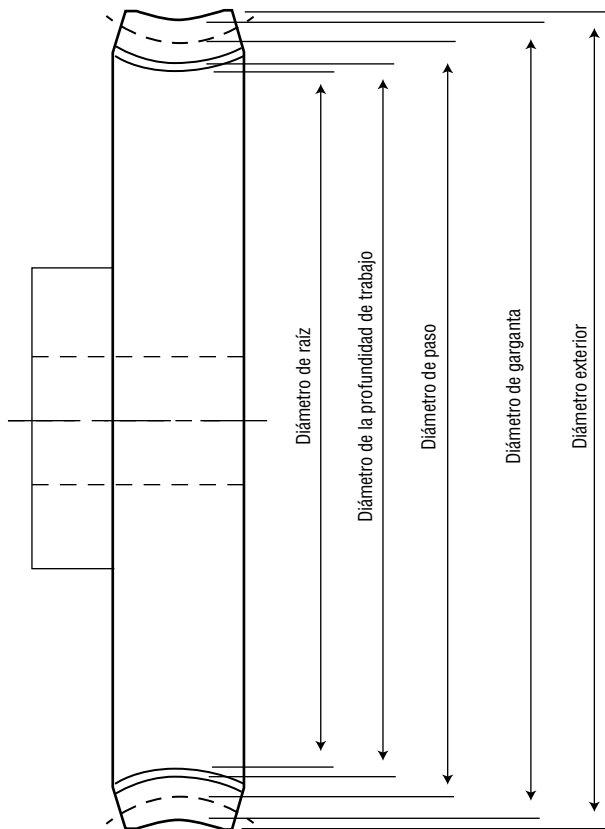
°	'	Seno	Tangente	Cotangente	Coseno	°	'	°	'	Seno	Tangente	Cotangente	Coseno	°	'	°
22	0	0.374607	0.404026	2.4750869	0.927184	0	68	34	0	0.559193	0.674509	1.4825610	0.829038	0	56	
	10	0.377302	0.407414	2.4545061	0.926090	50			10	0.561602	0.678749	1.4732983	0.827407	50		
	20	0.379994	0.410810	2.4342172	0.924980	40			20	0.564007	0.683007	1.4641147	0.825770	40		
	30	0.382683	0.414214	2.4142136	0.923880	30			30	0.566406	0.687281	1.4550090	0.824126	30		
	40	0.385369	0.417626	2.3944889	0.922762	20			40	0.568801	0.691573	1.4459801	0.822475	20		
	50	0.388052	0.421046	2.3750372	0.921638	10			50	0.571191	0.695881	1.4370268	0.820817	10		
23	0	0.390731	0.424475	2.3558524	0.920505	0	67	35	0	0.573576	0.700208	1.4281480	0.819152	0	55	
	10	0.393407	0.427912	2.3369287	0.919364	50			10	0.575957	0.704552	1.4193427	0.817480	50		
	20	0.396080	0.431358	2.3182606	0.918216	40			20	0.578332	0.708913	1.4106098	0.815801	40		
	30	0.398749	0.434812	2.2998425	0.917060	30			30	0.580703	0.713293	1.4019483	0.814116	30		
	40	0.401415	0.438276	2.2816693	0.915896	20			40	0.583069	0.717691	1.3933571	0.812423	20		
	50	0.404078	0.441748	2.2637357	0.914725	10			50	0.585429	0.722108	1.3848355	0.810723	10		
24	0	0.406737	0.445229	2.2460368	0.913545	0	66	36	0	0.587785	0.726543	1.3763810	0.809017	0	54	
	10	0.409392	0.448719	2.2285676	0.912358	50			10	0.590136	0.730996	1.3679959	0.807304	50		
	20	0.412045	0.452218	2.2113234	0.911164	40			20	0.592482	0.735469	1.3596764	0.805584	40		
	30	0.414693	0.455726	2.1942997	0.909961	30			30	0.594823	0.739961	1.3514224	0.803857	30		
	40	0.417338	0.459244	2.1774920	0.908751	20			40	0.597159	0.744472	1.3432331	0.802123	20		
	50	0.419980	0.462771	2.1608958	0.907533	10			50	0.599489	0.749003	1.3351075	0.800383	10		
25	0	0.422618	0.466308	2.1445069	0.906308	0	65	37	0	0.601815	0.753554	1.3270448	0.798636	0	53	
	10	0.425253	0.469854	2.1283213	0.905075	50			10	0.604136	0.758125	1.3190441	0.796882	50		
	20	0.427884	0.473410	2.1123348	0.903834	40			20	0.606451	0.762716	1.3111046	0.795121	40		
	30	0.430511	0.476976	2.0965436	0.902585	30			30	0.608761	0.767327	1.3032254	0.793353	30		
	40	0.433125	0.480551	2.0809438	0.901329	20			40	0.611067	0.771959	1.2954057	0.791579	20		
	50	0.435755	0.484137	2.0655318	0.900065	10			50	0.613367	0.776612	1.2876447	0.789798	10		
26	0	0.438371	0.487733	2.0503038	0.898794	0	64	38	0	0.615661	0.781286	1.2799416	0.788011	0	52	
	10	0.440984	0.491339	2.0352565	0.897515	50			10	0.617951	0.785981	1.2722957	0.786217	50		
	20	0.443593	0.494955	2.0203862	0.896229	40			20	0.620235	0.790698	1.2647062	0.784416	40		
	30	0.446197	0.498582	2.0056897	0.894934	30			30	0.622515	0.795436	1.2571723	0.782608	30		
	40	0.448799	0.502219	1.9911637	0.893633	20			40	0.624789	0.800196	1.2496933	0.780794	20		
	50	0.451397	0.505867	1.9768050	0.892323	10			50	0.627057	0.804980	1.2422685	0.778973	10		
27	0	0.453990	0.509525	1.9626105	0.891007	0	63	39	0	0.629320	0.809784	1.2348972	0.777146	0	51	
	10	0.456580	0.513195	1.9485772	0.889682	50			10	0.631578	0.814612	1.2275786	0.775312	50		
	20	0.459166	0.516876	1.9347020	0.888350	40			20	0.633831	0.819463	1.2203121	0.773472	40		
	30	0.461749	0.520567	1.9209821	0.887011	30			30	0.636078	0.824336	1.2130967	0.771625	30		
	40	0.464327	0.524270	1.9074147	0.885664	20			40	0.638320	0.829234	1.2059327	0.769771	20		
	50	0.466901	0.527984	1.8933971	0.884309	10			50	0.640557	0.834155	1.1988184	0.767911	10		
28	0	0.469472	0.531709	1.8807265	0.882948	0	62	40	0	0.642788	0.839100	1.1917536	0.766044	0	50	
	10	0.472038	0.535547	1.8676003	0.881578	50			10	0.645013	0.844069	1.1847376	0.764171	50		
	20	0.474600	0.539195	1.8546159	0.880201	40			20	0.647233	0.849062	1.1777698	0.762292	40		
	30	0.477149	0.542956	1.8417709	0.878817	30			30	0.649448	0.854081	1.1708496	0.760406	30		
	40	0.479713	0.546728	1.8290628	0.877425	20			40	0.651657	0.859124	1.1639763	0.758514	20		
	50	0.482263	0.550515	1.8164892	0.876026	10			50	0.653861	0.864193	1.1571495	0.756615	10		
29	0	0.484810	0.554309	1.8040478	0.874620	0	61	41	0	0.656059	0.869287	1.1503684	0.754710	0	49	
	10	0.487352	0.558118	1.7917362	0.873206	50			10	0.658252	0.874407	1.1436326	0.752798	50		
	20	0.489890	0.561939	1.7795524	0.871784	40			20	0.660439	0.879553	1.1369414	0.750880	40		
	30	0.492424	0.565773	1.7674940	0.870356	30			30	0.662620	0.884725	1.1302944	0.748956	30		
	40	0.494953	0.569619	1.7555590	0.868920	20			40	0.664796	0.889924	1.1236909	0.747025	20		
	50	0.497479	0.573478	1.7437453	0.867476	10			50	0.666966	0.895151	1.1171305	0.745088	10		
30	0	0.500000	0.577350	1.7320508	0.866025	0	60	42	0	0.669131	0.900404	1.1106125	0.743145	0	48	
	10	0.502517	0.581235	1.7204736	0.864567	50			10	0.671289	0.905685	1.1041365	0.741195	50		
	20	0.505030	0.585134	1.7090116	0.863102	40			20	0.673443	0.910994	1.0977020	0.739239	40		
	30	0.507538	0.589045	1.6976631	0.861629	30			30	0.675590	0.916331	1.0913085	0.737277	30		
	40	0.510043	0.592970	1.6864261	0.860149	20			40	0.677732	0.921697	1.0849554	0.735309	20		
	50	0.512543	0.596908	1.6752988	0.858662	10			50	0.679868	0.927021	1.0786423	0.733335	10		
31	0	0.515038	0.600861	1.6642795	0.857167	0	59	43	0	0.681998	0.932515	1.0723687	0.731354	0	47	
	10	0.517529	0.604827	1.6533663	0.855665	50			10	0.684123	0.937968	1.0661341	0.729367	50		
	20	0.520016	0.608807	1.6425576	0.854156	40			20	0.686242	0.943451	1.0599381	0.727374	40		
	30	0.522499	0.612801	1.6318517	0.852640	30			30	0.688355	0.948965	1.0537801	0.725374	30		
	40	0.524977	0.616809	1.6212469	0.851117	20			40	0.690462	0.954508	1.0476598	0.723369	20		
	50	0.527450	0.620832	1.6107417	0.849586	10			50	0.692563	0.960083	1.0415767	0.721357	10		
32	0	0.529919	0.624869	1.6003345	0.848048	0	58	44	0	0.694658	0.965689	1.0355303	0.719340	0	46	
	10	0.532384	0.628921	1.5900238	0.846503	50			10	0.696748	0.971326	1.0295203	0.717316	50		
	20	0.534844	0.632988	1.5798079	0.844951	40			20	0.698832	0.976996	1.0235461	0.715286	40		
	30	0.537300	0.637079	1.5696856	0.843391	30			30	0.700909	0.982697	1.0176074	0.713251	30		
	40	0.539751	0.641167	1.5596552	0.841825	20			40	0.702981	0.988432	1.0117088	0.711209	20		
	50	0.542197	0.645820	1.4597155	0.840251	10			50	0.705047	0.994199	1.0058348	0.709161	10		
33	0	0.544639	0.649408	1.5398650	0.838671	0	57	45	0	0.707107	1.000000	1.0000000	0.707107	0	45	
	10	0.547076	0.653551	1.5301025	0.837083	50			—	—	—	—	—	—		
	20	0.549509	0.657710	1.5204261	0.835488	40			—	—	—	—	—	—		
	30	0.551937	0.661886	1.5108352	0.833886	30			—	—	—	—	—	—		
	40	0.554360	0.666077	1.5013282	0.832277	20			—	—	—	—	—	—		
	50	0.556769	0.670285	1.4919039	0.830661	10			—	—	—	—	—	—		
°	'	Coseno	Cotangente	Tangente	Seno	'	°	°	'	Coseno	Cotangente	Tangente	Seno	'	°	

NOTA: Para funciones desde 45°-0' a 68°, lea la tabla de abajo hacia arriba.

ENGRANES DE CORONA Y SINFÍN

Martin

Diámetros básicos y partes del diente de las coronas de línea.



PASO

Todas las coronas están listadas por su paso diametral.

El paso diametral de una corona está definido como el número de dientes del engrane por cada pulgada de diámetro de paso. Se puede determinar usando la siguiente fórmula:

$$\text{Paso diametral} = \frac{\text{Número de dientes}}{\text{Diámetro de paso}}$$

El paso circular de una corona está determinado por el mismo método usado en los engranes rectos. Es una medida, en pulgadas, a lo largo del círculo de paso entre puntos correspondientes de dientes adyacentes.

La fórmula para determinar el paso circular es:

$$CP = \frac{\text{Diámetro de Paso} \times \pi}{\text{Número de Dientes}}$$

La relación entre el paso circular (CP) y el paso diametral (DP) se muestra en las siguientes fórmulas:

$$CP = \frac{\pi}{DP}$$

$$CP = \frac{\pi}{CP}$$

$$DP \times CP = \pi$$

El ángulo de presión de todos los engranes de línea corona y sinfín de Martin es de 14-1/2 grados como se muestra en el catálogo.

Un engrane de corona y sinfín operando a una distancia entre centros adecuada debe ser del mismo:

Paso

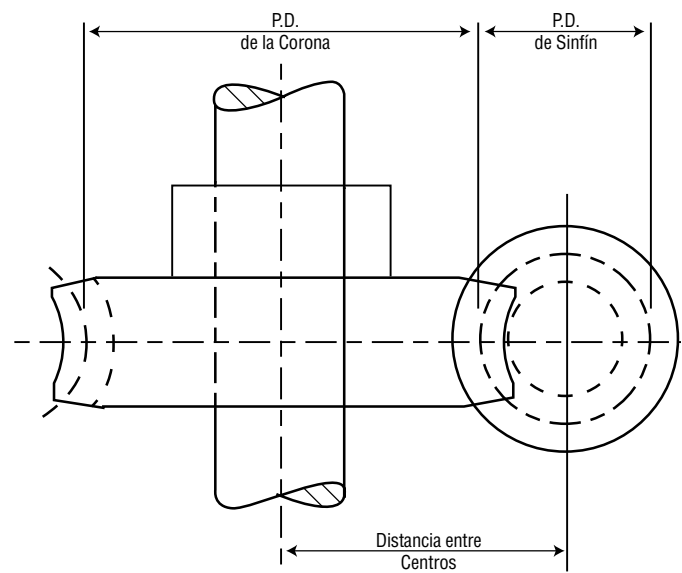
Angulo de Presión

Número de Cuerdas

Angulo de la Hélice

Mano (Derecha o Izquierda)

Proporción del Diente



La distancia entre centros es la medida en pulgadas del centro de un eje al otro en los que están montados los engranes.

La distancia entre centros adecuada para todos los juegos de engranes de corona y sinfín de línea de Martin se muestran en el catálogo en la tercera columna leyendo en el renglón de la corona seleccionada.

La distancia entre centros se determina con la siguiente fórmula:

$$CD = \frac{PD \text{ del sinfín} + PD \text{ de la corona}}{2}$$

Las transmisiones de Corona y Sinfín se usan frecuentemente para tener altas relaciones de reducción en un espacio relativamente pequeño. La relación de velocidad de un juego de engranes de corona y sinfín se determina usando la siguiente fórmula:

$$\text{Relación} = \frac{\text{Número de Dientes de la Corona}}{\text{Número de Cuerdas del Sinfín}}$$

Nota: Refiérase a la página 25 de éste manual para determinar el número de cuerdas.

EJEMPLO:

Una corona de paso diametral (DP) 6, de 60 dientes tiene 10" de diámetro de paso y un sinfín de paso diametral 6 tiene 2" de diámetro de paso. Independientemente del número de cuerdas o del ángulo de la hélice, este juego de engranes va a operar a 6" de distancia entre centros.

Usando la fórmula

$$CD = \frac{PD \text{ del sinfín} + PD \text{ de la corona}}{2}$$

ó

$$\frac{2" + 10}{2} = 6" \text{ C.D.}$$

Usando la fórmula

$$\text{Relación} = \frac{\text{Número de Dientes de la corona}}{\text{Número de cuerdas del Sinfín}} = \text{Cuál sería}$$

la relación usando cuerdas sencilla, doble, triple y cuádruple.

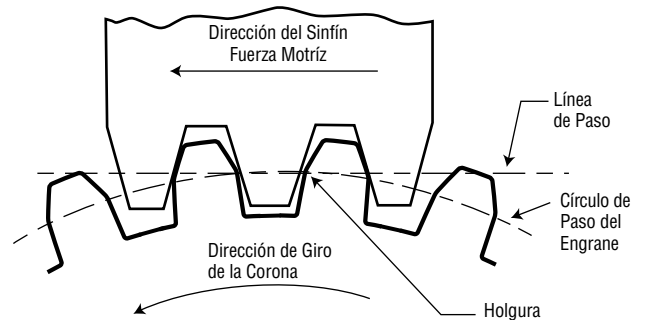
$$\text{Sencilla} - \text{Relación} = \frac{60}{1} = 60 \text{ a } 1$$

$$\text{Doble} - \text{Relación} = \frac{60}{2} = 30 \text{ a } 1$$

$$\text{Triple} - \text{Relación} = \frac{60}{3} = 20 \text{ a } 1$$

$$\text{Cuádruple} - \text{Relación} = \frac{60}{4} = 15 \text{ a } 1$$

La holgura (backlash) en un juego de engranes de Corona y Sinfín es el espacio que hay entre la parte trasera (el lado que no está en contacto) de la cuerda del sinfín y el diente de la corona detrás de él. La cantidad acumulada de holgura del juego se puede sentir manteniendo el eje del sinfín en una posición fija y girando la corona hacia adelante y hacia atrás. Para la mayoría de los reductores de corona y sinfín la holgura (backlash) es de 1/2°.



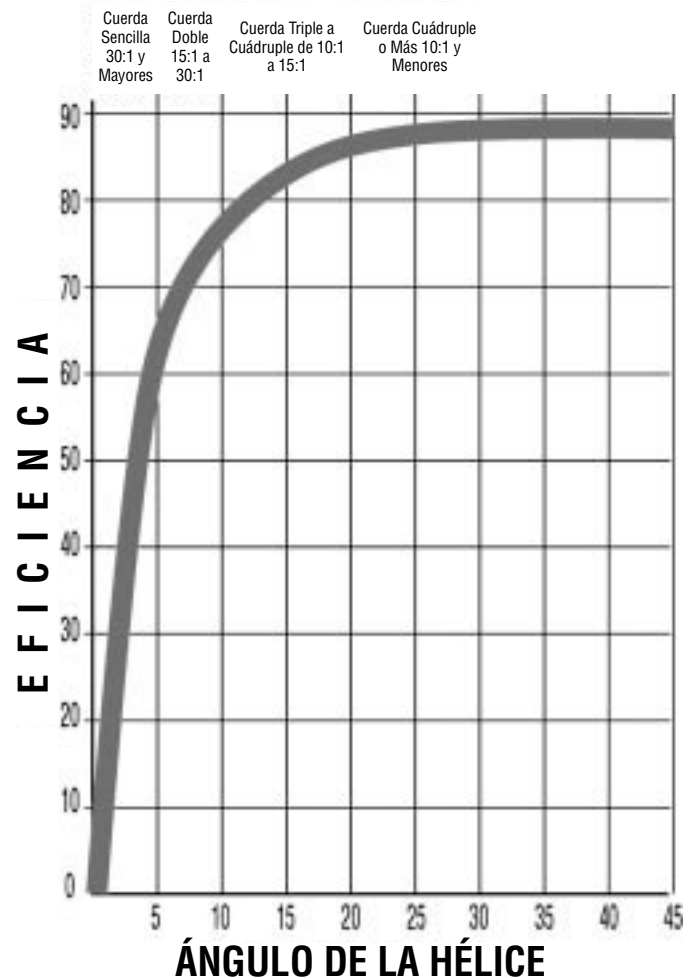
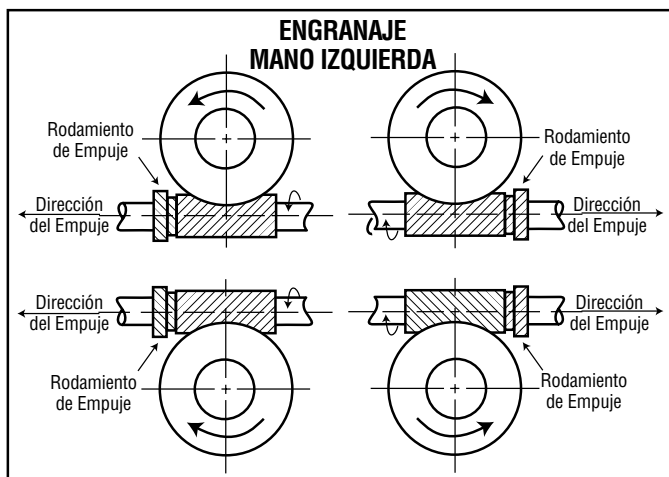
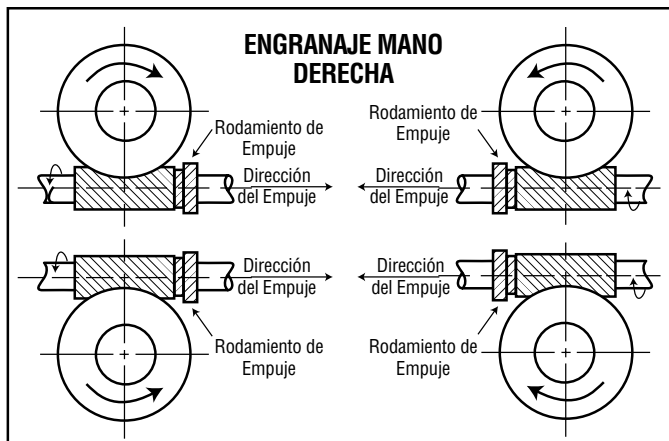
La holgura (backlash) se genera en el juego de engranes para tener el claro adecuado para la operación y la lubricación adecuada entre la corona y las cuerdas del sinfín. También es para asegurar la máxima eficiencia y que los engranes operen suavemente.

Aunque la holgura se genera durante la fabricación del juego de engranes no se podrá mantener si no se instalan con la distancia entre centros adecuada.

Cuando al instalarse los centros están muy cerca, el juego se amarra al no permitir suficiente claro para lubricar los dientes de la corona y las cuerdas del sinfín. Esta condición producirá calor excesivo y desgaste de los dientes. Si al instalar los engranes los centros están más alejados, el resultado es una holgura (backlash) excesiva. Esto produce ruido excesivo y posible vibración. Estas condiciones inadecuadas acortarán la vida del juego de engranes.

ENGRANES DE CORONA Y SINFIN

Martin



EFICIENCIA

La transmisión de engranes de Corona y Sinfín es probablemente la menos eficiente de todos los tipos de engranes debido a la acción deslizante del sinfín a través de los dientes de la corona. Esta acción deslizante causa una pérdida de potencia definida o eficiencia por medio de la fricción. Hay muchos factores que pueden aumentar o disminuir la cantidad de fricción perdida, como los materiales usados, los acabados de las superficies, la precisión del corte, la velocidad del sinfín, la lubricación y la carga; sin embargo, el factor que tiene el efecto más pronunciado es el ángulo de la hélice del sinfín.

La regla general es: entre mayor es el ángulo de la hélice, mayor será la eficiencia. Por lo tanto, se puede decir que entre mayor sea el número de cuerdas en el sinfín y mayor sea el ángulo de la hélice, el resultado será mayor eficiencia.

La siguiente gráfica nos muestra la relación que existe entre el ángulo de la hélice, el número de cuerdas en el sinfín y la eficiencia.

AUTOBLOQUEO

Conforme el ángulo del avance de un juego de engranes se incrementa, lo mismo hace la eficiencia. Esto es cierto por varias razones. Con un ángulo mayor la componente de la carga en el diente que causa la fricción se reduce. Con la presión reducida el coeficiente de fricción disminuye. También se facilita que la lubricación entre en los dientes engranados. Dentro de límites razonables, las pruebas han mostrado que el coeficiente de fricción disminuye cuando se incrementa la velocidad de rozamiento que es inherente a los ángulos mayores.

El autobloqueo ocurre matemáticamente cuando el coeficiente de fricción es mayor que la tangente del ángulo del avance. Esta condición evita que la corona gire al sinfín en dirección contraria. Esto generalmente ocurre con ángulos del avance de aproximadamente 5° o menores. Esta característica puede ser muy útil en aplicaciones de izaje en donde es deseable que la corona permanezca sin moverse una vez posicionado el sinfín.

Se debe tener extrema precaución al utilizar las Coronas de autobloqueo para todas las condiciones. La vibración puede causar que un juego de corona y sinfín que está estáticamente autobloqueado se "arrastre". Un límite de los juegos de autobloqueo es que tienden a perder esa característica una vez que están "pulidos".

Ciertos juegos de engranes de corona y sinfín se usan como freno dinámico; sin embargo, los juegos de autobloqueo deben ser evitados en aplicaciones de cargas pesadas de inercia como en los volantes ya que cuando se interrumpe la potencia motriz en el sinfín se producen cargas pesadas en el diente.

Siempre refiérase al ángulo bajo del avance (5° y menores) del sinfín como autobloqueo "Nominal" y se sugiere que el autobloqueo positivo se use en combinación con un freno o algún otro dispositivo mecánico.

POTENCIA Y CAPACIDADES DE TORQUE

En el catálogo de Martin están las páginas con las capacidades de carga de los engranes de corona y sinfín de línea en las que se indican la potencia, el torque y la eficiencia. Por esa razón no las incluimos en este manual, sin embargo, la siguiente información debe ser tomada en cuenta.

No hay una fórmula que sea aceptada para calcular las capacidades de potencia de engranes de hierro fundido y sinfines de acero suave. Las capacidades de catálogo son para sinfines de acero endurecido operando únicamente con coronas de bronce.

La capacidad estimada para sinfines suaves y coronas de hierro colado es 50% de esas capacidades.

Los sinfines suaves y las coronas de hierro colado normalmente se usan en equipos de operación manual o para operaciones de baja velocidad con condiciones de carga ligera.

También debemos tomar en cuenta que las capacidades indicadas en el catálogo Martin son para servicio Clase I. Al hacer la selección, se debe aplicar el factor de servicio adecuado.

CLASIFICACIÓN	APLICACIÓN	FACTOR DE SERVICIO
Clase I	Servicio continuo de 8 a 10 horas sin cargas de impacto.	1.0
Clase II	Servicio continuo de 8 a 10 horas con cargas recurrentes de impacto o 24 horas sin cargas de impacto.	1.2
Clase III	Servicio continuo de 24 horas con cargas de impacto.	1.3
Clase IV	Servicio intermitente con velocidades del sinfín de 100 RPM o mayores.	0.7
Clase V	Servicio de baja velocidad con velocidades menores a 100 RPM.	Para hacer la selección use únicamente las capacidades de torque.

El factor de servicio se debe multiplicar por la potencia instalada o por el torque. Esto da como resultado los requerimientos de potencia o torque corregidos. Seleccione los engranes de acuerdo con ese valor.

FÓRMULAS PARA ENGRANES DE CORONA Y SINFÍN

(Basadas en Paso Diametral)

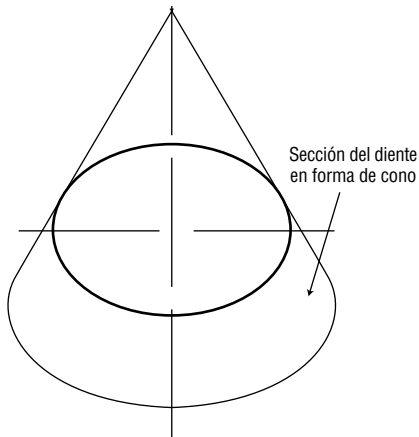
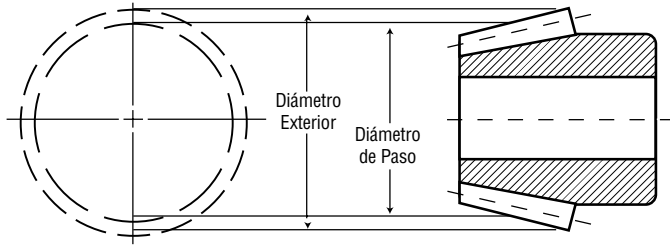
PARA ENCONTRAR	REGLA	FÓRMULA
Diámetro de Paso de la Corona	Divida el número de dientes entre el Paso Diametral	$\text{Diámetro de Paso} = \frac{\text{Número de Dientes de la Corona}}{\text{Paso Diametral}}$
Diámetro de la Garganta de la Corona	Agregue 2 Addendums al Diámetro de Paso	$\text{Diámetro de la Garganta} = (\text{Addendum} \times 2) + \text{Diámetro de Paso}$
Diámetro Exterior de la Corona	Agregue 3 Addendums al Diámetro de Paso	$\text{Diámetro Exterior de la Corona} = (\text{Addendum} \times 3) + \text{Diámetro de Paso}$
Diámetro de Paso del Sinfín	Reste el Diámetro de Paso de la Corona de dos veces la Distancia entre Centros	$\text{Diámetro de Paso del Sinfín} = (2 \times \text{Distancia entre Centros}) - \text{Diámetro de Paso de la Corona}$
Diámetro Exterior del Sinfín	Agregue 2 Addendums al Diámetro de Paso del Sinfín	$\text{Diámetro Exterior del Sinfín} = (2 \times \text{Addendum}) + \text{Diámetro de Paso del Sinfín}$
Avance del Sinfín	Divida 3.1416 entre el Paso Diametral y multiplíquelo por el número de cuerdas del Sinfín	$\text{Avance del Sinfín} = \frac{3.1416}{\text{Paso Diametral}} \times \text{Número de Cuerdas del Sinfín}$
Cotangente de la Hélice del Sinfín	Multiplique el diámetro de Paso por el Paso Diametral y divídalo entre el número de cuerdas del Sinfín	$\text{Cotangente de la Hélice del Sinfín} = \frac{\text{Diámetro de Paso} \times \text{Paso Diametral}}{\text{Número de Cuerdas del Sinfín}}$
Distancia entre Centros	Sume el Diámetro de Paso de la Corona y Diámetro de paso del Sinfín y divídalo entre 2	$\text{Distancia entre Centros} = \frac{\text{Diámetro de Paso de la Corona} + \text{Diámetro de Paso del Sinfín}}{2}$
Relación	Divida el Número de Dientes de la Corona entre el número de Cuerdas del Sinfín	$\text{Relación} = \frac{\text{Número de Dientes de la Corona}}{\text{Número de Cuerdas del Sinfín}}$

NOTA: LOS DATOS DEL DIENTE (ADDENDUM, PROFUNDIDAD TOTAL, ETC.) SON LOS MISMOS DE LOS ENGRANES RECTOS

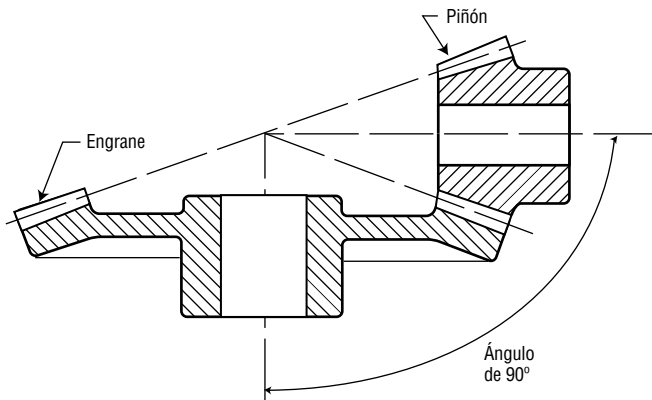
ENGRANES CÓNICOS REL. NO 1:1 Y REL. 1:1

Martin

Los engranes cónicos rel. no 1:1, al igual que los engranes rectos, están compuestos de varios círculos básicos. Sin embargo, a diferencia de los engranes rectos, el diente de estos engranes tiene la forma de un cono.



Los engranes cónicos Rel. no 1:1 de línea de Martin están diseñados para conectar ejes que están en el mismo plano con un ángulo de 90°.



Puesto que el engrane (gear) siempre tiene un diámetro de paso y un número de dientes mayor que el piñón, la relación de velocidad siempre será mayor de 1:1. Por lo tanto se puede decir que los engranes cónicos Martin con rel. no 1:1 transmiten potencia y movimiento en ángulo de 90° con aumento o disminución de la velocidad.

Las siguientes fórmulas involucran la relación de velocidad:

$$\text{Relación} = \frac{N_g}{n_p} = \frac{\text{rpm}_p}{\text{RPM}_g} = \frac{\text{P.D.}_g}{\text{p.d.}_p}$$

$$N_g = n_p \times \text{Relación} \quad n_p = \frac{N_g}{\text{Relación}}$$

$$\text{RPM}_g = \frac{\text{rpm}_p}{\text{Relación}} \quad \text{rpm}_p = \text{RPM}_g \times \text{Relación}$$

$$\text{P.D.}_g = \text{p.d.}_p \times \text{Relación} \quad \text{p.d.}_p = \frac{\text{P.D.}_g}{\text{Relación}}$$

NOTA: SE PUEDEN FABRICAR ENGRANES CÓNICOS REL. NO 1:1 ESPECIALES PARA OPERAR EN ÁNGULOS DIFERENTES A 90°.

EJEMPLO

Un piñón que tiene 18 dientes y un diámetro de paso de 1 1/2" está girando a 1200 RPM y está impulsando un engrane de 54 dientes. Determine el diámetro de paso y las RPM del engrane.

$$\text{Relación} = \frac{N_g}{n_p} = \frac{54}{18} = 3:1$$

$$\text{RPM}_g = \frac{\text{rpm}_p}{\text{Relación}} = \frac{1200}{3} = 400$$

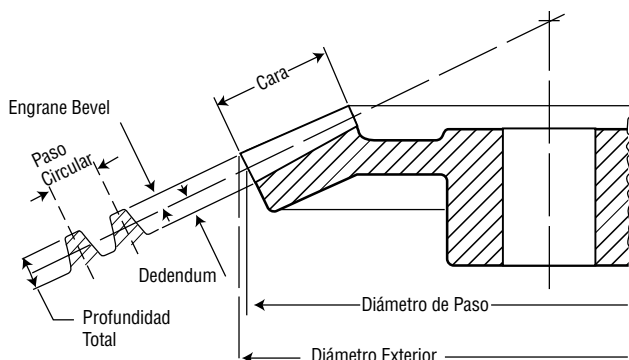
$$\text{P.D.}_g = \text{p.d.}_p \times \text{Relación} = 1.5" \times 3 = 4.5"$$

PASO Y PARTES DEL DIENTE

Todos los engranes cónicos rel. no 1:1 se encuentran en el catálogo Martin listados en base a su paso diametral. Para calcular el paso diametral de este tipo de engranes se usa el mismo método que con los engranes rectos.

$$\text{D.P.} = \frac{N_t}{\text{P.D.}}$$

La fórmula anterior indica que el paso diametral (DP) de un engrane cónico rel. no 1:1 es el número de dientes por pulgada de diámetro de paso.



El paso circular de un engrane cónico rel. no 1:1 puede ser encontrado midiendo a lo largo de la línea de paso EN EL EXTREMO ANCHO DEL DIENTE de un punto de un diente al mismo punto del diente adyacente.

El Paso Circular se ilustra en el diagrama superior. También se indican el Addendum, el Dedendum y la Profundidad Total. Un estudio de esas partes del diente revelará que sus tamaños también están determinados en el extremo ancho o la orilla exterior del diente.

Los engranes cónicos rel. no 1:1, que se muestran en el catálogo Martin son del "Sistema Gleason". Los juegos de engranes fabricados con este sistema se caracterizan por tener addendums largos y cortos y por tener un diseño de diente CONIFLEX®.

En estos juegos de engranes cónicos el piñón tiene un addendum largo y el engrane un addendum corto. Por ejemplo, en un juego de engranes cónicos rel. 1:1 los addendums, usando este sistema son iguales. Sin embargo, conforme la relación de velocidad se incrementa, la longitud del addendum del piñón se incrementa y la longitud del addendum del engrane disminuye en la misma proporción mientras que la profundidad total y el claro permanecen constantes.

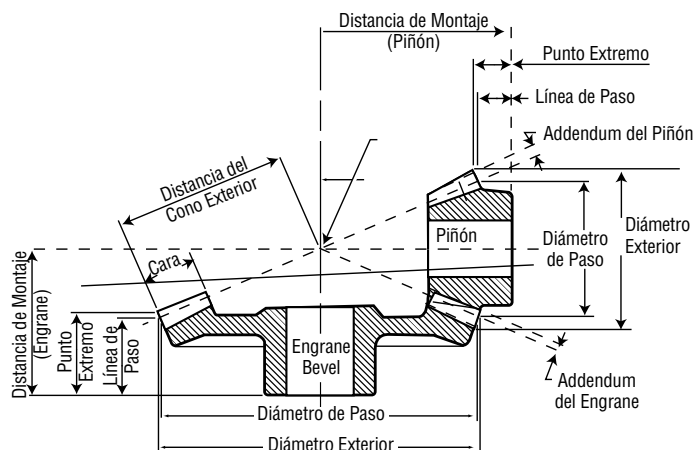
Los juegos de engranes cónicos rel. no 1:1 producidos con este método tienen una gran resistencia y durabilidad. Operarán más silenciosamente que aquellos que tienen los addendums iguales y que no tienen la forma del diente CONIFLEX®.

Al tener el piñón un addendum largo se evita rebajar y la fuerza del diente se incrementa. Puesto que el addendum del engrane se reduce, la vida del juego y la fuerza del juego tiende a balancearse.

En el diagrama anterior se debe notar lo siguiente.

ADDENDUM:

El addendum es la porción del diente entre el círculo de paso y el círculo exterior medido en el extremo ancho o la orilla exterior, del diente. Note en ésta ilustración que el piñón tiene un addendum largo y el engrane un addendum corto mientras que la profundidad total en ambos es igual.

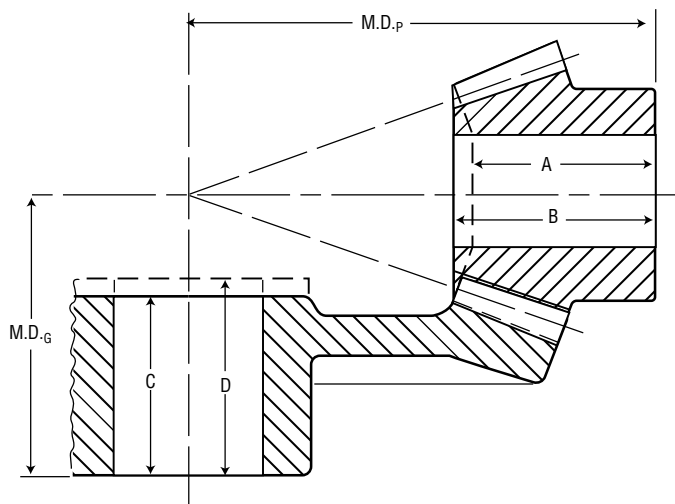


DISTANCIA DE MONTAJE:

La distancia de montaje del piñón se mide desde el ápice de paso al extremo posterior de la maza del piñón.

La distancia de montaje del engrane se mide desde el ápice de paso al extremo posterior de la maza del engrane.

El largo a través del barreno puede ser más largo o más corto añadiendo o quitando material del frente o extremo pequeño del engrane y/o del piñón sin cambiar la distancia de montaje.



Esta ilustración muestra al piñón teniendo dos largos a través del barreno (A y B) y al engrane teniendo también dos largos (C y D), con la distancia de montaje del piñón (M.D.p) y la distancia de montaje (M.D.g) del engrane constantes.

ENGRANES CÓNICOS REL. NO 1:1 Y REL. 1:1

Martin

DIENTES GENERADOS CON FORMA CONIFLEX®

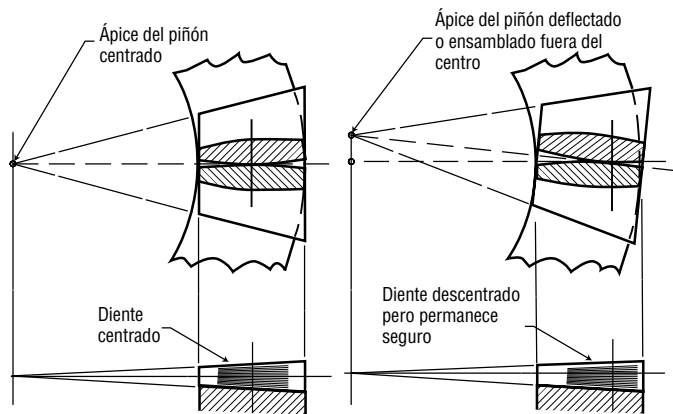


FIGURA "A"

DIENTE GENERADO CON FORMA DE CARA RECTA

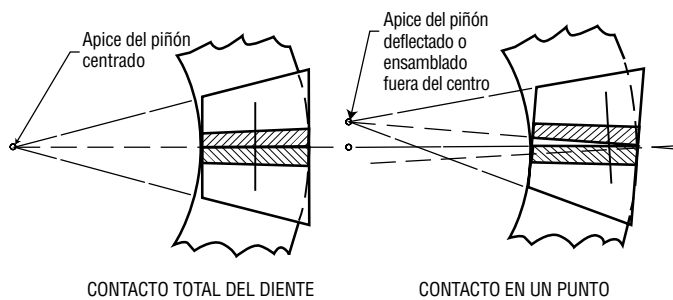


FIGURA "B"

La ilustración anterior nos muestra el efecto del desalineamiento en el patrón de engranaje de los engranes cónicos rel. no 1:1, tanto con la forma de diente CONIFLEX® y con el estilo original, con dientes con cara recta.

La figura A muestra una vista desde arriba de un juego de engranes cónicos rel. no 1:1 (piñón y engrane) en donde se ve la curvatura del diente con forma CONIFLEX®. El diagrama de la izquierda indica la posición de operación normal del juego, mientras que el diagrama de la derecha indica la posición después de un desplazamiento o debido a una desalineación al ensamblarlos.

La figura B muestra las mismas posiciones para los dientes generados con forma de cara recta.

Al comparar los dos, es evidente que el desalineamiento en el engrane CONIFLEX® posicionará la carga excéntrica pero la cantidad de carga en la superficie engranada permanece adecuada y la carga no se concentra en el extremo del diente. Con el diente con cara plana la carga es llevada a través de la longitud total del diente cuando está perfectamente alineado, pero aun un leve desalineamiento transferirá la carga al extremo del diente con lo que solo quedará una pequeña superficie para soportar la carga.

Un juego de engranes cónicos relación no 1:1 con forma de diente CONIFLEX® continuará operando suave y silenciosamente con una distribución segura de la carga aún bajo condiciones de desalineamiento leve.

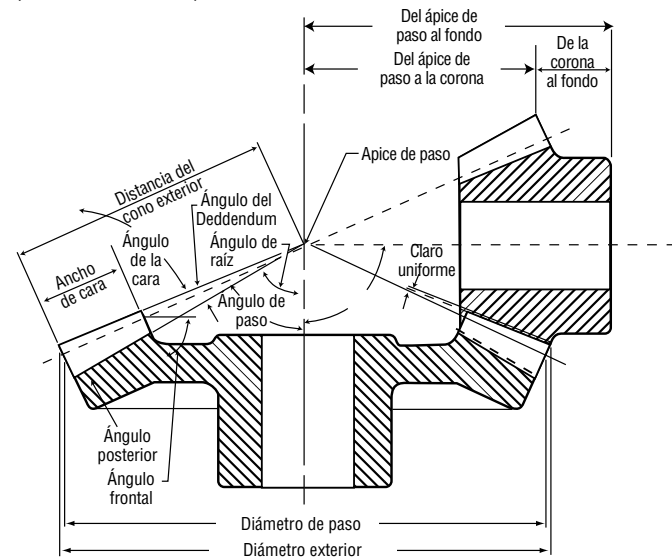
Se debe indicar que un engrane o un piñón cortado con la forma del diente CONIFLEX® operará con un engrane o piñón que tengan la cara plana. Sin embargo, solo se obtendrán beneficios parciales.

También, un engrane o piñón que tengan addendums largo o corto no operarán adecuadamente con un engrane o piñón que tengan addendums iguales.

Las capacidades de potencia de los juegos engranes cónicos rel. no 1:1 de línea Martin en este manual y en el catálogo, están basadas en el sistema Gleason con el addendum largo y corto y con los dientes de forma CONIFLEX®.

NOMENCLATURA DE LOS ENGRANES CÓNICOS REL. NO 1:1

(Sistema Gleason)

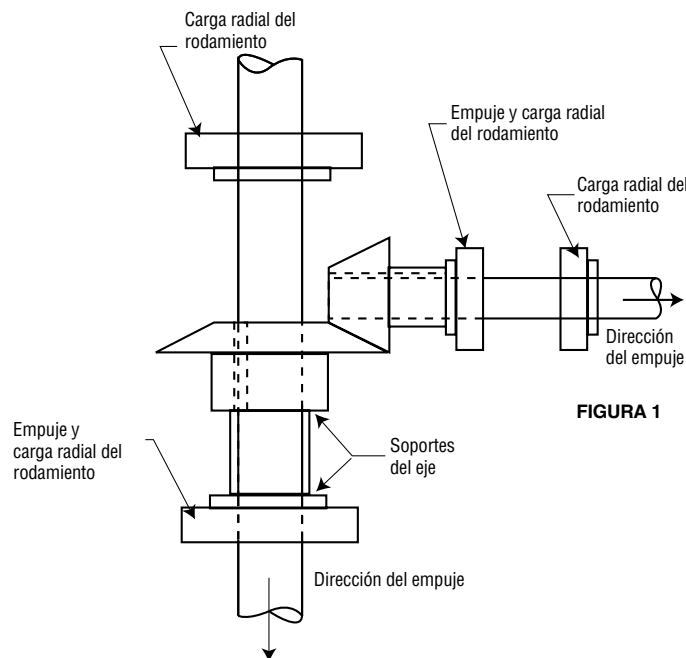
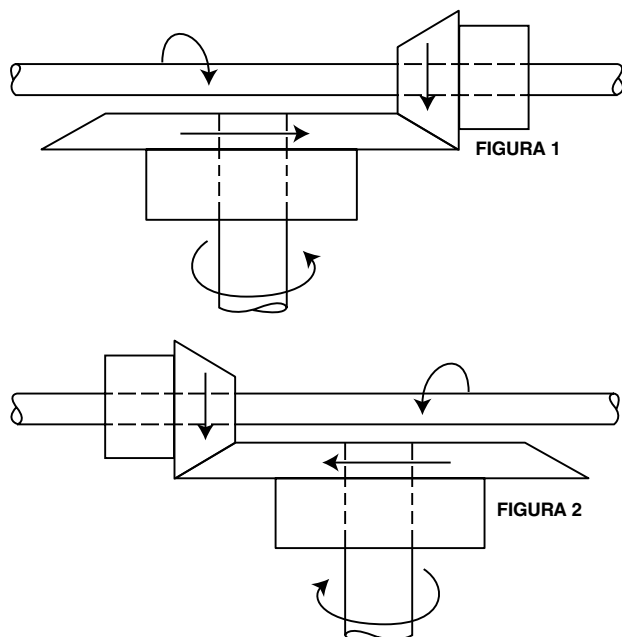


ROTACIÓN RELATIVA - EMPUJE

Anteriormente se estableció que los juegos de engranes cónicos rel. no 1:1 de Martin se usan para transmitir potencia o movimiento en un ángulo de 90 grados y para aumentar o disminuir la velocidad. También se puede decir que invierten la dirección de la rotación de los ejes.

El siguiente diagrama muestra en esta posición, viendo hacia los extremos de las mazas, que el eje del piñón está girando en sentido contrario a las manecillas del reloj mientras que el eje del engrane gira en el sentido de las manecillas del reloj.

Si el piñón se coloca en el otro lado del engrane, y el eje del piñón continúa girando en la misma dirección, la dirección de rotación del eje del engrane se invertirá, (vea la figura 2).



FÓRMULAS PARA ENGRANES CÓNICOS REL. NO 1:1 Y REL. 1:1

PARA ENCONTRAR	REGLA	FÓRMULA
Diámetro de Paso	Divida el Número de Dientes entre el Paso Diametral	$\text{Diámetro de paso} = \frac{\text{No. de dientes}}{\text{Paso diametral}}$
Tangente del Angulo de Paso del Impulsado	Divida el Número de Dientes del Impulsado entre el Dientes del Motriz	$\text{Tangente del ángulo de paso del impulsado} = \frac{\text{Número de dientes del impulsado}}{\text{Dientes del motriz}} = \text{Relación}$
Ángulo de Paso del Motriz	Reste el Angulo de Paso del Impulsado a 90 grados	$\text{Ángulo de paso del motriz} = 90 \text{ grados} - \text{Ángulo de paso del impulsado}$
Radio de Paso del Cono	Divida el Diámetro de Paso entre dos veces el Seno del Angulo de Paso	$\text{Radio de Paso del Cono} = \frac{\text{Diámetro de Paso}}{2 \times \text{Seno del Angulo de Paso}}$
Tangente del Ángulo del Addendum	Divida el Addendum entre el Radio de Paso del Cono	$\text{Tangente del Angulo del Addendum} = \frac{\text{Addendum}}{\text{Radio de Paso del Cono}}$
Ángulo de la Cara	Suma el Angulo del Addendum al Angulo de Paso	$\text{Angulo de la Cara} = \text{Angulo del Addendum} + \text{Angulo de Paso}$
Tangente del Ángulo del Dedendum	Divida el Dedendum entre el Radio de Paso del Cono	$\text{Tangente del Angulo del Dedendum} = \frac{\text{Dedendum}}{\text{Radio de Paso del Cono}}$
Ángulo de Raíz	Reste el Angulo del Dedendum del Angulo de Paso	$\text{Angulo de Raíz} = \text{Angulo de Paso} - \text{Angulo del Dedendum}$
Addendum Angular	Multiplique el Addendum por el Coseno del Angulo de Paso	$\text{Addendum Angular} = \text{Addendum} \times \text{Coseno del Angulo de Paso}$
Diámetro Exterior	Suma 2 Addendum Angular al Diámetro de Paso	$\text{Diámetro Exterior} = 2 \text{ Addendum Angular} + \text{Diámetro de Paso}$
Distancia de Montaje	Suma la Mitad del Diámetro de Paso a la Distancia a la Línea de Paso	$\text{Distancia de Montaje} = \frac{\text{Diámetro de Paso}}{2} + \text{Distancia a la Línea de Paso}$
Distancia del Centro del Cono a la Corona	Multiplique la mitad del Diámetro Exterior por la Cotangente del Angulo de la Cara	$\text{Distancia del Centro del Cono a la Corona} = \frac{\text{Diámetro Exterior}}{2} \times \text{Cotangente del Angulo de la Cara}$
Distancia del Fondo a la Corona	Reste el Centro del Cono a la Corona de la Distancia de Montaje	$\text{Distancia del Fondo a la Corona} = \text{Distancia de Montaje} - \text{Centro del Cono a la Corona}$
Relación de Velocidad	Divida el Número de Dientes del Impulsado entre el Número de Dientes del Motriz	$\text{Relación de Velocidad} = \frac{\text{Número de Dientes del Impulsado}}{\text{Número de Dientes del Motriz}}$

ENGRANES CÓNICOS REL. NO 1:1 Y REL. 1:1



Cuando un juego de engranes cónicos están conectados a dos ejes en ángulo recto que se intersectan, y están bajo condiciones de carga, tienden a empujarse el uno al otro o a separarse. Esta acción se denomina EMPUJE.

Independientemente del ensamble, los engranes cónicos con dientes rectos se ajustan en la DIRECCIÓN DEL EMPUJE, tanto en el piñón como el engrane, siempre es **HACIA ATRÁS DE LA MAZA.**

La carga de empuje del juego de engranes cónicos siempre debe ser compensada con rodamientos que tengan la adecuada capacidad de empuje y que estén colocados adecuadamente en los ejes.

El diagrama de la página anterior muestra un arreglo típico de engranes cónicos y rodamientos de rodillos cónicos.

El piñón está montado en el extremo del eje que está soportado por dos rodamientos de rodillos opuestos. El empuje es manejado por el rodamiento de la izquierda y la maza está montada contra el cono. Ambos rodamientos soportarán la carga radial y el de la derecha aceptará cualquier carga en voladizo impuesta en el lado derecho del eje (o fuera de borda).

El engrane se monta entre dos rodamientos de rodillos cónicos y contra el soporte del eje. El soporte mantiene al engrane debidamente engranado. Puesto que la dirección del empuje es hacia abajo, el rodamiento inferior debe aceptar la carga de empuje. Aquí otra vez, la carga radial es soportada por ambos rodamientos.

El cálculo del empuje de un juego de engranes cónicos rel. no 1:1 no será discutido en este manual debido a su complejidad. Se recomienda que solo ingenieros calificados y diseñadores hagan la selección de los rodamientos para este tipo de engranes. Los fabricantes de rodamientos pueden ayudar a seleccionarlos ya que cuentan con la información necesaria para hacerlo.

Hierro Fundido

Número de Parte	Revoluciones por Minuto							
	50	100	200	300	600	900	1200	1800
B330-2	2.5	4.5	7.7	10.0	15.3			
B315-2	2.5	4.5	7.7	10.0	15.3			
B432-2	1.33	2.3	4.0	5.3	8.0	9.5		
B416-2	1.33	2.3	4.0	5.3	8.0	9.5		
B442-3	1.10	2.0	3.7	5.0	7.5	9.0		
B414-3	1.10	2.0	3.7	5.0	7.5	9.0		
B456-4	1.4	2.5	4.4	6.0	9.0	10.9		
B414-4	1.4	2.5	4.4	6.0	9.0	10.9		
B530-2	.5	1.0	1.9	2.5	3.9	4.8	5.5	
B515-2	.5	1.0	1.9	2.5	3.9	4.8	5.5	
B545-3	.7	1.4	2.4	3.3	5.2	6.4	7.2	
B515-3	.7	1.4	2.4	3.3	5.2	6.4	7.2	
B560-4	1.0	1.8	3.3	4.4	6.9	8.4	9.5	
B515-4	1.0	1.8	3.3	4.4	6.9	8.4	9.5	
B636-2	.5	1.0	1.7	2.3	3.7	4.4	5.0	
B618-2	.5	1.0	1.7	2.3	3.7	4.4	5.0	
B642-2	.6	1.1	2.0	2.7	4.0	5.0		
B621-2	.6	1.1	2.0	2.7	4.0	5.0		
B645-3	.4	.8	1.4	2.0	3.2	3.9	4.6	
B615-3	.4	.8	1.4	2.0	3.2	3.9	4.6	
B648-2	.8	1.5	2.5	3.4	5.1	6.1		
B624-2	.8	1.5	2.5	3.4	5.1	6.1		
B660-4	.5	.9	1.7	2.3	3.7	4.6	5.2	
B615-4	.5	.9	1.7	2.3	3.7	4.6	5.2	
B840-2	.4	.7	1.3	1.8	2.9	3.7	4.2	
B820-2	.4	.7	1.3	1.8	2.9	3.7	4.2	
B848-3	.2	.4	.7	1.0	1.7	2.2	2.5	2.9
B816-3	.2	.4	.7	1.0	1.7	2.2	2.5	2.9
B864-4	.2	.4	.7	1.0	1.7	2.2	2.5	
B816-4	.2	.4	.7	1.0	1.7	2.2	2.5	
B872-4	.4	.7	1.2	1.8	2.8	3.6	4.2	
B818-4	.4	.7	1.2	1.8	2.8	3.6	4.2	
B1060-3	.17	.3	.6	.8	1.3	1.7	1.9	2.3
B1020-3	.17	.3	.6	.8	1.3	1.7	1.9	2.3
B1060-4	.1	.2	.4	.5	.9	1.2	1.4	1.8
B1015-4	.1	.2	.4	.5	.9	1.2	1.4	1.8
B1090-6	.14	.25	.5	.7	1.2	1.7	1.9	2.3
B1015-6	.14	.25	.5	.7	1.2	1.7	1.9	2.3
B1236-2	.05	.11	.2	.3	.5	.6	.8	1.0
B1218-2	.05	.11	.2	.3	.5	.6	.8	1.0
B1254-3	.07	.15	.3	.4	.7	.9	1.0	1.3
B1218-3	.07	.15	.3	.4	.7	.9	1.0	1.3
B1272-4	.07	.15	.3	.4	.7	.9	1.1	1.4
B1218-4	.07	.15	.3	.4	.7	.9	1.1	1.4
B1272-6	.06	.11	.2	.3	.6	.8	1.0	1.2
B1212-6	.06	.11	.2	.3	.6	.8	1.0	1.2

Acero

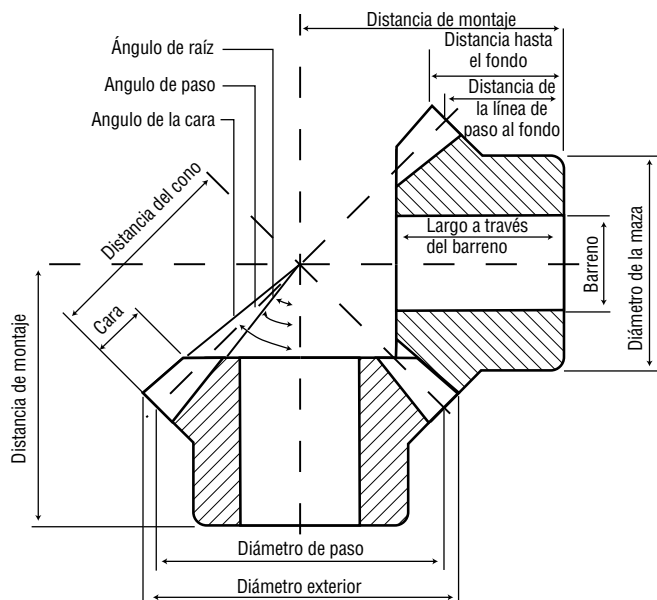
Número de Parte	Revoluciones por Minuto							
	50	100	200	300	600	900	1200	1800
BS636-2	.9	1.7	3.0	4.1	6.4	8.0	9.0	
BS618-2	.9	1.7	3.0	4.1	6.4	8.0	9.0	
BS840-2	.5	.9	1.5	2.1	3.5	4.4	5.0	
BS820-2	.5	.9	1.5	2.1	3.5	4.4	5.0	
BS1030-15	.2	.4	.7	1.0	1.7	2.1	2.3	2.9
BS1020-15	.2	.4	.7	1.0	1.7	2.1	2.3	2.9
BS1040-2	.25	.5	.9	1.3	2.1	2.7	3.0	3.7
BS1020-2	.25	.5	.9	1.3	2.1	2.7	3.0	3.7
BS1050-2	.33	.64	1.2	1.6	2.5	3.2	3.7	
B1025-2	.33	.64	1.2	1.6	2.5	3.2	3.7	
BS1060-3	.3	.5	1.0	1.4	2.4	3.0	3.5	4.3
BS1020-3	.3	.5	1.0	1.4	2.4	3.0	3.5	4.3
BS1227-15	.09	.17	.33	.5	.8	1.0	1.2	1.6
BS1218-15	.09	.17	.33	.5	.8	1.0	1.2	1.6
BS1236-2	.12	.25	.4	.6	1.0	1.4	1.7	2.0
BS1218-2	.12	.25	.4	.6	1.0	1.4	1.7	2.0
BS1236-2A	.12	.25	.4	.6	1.0	1.4	1.7	2.0
BS1218-2A	.12	.25	.4	.6	1.0	1.4	1.7	2.0
BS1248-2	.18	.37	.7	.9	1.6	2.0	2.3	2.8
B1224-2	.18	.37	.7	.9	1.6	2.0	2.3	2.8
BS1254-3	.14	.28	.5	.7	1.2	1.6	1.9	2.3
B1218-3	.14	.28	.5	.7	1.2	1.6	1.9	2.3
BS1428-2	.05	.08	.16	.20	.40	.54	.7	.8
BS1414-2	.05	.08	.16	.20	.40	.54	.7	.8
BS1624-2	.02	.03	.05	.08	.14	.20	.25	.3
BS1612-2	.02	.03	.05	.08	.14	.20	.25	.3
BS1624-15	.03	.05	.09	.14	.25	.33	.4	.5
BS1612-15	.03	.05	.09	.14	.25	.33	.4	.5
BS1632-2	.03	.08	.14	.20	.37	.5	.6	.8
BS1616-2	.03	.08	.14	.20	.37	.5	.6	.8
BS1648-3	.05	.09	.17	.25	.50	.6	.8	1.0
BS1616-3	.05	.09	.17	.25	.50	.6	.8	1.0
BS1664-4	.05	.10	.20	.33	.50	.7	.9	1.1
BS1616-4	.05	.10	.20	.33	.50	.7	.9	1.1

ENGRANES CÓNICOS REL. 1:1

Martin

ENGRANES CÓNICOS REL. 1:1

Los engranes cónicos Miter (Rel. 1:1), para propósitos de diseño y aplicación, están considerados como engranes cónicos Bevel, con relación 1:1. Para operar deben tener el mismo paso, el mismo ángulo de presión y el mismo número de dientes.



Los engranes cónicos rel. 1:1 de Martin se generan con la forma de diente Gleason CONIFLEX®; sin embargo, puesto que tienen una relación 1:1 tienen addendums iguales. Por lo tanto, es posible usar las siguientes fórmulas para determinar el paso y las proporciones del diente.

$$\text{Paso Diametral} = \frac{\pi}{\text{Paso Circular}}$$

$$\text{Paso Circular} = \frac{\pi}{\text{Paso Diametral}}$$

$$\text{Diámetro de Paso} = \frac{\text{Número de Dientes}}{\text{D.P.}}$$

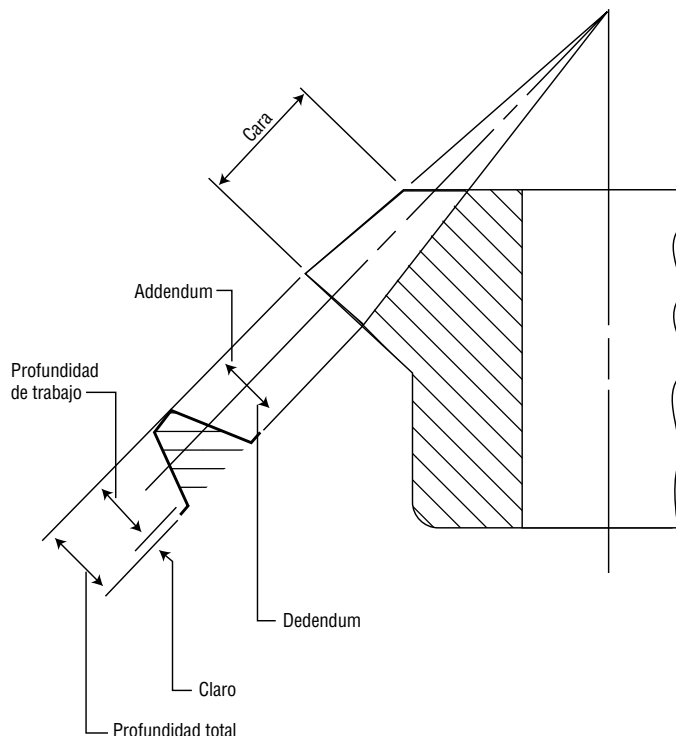
$$\text{Profundidad Total} = \frac{2.188}{\text{D.P.}} + .002$$

$$\text{Addendum} = \frac{1}{\text{D.P.}}$$

$$\text{Dedendum} = \frac{2.188}{\text{D.P.}} - \text{Addendum}$$

$$\text{Claro} = \frac{.188}{\text{D.P.}} + .002$$

Profundidad de Trabajo = 2 Addendums



CAPACIDADES DE POTENCIA

Los engranes cónicos rel. 1:1 de Martin en existencia solamente están disponibles en acero al carbón .40 o con dientes endurecidos.

Las siguientes tablas de capacidad de potencia muestran las capacidades para ambos materiales.

Los engranes con dientes endurecidos tienen el sufijo "H" para indicarlo y vienen con barreno piloto.

Los engranes endurecidos con el sufijo "HK" indican que tienen los dientes endurecidos y vienen con cuñero y opresor.

Cuando hay mas de un barreno disponible se indican los tamaños adicionales.

Se debe tener cuidado cuando se quieran usar estas tablas de capacidades para engranes fabricados por otros debido a que el acero al carbón .40 con el que se fabrican los engranes cónicos rel. 1:1 de Martin tiene una resistencia tensil de 120,000 psi.

La resistencia y la durabilidad de los dientes de los engranes fabricados con acero al carbón .20 es considerablemente menor ya que por ejemplo la resistencia tensil del acero 1020 está entre 60 - 80,000 psi.

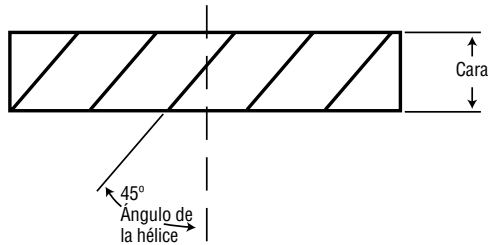
Acero

Número de Parte	Revoluciones por Minuto									
	10	25	50	100	200	300	600	900	1200	1800
M424	.80	1.90	3.6	6.4	10.6	13.5	18.8	21.5	23.0	—
HM424	1.40	3.33	6.3	11.2	18.6	23.6	33.0	38.0	40.0	—
M428	1.07	2.50	4.8	8.4	13.6	17.2	23.3	26.5	28.5	—
HM428	1.90	4.50	8.4	14.7	23.8	30.0	40.0	46.0	50.0	—
M525	.45	1.05	2.0	3.7	6.3	8.1	11.6	13.6	15.0	—
HM525	.75	1.90	3.6	6.5	11.0	14.2	20.0	24.0	26.0	—
M624	.25	.55	1.1	2.0	3.5	4.6	6.9	8.2	19.0	10.2
HM624	.40	1.00	1.9	3.5	6.1	8.0	12.0	14.5	16.0	18.0
M627	.30	.75	1.4	2.5	4.3	5.7	8.5	9.9	11.0	12.0
HM627	.50	1.33	2.5	4.4	7.5	10.0	1.5	17.5	19.0	21.0
M824	.10	.25	.5	.9	1.5	2.1	3.3	4.0	4.5	5.3
HM824	.20	.40	.8	1.5	2.6	3.7	5.8	7.0	8.0	9.3
M828	.15	.33	.7	1.2	2.2	2.9	4.4	5.3	6.0	6.8
HM828	.25	.60	1.2	2.1	3.9	5.0	7.7	9.3	10.5	12.0
M832	.20	.45	.9	1.6	2.8	3.7	5.5	6.5	7.2	8.0
HM832	.33	.80	1.5	2.8	4.9	6.5	9.6	11.4	12.5	14.2
M1020	.03	.08	.2	.3	.6	.8	1.3	1.7	2.0	2.4
HM1020	.05	.15	.3	.5	1.0	1.4	2.3	3.0	3.5	4.2
M1025	.06	.15	.3	.5	.9	1.3	2.0	2.5	2.9	3.5
HM1025	.10	.25	.5	.9	1.6	2.3	3.5	4.4	5.0	6.0
M1030	.08	.20	.4	.7	1.3	1.8	2.8	3.5	3.9	4.5
HM1030	.15	.33	.7	1.3	2.3	3.2	4.9	6.1	6.8	8.0
M1215	.01	.02	.05	.10	.20	.3	.5	.6	.8	.9
HM1215	.02	.04	.10	.17	.33	.4	.8	1.0	1.3	1.6
M1218	.01	.03	.08	.14	.25	.4	.7	.9	1.0	1.3
HM1218	.02	.05	.15	.25	.47	.7	1.1	1.5	1.8	2.2
M1221	.02	.05	.11	.20	.40	.5	.9	1.2	1.4	1.7
HM1221	.04	.10	.20	.33	.70	1.0	1.6	2.1	2.5	3.0
M1224	.03	.07	.15	.25	.50	.7	1.2	1.5	1.7	2.0
HM1224	.05	.12	.25	.47	.90	1.2	2.1	2.6	3.0	3.5
M1230	.05	.12	.25	.44	.80	1.1	1.8	2.2	2.5	3.0
HM1230	.09	.21	.40	.75	1.40	1.9	3.2	4.0	4.4	5.3
M1414	—	.01	.02	.05	.09	.1	.2	.3	.4	.5
HM1414	—	.02	.04	.09	.16	.2	.4	.6	.7	.9
M1616	—	.01	.02	.05	.09	.1	.2	.3	.4	.5
HM1616	—	.02	.04	.09	.16	.2	.4	.6	.7	.9
M1620	—	.02	.04	.08	.14	.2	.4	.5	.6	.8
HM1620	—	.04	.07	.15	.25	.4	.7	.9	1.0	1.3
M1624	—	.03	.06	.12	.20	.3	.5	.7	.8	1.0
HM1624	—	.05	.10	.21	.40	.5	.9	1.2	1.4	1.8
M2020	—	.01	.02	.04	.08	.1	.2	.2	.4	.5
HM2020	—	.02	.04	.07	.14	.2	.4	.5	.6	.8
M2025	—	.02	.03	.06	.12	.2	.3	.4	.5	.6
HM2025	—	.04	.05	.10	.21	.3	.5	.7	.9	1.0

LAS CAPACIDADES DE POTENCIA A LA DERECHA DE LA LÍNEA OSCURA EXCEDEN LA VELOCIDAD LINEAL RECOMENDADA.

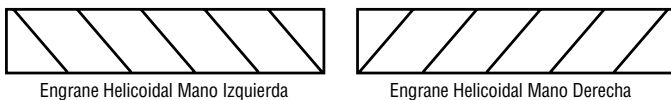
ENGRANES HELICOIDALES

Los engranes helicoidales de Martin son de forma cilíndrica con dientes con ángulo de presión de $14\frac{1}{2}^{\circ}$ cortados en la cara con un ángulo de 45° . Estos son engranes de paso transversal. Martin no fabrica engranes con paso transversal. Martin fabrica los engranes helicoidales con paso diametral, con ángulos de hélice menores a 25° .



Estos engranes pueden tener los dientes endurecidos con centros suaves que pueden ser maquinados con la excepción de algunos engranes pequeños en los pasos más ligeros, que están endurecidos en su totalidad y así se indica en el catálogo. Los barrenos y los cuñeros deben hacerse antes del proceso de tratamiento térmico.

Los engranes helicoidales de Martin se producen con dientes cortados ya sea de mano derecha o izquierda con ángulos de hélice de paso diametral normal. Esto hace posible que puedan operar tanto en ejes paralelos o en ejes a 90° que no se intersecten. Los engranes helicoidales pueden ser generados con casi cualquier ángulo de hélice y con ángulos de presión de $14\frac{1}{2}^{\circ}$ y 20° .



Cuando se usan en ejes paralelos un engrane debe ser mano izquierda y el otro debe ser mano derecha. El paso diametral normal y el ángulo de presión debe ser el mismo para que los engranes trabajen correctamente.

Cuando se usan en ejes en ángulo recto que no se intersectan, deben ser de la misma mano y con la hélice cortada a 45° .

Cuando los engranes helicoidales se usan para conectar dos o más ejes paralelos su operación, a alta velocidad, será mucho más suave y silenciosa y más efectiva que los engranes rectos. También pueden ser operados a mayor velocidad que los engranes rectos. Para la mayoría de las instalaciones prácticas, use engranes helicoidales de al menos 12 dientes para una operación suave y una velocidad máxima de 2000 FPM. Para engranes rectos la velocidad máxima es de 1200 FPM. Una buena regla de dedo es que para los engranes de $14\frac{1}{2}^{\circ}$ use al menos 15 dientes en el piñón y para 20° use al menos 13 dientes.

Los engranes helicoidales usados para conectar ejes paralelos tienen varias ventajas inherentes sobre los engranes rectos. La acción se distribuye sobre más de un diente. Todas las fases del enganche del diente, como el deslizamiento y el contacto rodante, ocurren simultáneamente lo que tiende a igualar el desgaste y preservar la forma correcta del diente. La carga se transfiere gradual y uniformemente conforme se enganchan sucesivamente los dientes. La flexión resultante de la carga en el diente es menor que en un engrane recto, debido a que la línea de contacto se extiende diagonalmente en toda la longitud de los dientes engranados.

Puesto que los engranes helicoidales pueden tener una hélice a 45° , se pueden utilizar para conectar ejes a 90° que no se intersectan. Cuando se montan en esta posición tienen la ventaja de transmitir cargas relativamente ligeras con relaciones de velocidad bajas (normalmente de 4:1 o menores). Cuando se necesitan relaciones de velocidad mayores es más práctico usar engranes de corona y sinfín.

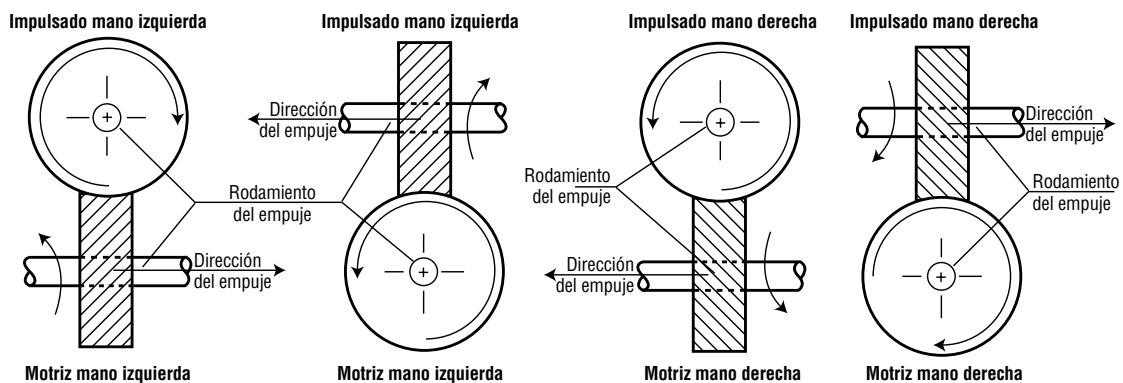
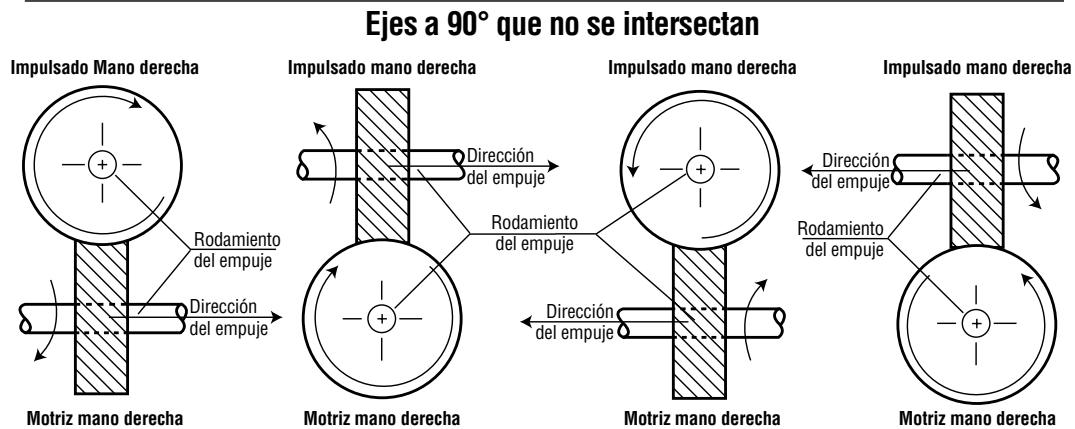
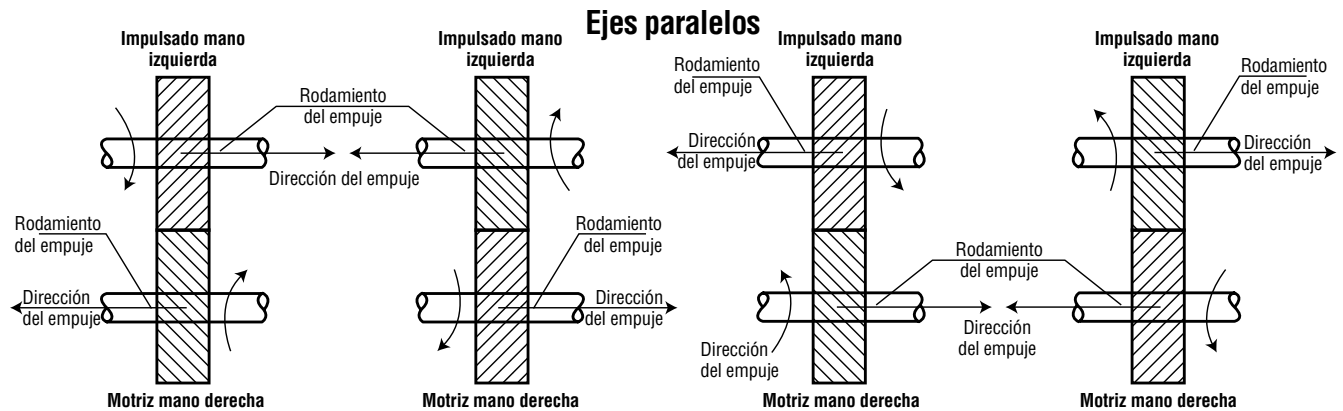
La gran desventaja al usar los engranes helicoidales, sin importar la posición de los ejes, es el empuje lateral que se desarrolla bajo carga debido al ángulo de la hélice de los dientes.

Las siguientes páginas contienen diagramas que muestran la dirección del empuje, en relación a la rotación de los ejes, para todos los tipos de montaje. También indican el punto en el que se debe instalar el rodamiento de empuje en los ejes.

Para calcular las cargas de empuje de los engranes helicoidales se usa la siguiente fórmula:

$$\text{Carga de Empuje} = \frac{\text{Carga tangencial en la línea de paso} \times \text{Tangente del ángulo de la hélice}}$$

Puesto que la tangente de 45° es 1.0, y los engranes helicoidales tienen un ángulo de hélice de 45° , la carga de empuje en todos los casos es igual a la carga del diente en la línea de paso. En engranes helicoidales con paso diametral normal, el ángulo de la hélice puede variar para ajustarse a la distancia entre centros requerida.

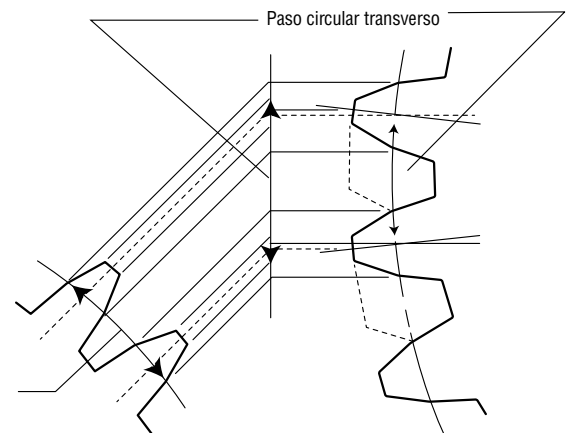


PASO

Un engrane helicoidal, al igual que un engrane recto, tiene un paso circular así como un paso diametral, denominado como paso transverso. Además, a diferencia de los engranes rectos, tiene un paso circular y diametral denominado paso normal.

La ilustración de la derecha muestra el paso circular transverso que corresponde al paso circular de un engrane recto del mismo diámetro de paso y número de dientes. Por lo tanto, se aplica el mismo método para determinar el paso diametral.

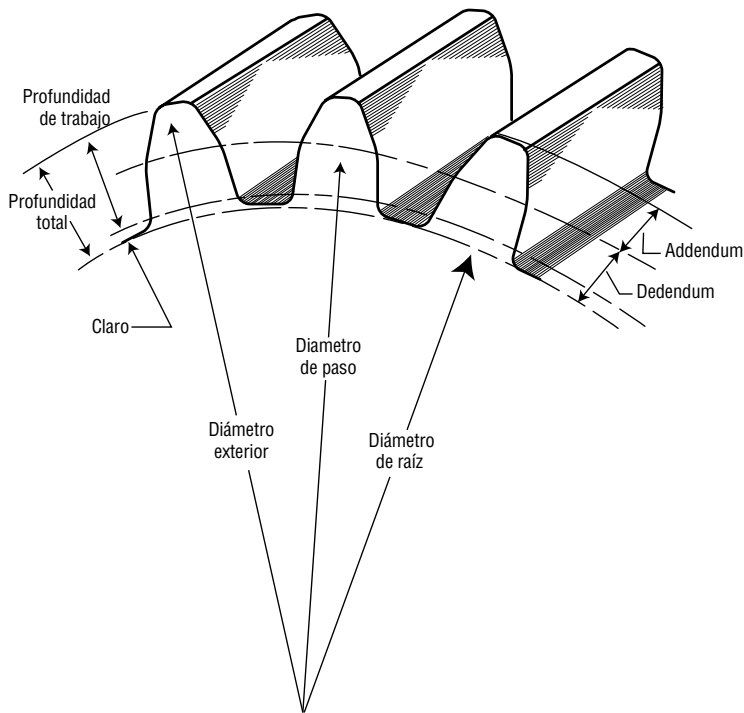
$$D.P \text{ transverso} = \frac{Nt}{P.D.} \quad \text{ó} \quad D.P. \text{ transverso} = \frac{\pi}{C.P \text{ transverso}}$$



ENGRANES HELICOIDALES

Martin

La ilustración también muestra el paso circular normal siendo medido en un plano perpendicular a la dirección del diente. (También es el paso del cortador usado para generar los dientes).



El paso normal se usa para calcular las proporciones del diente de los engranes helicoidales.

$$\text{Addendum} = \frac{1}{\text{N.D.P.}}$$

$$\text{Normal D.P.} = \frac{\pi}{\text{Normal C.P.}}$$

$$\text{Profundidad total} = \frac{2.157}{\text{N.D.P.}}$$

$$= \text{Addendum} + \text{Dedendum}$$

$$= \frac{\text{Diámetro exterior} - \text{Diámetro de raíz}}{2}$$

$$\text{Profundidad de trabajo} = 2 \times \text{Addendum} = \text{Profundidad total} - \text{Claro}$$

$$\text{Claro} = \text{Profundidad total} - 2 \times \text{Addendums}$$

$$\text{Dedendum} = \frac{\text{Diámetro de paso} - \text{Diámetro de raíz}}{2}$$

$$\text{Diámetro Exterior} = \frac{(\text{No. de Dientes} \times \text{secante del ángulo de la hélice}) + 2}{\text{Paso Diametral Normal}}$$

$$\text{Diámetro Exterior} = \frac{\text{Diámetro de Paso} + 2}{\text{Paso Diametral Normal}}$$

$$\text{Ángulo de la hélice (para transmisión de ejes paralelos)} = \text{Coseno del ángulo} = \frac{\text{No. de dientes}}{\text{Paso diametral normal} \times \text{Diámetro de paso}}$$

$$\text{Paso Diametral Normal} = \frac{\text{No. de Dientes}}{\text{Diámetro de Paso} \times \text{Coseno del ángulo}}$$

$$\text{Distancia entre Centros} = \frac{\text{Diám.de Paso Motriz} + \text{Diám.de Paso Impulsado}}{2}$$

$$\text{Ángulo de la hélice} = \text{Coseno del ángulo} = \frac{\text{No. de Dientes}}{\text{Paso Diametral Normal} \times \text{Diámetro de Paso}}$$

$$\begin{aligned} \text{Empuje} &= \text{Carga} \times \text{Tangente del ángulo de la hélice} \\ \text{Ángulo de la Hélice (para calcular la distancia entre centros)} &= \frac{\text{Coseno del ángulo de la hélice} = Nt + nt}{2 \times \text{Distancia entre centros} \times \text{Paso diametral normal}} \end{aligned}$$

El Paso Transverso puede usarse para determinar el diámetro de paso de un engrane helicoidal y la fórmula es:

$$\text{P.D.} = \frac{Nt}{\text{T.D.P.}}$$

$$\text{P.D.} = \frac{Nt}{\text{N.D.P.} \times \text{Coseno del ángulo de la hélice}}$$

Para los demás cálculos de las dimensiones de los engranes helicoidales se usa el PASO NORMAL y las fórmulas son las siguientes:

$$\text{Profundidad total} = \frac{2.157}{\text{N.D.P.}}$$

$$\text{Addendum} = \frac{1}{\text{N.D.P.}}$$

$$\text{Claro} = \text{Profundidad Total} - 2 \times \text{Addendum}$$

$$\text{Diámetro Exterior} = \text{Diámetro de Paso} + 2 \times \text{Addendums}$$

EJEMPLOS

Calcule las siguientes dimensiones para un engrane helicoidal de paso transversal 6 de 24 dientes.

Profundidad Total (WD) - Addendum - Claro (C) - Diámetro Exterior (OD)

$$1. WD = \frac{2.157}{N.D.P.} = \frac{2.157}{8.48} = .2543$$

$$2. A = \frac{1}{N.D.P.} = \frac{1}{8.48} = .1179$$

$$3. C = WD - (2A) = .2543 - (2 \times .1179) = .2543 - .2358 = .0185$$

$$4. OD = PD + (2A) = 4 + (2 \times .1179) = 4.2358$$

$$PD = \frac{N}{T.D.P.} = \frac{24}{6} = 4$$

CAPACIDADES DE POTENCIA APROXIMADAS PARA ENGRANES HELICOIDALES DE PASO DIAMETRAL D.P. EN EJES PARALELOS

NOTA: Cuando se usen en ejes en ángulo recto use 1/3 de las capacidades indicadas en las tablas.

24 DP CARA DE 1/4

Revoluciones por minuto

	50	100	200	300	400	600	900	1200	1800
H2408	.01	.02	.03	.04	.06	.08	.12	.16	.20
H2412	.01	.03	.05	.07	.10	.13	.18	.24	.31
H2418	.02	.04	.07	.10	.14	.19	.26	.32	.43
H2424	.03	.05	.10	.14	.19	.25	.34	.41	.53
H2436	.04	.08	.14	.20	.25	.35	.46	.54	.67
H2440	.04	.09	.15	.22	.28	.38	.49	.57	.70
H2448	.05	.10	.18	.26	.31	.43	.55	.63	.76

20 DP CARA DE 3/8

Revoluciones por minuto

	50	100	200	300	400	600	900	1200	1800
H2008	.02	.03	.07	.10	.13	.19	.28	.35	.46
H2010	.02	.04	.08	.12	.16	.22	.32	.40	.55
H2020	.05	.09	.17	.25	.32	.44	.60	.73	.93
H2025	.06	.11	.21	.30	.38	.53	.71	.85	1.06
H2030	.07	.14	.25	.36	.45	.61	.81	.96	1.19
H2035	.08	.16	.28	.41	.51	.68	.89	1.05	1.28
J2040	.09	.18	.33	.46	.58	.77	.98	1.15	1.36
H2060	.14	.26	.47	.64	.78	1.00	1.22		

16 DP CARA DE 1/2

Revoluciones por minuto

	50	100	200	300	400	600	900	1200	1800
H1608	.03	.05	.12	.18	.25	.35	.50	.63	.85
H1612	.05	.10	.20	.30	.35	.54	.76	.95	1.22
H1616	.08	.15	.28	.40	.52	.72	.86	1.19	1.52
H1620	.10	.18	.35	.49	.63	.85	1.14	1.36	1.70
H1624	.13	.22	.40	.58	.73	1.00	1.30	1.53	1.88
H1632	.16	.30	.53	.75	.94	1.25	1.62	1.87	2.22
H1640	.21	.37	.65	.90	1.11	1.44	1.84	2.12	
H1648	.25	.44	.76	1.05	1.27	1.64	2.06	2.38	

12 DP CARA DE 3/4

Revoluciones por minuto

	50	100	200	300	400	600	900	1200	1800
H1210	.12	.26	.48	.70	.88	1.20	1.64	2.00	2.58
H1212	.17	.31	.51	.78	1.00	1.39	1.89	2.52	2.90
H1215	.22	.38	.68	.97	1.21	1.69	2.28	2.70	3.28
H1218	.27	.46	.80	1.15	1.43	1.96	2.57	3.08	3.75
H1221	.30	.50	.90	1.28	1.60	2.18	2.90	3.38	4.08
H1224	.35	.59	1.08	1.47	1.83	2.48	3.18	3.72	4.40
H1230	.40	.72	1.25	1.75	2.09	2.84	3.60	4.15	
H1236	.50	.86	1.52	2.10	2.54	3.25	4.00	4.52	
H1248	.70	1.51	1.90	2.55	3.12	4.02	4.80		

10 DP CARA DE 7/8

Revoluciones por minuto

	50	100	200	300	400	600	900	1200	1800
H1010	.20	.38	.71	1.03	1.34	1.86	2.52	3.08	3.90
H1015	.30	.60	1.10	1.55	1.94	2.70	3.54	4.20	5.15
H1020	.44	.82	1.50	2.10	2.60	3.54	4.48	5.20	6.00
H1025	.58	.95	1.78	2.46	3.00	3.96	4.96	5.68	6.50
H1030	.70	1.20	2.14	2.90	3.50	4.50	5.54	6.30	
H1040	.85	1.40	2.70	3.60	4.20	5.35	6.40		

ENGRANES HELICOIDALES



8 DP CARA DE 1

Revoluciones por minuto

	50	100	200	300	400	600	900	1200	1800
H810	.25	.55	.98	1.37	1.75	2.48	3.40	4.18	4.80
H812	.32	.60	1.13	1.60	2.05	2.80	3.82	4.60	5.38
H816	.48	.85	1.55	2.13	2.63	6.55	4.60	5.35	6.30
H820	.60	1.03	1.83	2.50	3.13	4.10	5.40	5.90	
H832	.90	1.65	2.80	3.80	4.50	5.63	6.70		
H36	1.01	1.80	3.05	4.10	4.85	5.90	7.13		
H480	1.20	1.95	3.30	4.38	5.14	6.35	7.50		

6 DP CARA DE 1-1/4

Revoluciones por minuto

	50	100	200	300	400	600	900	1200	1800
H609	.56	.86	1.90	2.91	3.38	4.50	5.78	6.68	8.06
H612	.75	1.15	2.50	3.60	4.50	6.00	7.70	8.90	10.75
H615	.90	1.80	3.25	4.35	5.50	7.15	8.80	10.20	
H618	1.20	2.15	3.85	5.25	6.40	8.10	10.00	11.30	
H624	1.55	2.85	4.80	6.50	7.85	9.80	11.65		
H630	1.85	3.35	5.75	7.50	8.90	10.90			
H636	2.13	4.10	6.80	8.65	10.00	12.00			

DESGASTE Y FALLA DEL DIENTE DEL ENGRANE

El deslizamiento y el enganche de los dientes de los engranes bajo carga hace que el engrane falle debido al desgaste. Los fabricantes de engranes diseñan ciertas partes del tren de engranes para que se desgasten o se rompan antes que otros. Esto es debido a que algunos engranes son físicamente más fáciles de reemplazar que otros o puede ser más barato que otro. Los siguientes ejemplos aplican solo a engranes metálicos, los dientes de los cuales han sido generados por una o más operaciones de maquinado.

DETERIORO DE LAS SUPERFICIES

Desgaste es un término general para describir el deslizamiento del metal contra el metal o la abrasión por rozamiento o ralladura.

Desgaste normal: Es la pérdida de metal en la superficie de los dientes del engrane como resultado de la inevitable abrasión a una tasa determinada y a un grado determinado que no afectará el funcionamiento del engrane durante su tiempo de vida.

Desgaste abrasivo: Es el daño causado a la superficie por partículas finas embebidas en la superficie de los dientes o contenidas en el aceite lubricante. Estas partículas pueden ser metal que se desprende de los dientes del engrane o de los rodamientos, abrasivos que no fueron removidos completamente antes del ensamble, arena o incrustaciones de la fundición u otras impurezas en el aceite o en el ambiente.

Los materiales abrasivos pueden entrar en la caja de los engranes debido a un ambiente rudo o pudo haber sido dejado ahí como una incrustación residual al momento de fabricar la caja. Algunas de las acciones correctivas para este tipo de desgaste pueden ser:

- Drenar y tirar el aceite residual.
- Limpiar y enjuagar los conductos de aceite.
- Rellenar la caja con aceite ligero y operar sin carga por aproximadamente 10 minutos.
- Limpiar los respiraderos y reemplazar los sellos y los filtros si se sospecha que la contaminación viene del ambiente.
- Drenar el aceite de lavado y rellenar con el aceite correcto.

Rayaduras: Es una forma de desgaste caracterizada por ralladuras profundas en la dirección de deslizamiento. Es causado por partículas que son de mayor tamaño que las asociadas al desgaste abrasivo.

Desgaste por sobrecarga: Es una forma de desgaste que se experimenta bajo condiciones de carga pesada y baja velocidad tanto en engranes endurecidos como sin endurecer. El metal parece haber sido removido progresivamente en capas delgadas u hojuelas dejando superficies que parecen haber sido grabadas.

Rugosidad: Es una forma particular de ralladura que puede ocurrir en las superficies endurecidas de los engranes hipoidales bajo condiciones de carga pesada. Aparecen como ranuras y crestas muy juntas en la dirección del deslizamiento del engrane.

Deformación plástica: La cedencia o deformación plástica es una deformación en la superficie del diente como consecuencia de altas cargas y caracterizada por la formación de aletas en los filos superiores de los dientes y por una cresta ocasional y un surco donde se tocan las líneas de paso. Normalmente está asociado con materiales dúctiles, pero también puede ocurrir en aceros endurecidos.

Laminación y raspado: La laminación y el raspado son una forma de deformación plástica resultado de cargas pesadas y deslizamiento. Los ajustes inadecuados incluyen el desalineamiento radial/axial, la holgura (backlash) fuera de tolerancia y defectos de manufactura. En los dientes de los engranes que no se enganchan adecuadamente debido al desalineamiento, el engrane se desgasta en los puntos altos y remueve metal hasta que se establece un perfil de acoplamiento. En los casos en los que existen defectos de manufactura, una vez que se ha establecido el perfil de acoplamiento, el desgaste disminuye o cesa. Sin embargo, para los demás desalineamientos, si no se corrigen, el desgaste continúa hasta destruir el engrane.

Granallado: El granallado es una forma de deformación plástica causada por impactos localizados o por cargas pesadas dispares o cargas de impacto.

Ondulación: Es una forma de cedencia plástica sobre la superficie del acero cementado, bajo cargas deslizantes pesadas caracterizada por un patrón similar a las escamas de pescado.

Soldadura: Es un tipo general de deterioro de la superficie, que ocurre cuando la presión, el deslizamiento y un aumento de temperatura se combinan para provocar que la película de lubricación sea forzada hacia fuera de los dientes, con lo que las superficies metálicas rozan directamente una contra la otra extendiendo la adhesión molecular o la soldadura, ocurre seguida de un rasgado inmediato. La soldadura puede, con frecuencia, ser evitada o detenida usando un lubricante adecuado de presión extrema.

Estriación ligera: Es una imperfección menor de la superficie de naturaleza de soldadura que muestra pequeñas lágrimas y ralladuras en la dirección del deslizamiento. La estriación empezará en un área que tenga una combinación alta de superficie en estrés y velocidad deslizante y por lo general ocurre cerca o en la punta del diente. (El término estriación se

DESGASTE Y FALLA DEL DIENTE DEL ENGRANE

Martin

seleccionó para ésta nomenclatura en preferencia a raspaduras y otros más).

Estriación severa: Es un grado más avanzado de soldadura que muestra ralladuras profundas y adhesión que lleva a un rápido deterioro.

Fatiga de la superficie: Es la formación de cavidades en la superficie de los dientes, usualmente pequeñas al principio y en áreas separadas de alto esfuerzo de compresión. Con frecuencia es resultado de irregularidades en la superficie.

Porosidad inicial: Puede ocurrir cuando un par de engranes son puestos en servicio y puede continuar solo hasta la etapa cuando los poros han sido reducidos al punto de tener suficiente área de contacto para llevar la carga sin mayor deterioro. Este tipo de desgaste generalmente no es serio ya que tiende a ser correctivo y no progresivo.

La porosidad destructiva: Es del tipo que continúa progresando después del período de operación inicial, frecuentemente con una tasa de incremento y al grado de que las áreas no porosas son insuficientes para transmitir la carga. Continuar la operación en esas condiciones lleva a una destrucción rápida del engrane.

Picaduras eléctricas: Las picaduras eléctricas pueden ocurrir cuando se descargan arcos eléctricos en la película de aceite que se encuentra entre los dientes de los engranes. Las temperaturas producidas son lo suficientemente altas para fundir localmente la superficie de los dientes del engrane. Estas descargas eléctricas pueden ser causadas por una instalación inadecuada de las corrientes a tierra o por altas cargas de electricidad estática o por conexiones inadecuadas de soldadura. Las picaduras eléctricas se identifican por pequeños cráteres rodeados por metal quemado o fundido.

La corriente eléctrica en los engranes puede descomponer el lubricante aun si no es lo suficientemente alta para dañar el metal, pero si lo es para quemar y descomponer los lubricantes. Las acciones correctivas para este problema son:

- Cuando vaya a soldar coloque las abrazaderas a tierra en el mismo lado de la caja de engranes.
- Aterrice la maquinaria colocando tiras conductoras a tuberías neumáticas o eléctricas rígidas para disipar la electricidad estática generada por el proceso.
- Revise que el sistema eléctrico esté instalado adecuadamente y aterricelo.



Desgaste normal



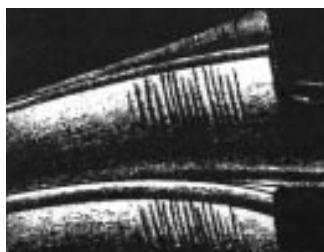
Desgaste abrasivo



Rayaduras



Desgaste por sobrecarga



Rugosidades



Rolado y Granallado



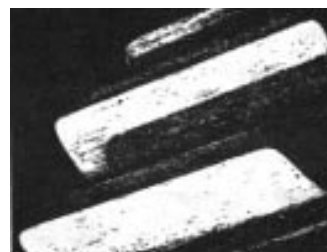
Ondulación



Estriación ligera



Estriación severa



Porosidad inicial

Astillamiento: Es un tipo muy común de fatiga de la superficie en la que un área considerable es socavada progresivamente y eventualmente se rompe en hojuelas grandes o pequeñas. Esto parece ocurrir solo en los engranes cementados.

Desgaste por corrosión: Es el resultado de la acción química en las superficies metálicas de los dientes de los engranes producidas por ciertos lubricantes inadecuados y por la oxidación. Este efecto se puede acelerar por la entrada de humedad excesiva en las cajas de los engranes. La corrosión ataca el engrane completo, pero el desgaste es mayor en las superficies de trabajo debido a que la corrosión por si misma actúa como aislante en las superficies que no están trabajando. Las acciones correctivas para este problema incluyen:

- Reduzca la carga si es que el sistema está sobrecargado.
- Mejore el sistema si está sobrecargado y la carga no puede ser reducida.
- Use lubricante para presión extrema si el sistema está sobrecargado y la carga no puede ser reducida o el sistema mejorado.
- Revise si no está usando un aceite de grado equivocado. Para saber que aceite es el adecuado pregunte al fabricante o a su proveedor de aceites.
- Revise con qué frecuencia está cambiando el aceite. Podría ser necesario aumentar la frecuencia de los cambios.

Quemado: Produce decoloración y pérdida de dureza y es resultado de las altas temperaturas generadas por fricción excesiva, sobrecargas, sobre velocidad, falta de holgura o falta de lubricación.

Interferencia: Es un tipo de falla debida a un contacto extremadamente pesado en área limitada de los dientes. Es provocada por una acción inadecuada del diente como el contacto excesivo entre la orilla superior del diente y la superficie del otro diente engranado lo que resulta en abrasión localizada. Dicha condición puede ser consecuencia de un diseño inadecuado o de una mala fabricación o errores al ensamblar los engranes en una distancia entre centros muy cerrada para la forma de sus perfiles.

Grietas por pulido: Son finas grietas con un patrón definido que pueden haber sido causadas por técnicas de pulido inadecuadas o un tratamiento térmico inadecuado o ambos. Por lo general no son visibles hasta que los engranes están trabajando.



Porosidad destructiva



Astillamiento



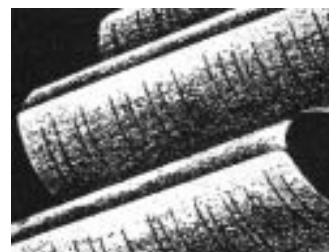
Desgaste corrosivo



Quemado



Interferencia



Grietas por pulido



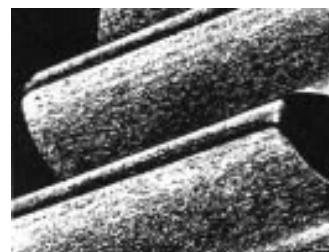
Rotura por sobrecarga



Rotura por fatiga



Grietas



Grietas por templado

DESGASTE Y FALLA DEL DIENTE DEL ENGRANE



El desgaste por fatiga se produce por el estrés repetitivo debajo del esfuerzo tensil del material. La fatiga se puede identificar como grietas o fracturas. Una grieta por fatiga es una grieta en el engrane que ocurre debido a la flexión, el estrés mecánico o térmico o defectos en el material. Una fractura por estrés es una rotura o rasgado del diente del engrane. Las grietas por fatiga normalmente culminan en una fractura cuando la grieta crece hasta un punto en el que la sección remanente en diente ya no puede soportar la carga. El desgaste por fatiga comienza desde el primer momento en el que el engrane es usado. El desgaste por fatiga se debe a deformaciones repetitivas bajo el estrés normal (normalmente no se ven y son inmedibles) que eventualmente producen grietas y fracturas.

Un estrés alternante (vibraciones) es suficiente para producir una fractura rápida por fatiga en los trenes de engranes industriales. Los ruidos destructivos, vibraciones, sobrecargas y el pulido de las superficies de los engranes se deben identificar en una etapa temprana de la operación para ser corregidos efectivamente. Los procedimientos adecuados de operación, las técnicas efectivas de lubricación y las inspecciones periódicas regulares con servicio pueden producir una instalación mecánica exitosa orientada a dar utilidades.

ROTURA DEL DIENTE

Rotura por sobrecarga: Se refiere a la rotura de los dientes como resultado de una sobrecarga inesperada o al atascamiento de la maquinaria. Normalmente no puede atribuirse a un diseño adecuado, a la aplicación o a errores del fabricante de los engranes.

Rotura por fatiga: Es el resultado de la cristalización del material de los engranes después de un gran número de repeticiones de la carga (revoluciones o ciclos) y no por la aplicación de una carga de impacto. La rotura por fatiga es de naturaleza progresiva que empieza con una pequeña grieta que continúa extendiéndose hasta que se rompe una porción o un diente completo. La decoloración y el aparente roce de la superficie fracturada son indicadores de la falla por fatiga. Algunas veces las fracturas por fatiga se caracterizan por el contorno de una serie de líneas concéntricas rugosas que se expanden desde un punto focal. Esta área tiene una apariencia más lisa que la superficie de la fractura final.

Grietas: Son el resultado del estrés residual inducido en los materiales endurecidos como consecuencia de la falta de control en la fabricación o de condiciones de operación inadecuadas. Una causa es un núcleo demasiado suave o alguna otra forma de tratamiento térmico inadecuado. Las hojuelas y virutas metálicas representan varias formas o grados de fallas por agrietamiento en las que partes del diente se rompen.

Grietas por templado: Es el resultado de un tratamiento térmico inadecuado, o de orillas extremadamente afiladas o marcas del herramental. Normalmente empieza en las raíces o las puntas de los dientes. Al fracturar deliberadamente dicho diente mostrará un área oscura en donde existía la grieta.

Tener acceso para evaluar el desgaste de los dientes es importante para determinar las causas del desgaste excesivo. Con frecuencia el desgaste puede ser detectado en etapas preliminares, se corrige el problema y se agregan muchas horas de vida a los engranes. Una parte importante para el mantenimiento de los engranes es la inspección periódica y cuidadosa de los engranes, particularmente en las unidades de gran tamaño.

Addendum: Es la altura del diente arriba del círculo de paso.

Paso Angular: Es el ángulo subtendido por el paso circular, usualmente expresado en radianes.

Paso Base Axial: El paso base de la involuta helicoidal de la superficie del diente en un plano axial.

Paso Axial: Es el paso lineal en un plano axial y en una superficie de paso. En engranes helicoidales y en sinfines, el paso axial tiene el mismo valor en todos los diámetros. En engranes de otros tipos, el paso axial puede ser confinado a la superficie de paso y puede ser medido circularmente.

Holgura (backlash): Es el juego que existe entre los dientes engranados o la distancia más corta entre las superficies no motrices de dientes adyacentes.

Paso Base: En la involuta de un engrane, el paso en el círculo base o a lo largo de la línea de acción. Los lados correspondientes de las involutas de los dientes de un engrane son curvas paralelas, y el paso base es la distancia constante y fundamental entre ellas a lo largo de un plano normal y común de rotación.

Engranes Cónicos rel. no 1:1: Son engranes con dientes en el exterior de un cuerpo con forma de cono (se usan normalmente en ejes a 90°)

Área del Fondo: Es la superficie en el fondo del espacio entre dos dientes adyacentes.

Distancia entre Centros: Es la distancia entre los ejes que no se intersectan de un juego de engranes.

Espesor Cordal: También llamado "espesor del diente". Es el espesor de un diente en el círculo de paso medido con un calibrador.

Paso Circular: Es la longitud del arco en el círculo de paso entre puntos correspondientes en el centro de dos dientes adyacentes. $PASO\ CIRCULAR = 3.1416 / PASO\ DIAMETRAL$.

Espesor Circular: Es el espesor del diente medido en el círculo de paso.

Claro: Es la distancia radial entre la parte superior de un diente y el fondo en el espacio de acoplamiento del diente.

Relación de Contacto: Para asegurar una acción suave y continua del diente, cuando un par de dientes está en acción, el siguiente par de dientes debe ya haber empezado a accionar. Es deseable tener el mayor traslape posible. Una medida de esta acción de traslape es la relación de contacto.

Corona: Es una modificación en el flanco de cada diente que consiste en un ligero bulto salido en su área central. Un diente coronado gradualmente se va adelgazando hacia su extremo. Un diente totalmente coronado tiene un poco de material extra

removido de la punta y también de la raíz, El propósito del coronado es asegurar que el flanco lleve su parte de la carga aun si el engrane está ligeramente desalineado o se flexiona bajo carga.

Dedendum: Es la profundidad del espacio del diente debajo del círculo de paso.

Paso Diametral: Es la relación del número de dientes al número de pulgadas del diámetro de paso. $PASO\ DIAMETRAL = 3.1416 / PASO\ CIRCULAR$.

Engranes Externos: Engranes con dientes en la parte exterior de un cilindro.

Cara del Diente: Es la superficie entre el círculo de paso y la parte superior del diente.

Cara del Engrane: Engrane con dientes en el extremo de un cilindro.

Ancho de Cara: La longitud del diente en un plano axial.

Flanco del Diente: Es la superficie entre el círculo de paso y el fondo del espacio del diente.

Flanco: Es el lado de trabajo o de contacto del diente del engrane. El flanco de un engrane recto normalmente tiene un perfil de involuta en la sección transversal.

Temperatura Flash: Es la temperatura a la cual la superficie del diente del engrane es lo suficientemente caliente para destruir la película de aceite y permitir la soldadura instantánea en el punto de contacto.

Profundidad Total del Diente: Es aquella en la que la profundidad de trabajo es igual a 2 dividido entre el paso diametral normal.

Centro del Engrane: Es el centro del círculo de paso.

Relación de los Engranes: Es la relación que existe entre el número de dientes del juego de engranes. Normalmente es el número de dientes del engrane dividido entre el número de dientes del piñón.

Relación de Dientes del Engrane: Es la relación del número de dientes mayor entre el número de dientes del menor en un par de engranes.

Angulo de la Hélice: Es la inclinación de los dientes en sentido longitudinal. Si el ángulo de la hélice es 0, el diente es paralelo al eje del engrane y es un diente de un engrane recto.

Engranes Helicoidales: Engranes con dientes en espiral alrededor del cuerpo del engrane.

Engranes Hipoidales: Similares en la forma a los engranes cónicos, pero operan en ejes que no se intersectan.

Relación Hunting: Es la relación de números de dientes de engrane y piñón que asegura que cada diente en el piñón contactará cada diente del engrane antes de que contacte cualquier diente del

engrane una segunda vez (13 a 48 es una relación hunting; 12 a 48 no es una relación hunting).

Engranajes Internos: Engranajes con dientes en el interior de un cilindro hueco (el engrane que trabaja con engrane interno debe ser un engrane externo).

Avance: Es el avance axial de una cuerda o de una espiral en 360° (una vuelta alrededor del eje).

Ángulo del Avance: Es la inclinación de la cuerda en la línea de paso respecto a una línea a 90° respecto al eje.

Línea de Acción: Es la trayectoria de acción para engranes de involuta. Es la línea recta que pasa por el punto de paso y tangentes entre sí.

Línea de Centros: Conecta los centros de los círculos de paso de dos engranes; también es la perpendicular común de los ejes de engranes helicoidales y sinfines.

Offset: Es la distancia perpendicular entre los ejes de engranes hipoidales.

Diámetro Exterior: (Engranajes Externos) Es la distancia de la punta de un diente a la punta del diente opuesto, medida a través del eje del engrane. $\text{DIÁMETRO EXTERIOR} = \text{NÚMERO DE DIENTES} + 2 / \text{PASO DIAMETRAL}$.

Paso: Es la distancia entre la superficie de dientes similares e igualmente espaciados a lo largo de una determinada línea o curva.

Ángulo de Paso: En los engranes cónicos, es el ángulo entre un elemento del paso del cono y su eje.

Círculo de Paso: Es el círculo a través del punto de paso teniendo su centro en el eje del engrane. Los círculos de paso son tangentes en los engranes acoplados.

Diámetro de Paso: Es el diámetro del círculo de paso. $\text{DIÁMETRO DE PASO} = \text{NUMERO DE DIENTES} / \text{PASO DIAMETRAL}$.

Punto de Paso: Es el punto del perfil del diente de un engrane que descansa en el círculo de paso de ese engrane. Al momento en el que el punto de paso contacta con el otro engrane, el contacto ocurre en el punto de paso de ese engrane, y este punto de paso común se ubica en la línea que conecta los centros de los engranes.

Punto de Contacto: Es cualquier punto en el cual dos dientes se tocan.

Ángulo de Presión: Es el ángulo entre una tangente del perfil del diente y la línea perpendicular a la superficie de paso. Los engranes estándar pueden ser de 14 1/2° o de 20°. Para que trabajen los engranes deben tener el mismo ángulo de presión.

Círculo de Raíz: Es tangente al fondo de los dientes.

Diámetro de Raíz: Es la distancia del fondo de un diente al fondo de

otro diente opuesto medida a través del eje del engrane.

Excentricidad: Es una medida de la excentricidad relativa del eje de rotación. La excentricidad se mide en dirección radial y es la diferencia entre la lectura más alta y la más baja en 360°, o una vuelta. Para los dientes de los engranes, la excentricidad normalmente se revisa usando pins puntiagudos entre los dientes o usando un engrane maestro. La excentricidad de las superficies cilíndricas se revisa con una probeta que lee en dirección radial conforme la parte gira sobre su eje.

Superficie del Diente: Es el lado del diente de un engrane o el área total que incluye la cara del diente y el flanco del diente.

Ángulo de los Ejes: Es el ángulo entre dos ejes que no son paralelos.

Engranajes Rectos: Son engranes con los dientes cortados rectos y paralelos al eje de rotación.

Alivio en la Punta: Es una modificación al perfil del diente, en la que se quita un poco de material cerca de la punta del diente del engrane para que los dientes engranen suavemente.

Superficie del Diente: Forma el lado del diente de un engrane.

Perfil del Diente: Es el lado del diente entre el círculo exterior y el círculo de raíz.

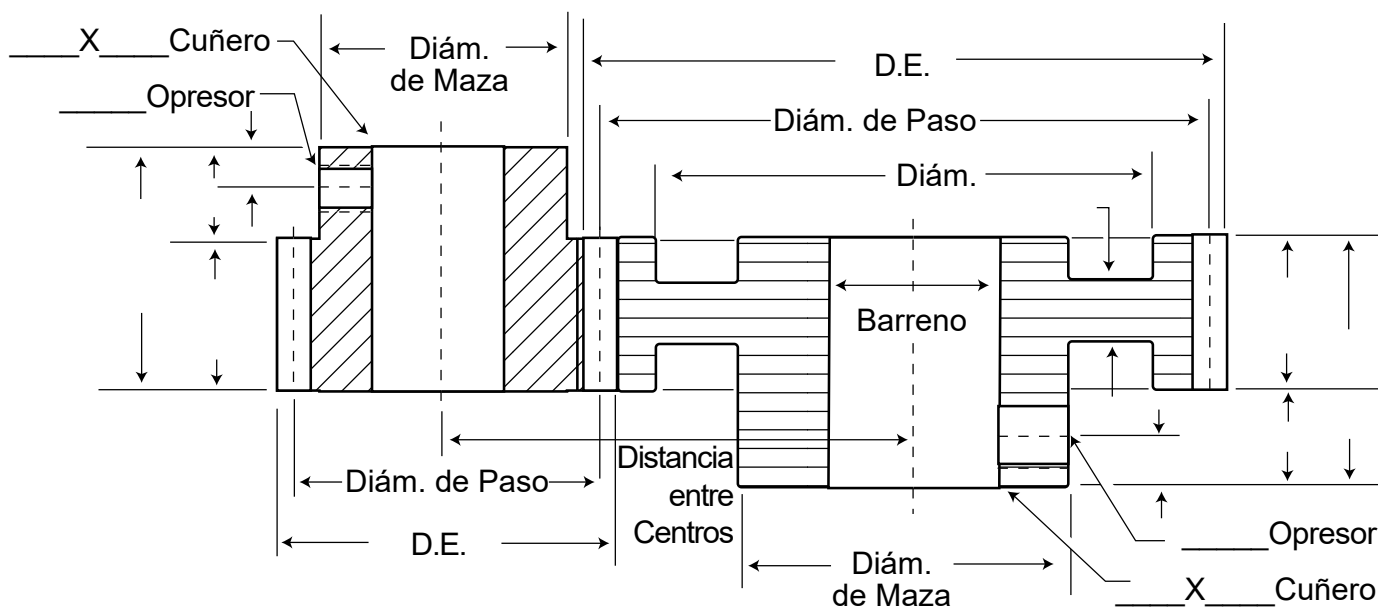
Área Superior: Es la superficie superior del diente del engrane.

Sobrecorte: Cuando una parte de la involuta del perfil de un diente se corta cerca de su base se dice que tiene sobrecorte. El sobrecorte se vuelve un problema cuando el número de dientes del piñón es pequeño.

Profundidad Total: Es la distancia radial entre el diámetro exterior y el diámetro de raíz. También se conoce como "Profundidad del Diente" y es igual a la suma del addendum y el dedendum.

Profundidad de Trabajo: Es la profundidad a la cual el diente se extiende en el espacio del diente del otro engrane cuando la distancia entre centros es estándar. Es igual a la suma de los addendums de los dos dientes.

Engranajes Sinfín: Es el engrane de un juego en el que una de sus partes tiene dientes enrollados alrededor de un cuerpo cilíndrico como las cuerdas de un tornillo. (Normalmente este engrane, llamado sinfín, tiene su eje a 90° del eje de la corona).



ESPECIFICACIONES

	Piñón	Engrane
Paso Diametral		
Ángulo de Presión		
Pin ()		
Número de Dientes		
Especificaciones del Material		
Tratamiento Térmico		
RPM de los Engranes		
Torque		
Potencia Transmitida		
Lubricación		

Ciclo de Servicio

Características del Servicio

Comentarios

Cliente: _____

Teléfono: _____

Dirección: _____

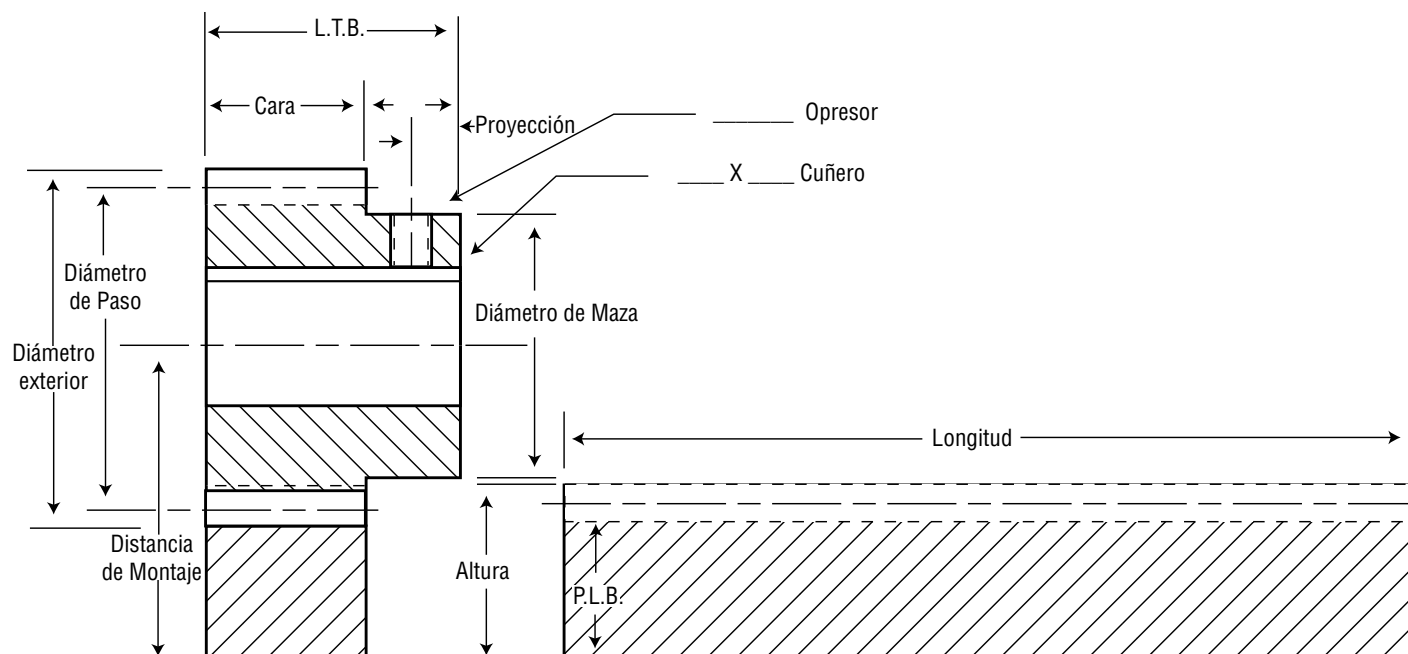
Fecha: _____

Contacto: _____

Vendedor: _____

HOJA DE DATOS CREMALLERAS

Martin



ESPECIFICACIONES

	Piñón	Cremallera
Paso Diametral		
Ángulo de Presión		
Distancia de Montaje con el Piñón		
Pin ()		
Longitud		
Ancho de Cara		
Altura		
Especificaciones del Material		
RPM del Piñón o FPM de la Cremallera		
Torque		
Potencia Transmitida		
Lubricación		

Ciclo de Servicio

Características del Servicio

Comentarios

Cliente: _____

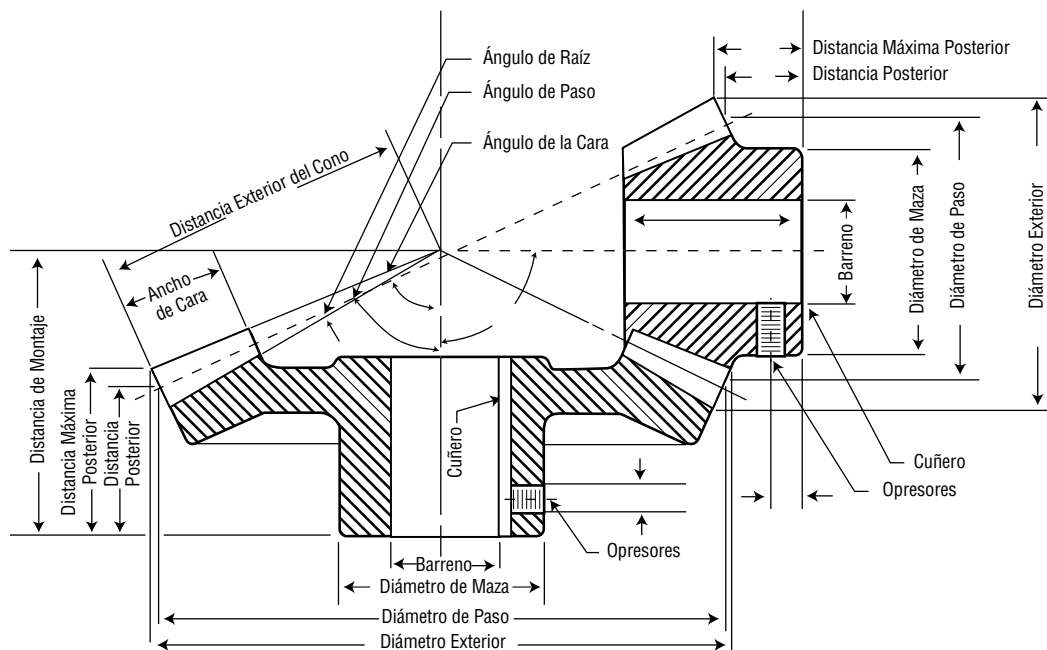
Teléfono: _____

Dirección: _____

Fecha: _____

Contacto: _____

Vendedor: _____



ESPECIFICACIONES

	Piñón	Engrane
Paso Diametral		
Ángulo de Presión		
Número de Dientes		
Ángulo de la Cara		
Ángulo de Paso		
Ángulo de Raíz		
Ángulo del Diente		
Material		
Tratamiento Térmico		
R.P.M.		
Torque		
H.P. / Potencia		
Tipo de Lubricación		

Ciclo de Servicio

Características del Servicio (impactos, alta o baja temperatura, etc.)

Comentarios (Use el reverso de esta hoja para hacer un diagrama de la aplicación)

Cliente: _____

Teléfono: _____

Dirección: _____

Fecha: _____

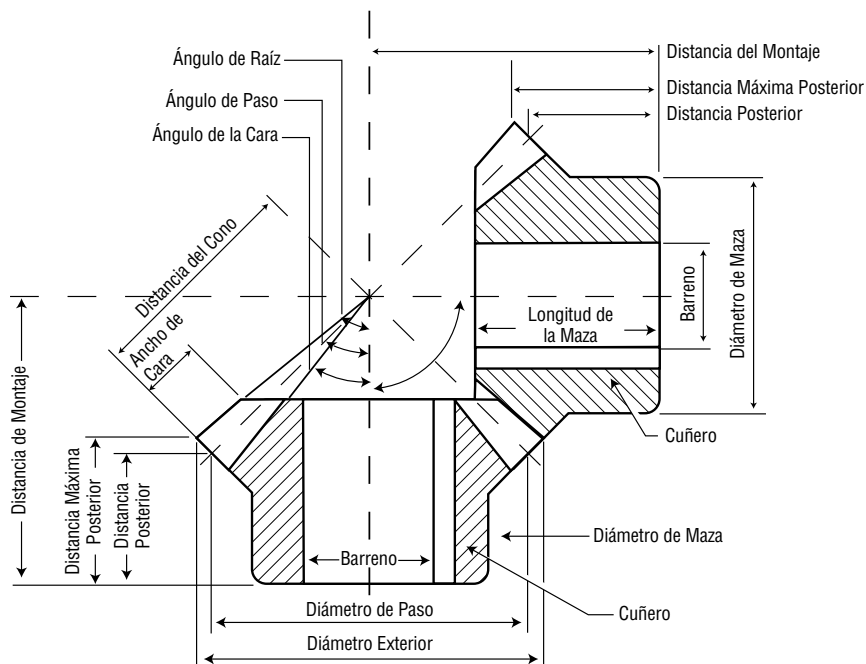
Contacto: _____

Vendedor: _____

HOJA DE DATOS

ENGRANES CÓNICOS REL. 1:1

Martin



ESPECIFICACIONES

	Piñón	Engrane
Paso Diametral		
Ángulo de Presión		
Número de Dientes		
Ángulo de la Cara		
Ángulo de Paso		
Ángulo de Raíz		
Ángulo del Diente		
Material		
Tratamiento Térmico		
R.P.M.		
Torque		
H.P. / Potencia		
Tipo de Lubricación		

Ciclo de Servicio

Características del Servicio (impactos, alta o baja temperatura, etc.)

Comentarios (Use el reverso de esta hoja para hacer un diagrama de la aplicación)

Cliente: _____

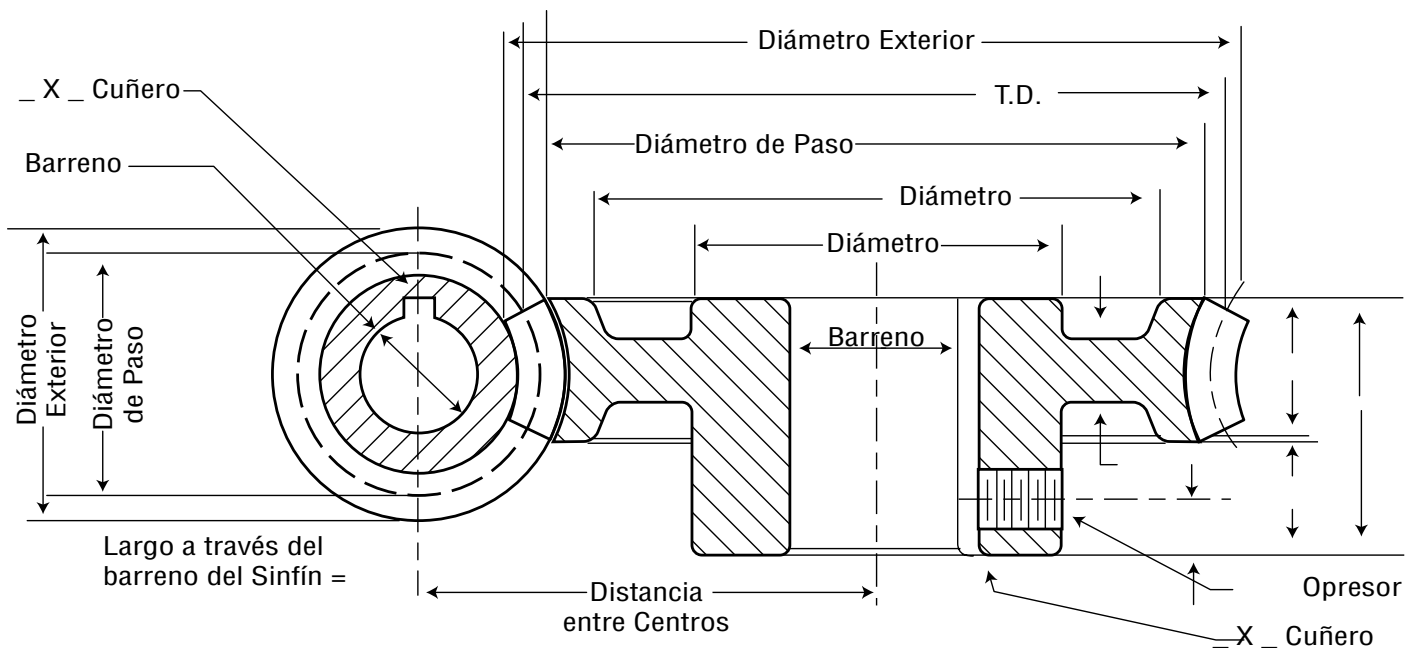
Teléfono: _____

Dirección: _____

Fecha: _____

Contacto: _____

Vendedor: _____



ESPECIFICACIONES

	Sinfín	Corona
Paso (Diametral) (Circular)		
Ángulo de Presión Normal		
Número de Cuerdas - Dientes		
Ángulo de la Hélice (Mano Derecha) (Mano Izquierda)		
Material		
Tratamiento Térmico		
R.P.M. de los Engranés		
Torque		
Potencia Transmitida		
Lubricación		
Avance de la cuerda del Sinfín () La cuerda debe ser pulida (Si) (No)		

Ciclo de Servicio

Características del Servicio (impactos, alta o baja temperatura, etc.)

Comentarios (Use el reverso de esta hoja para hacer un diagrama de la aplicación)

Cliente: _____

Teléfono: _____

Dirección: _____

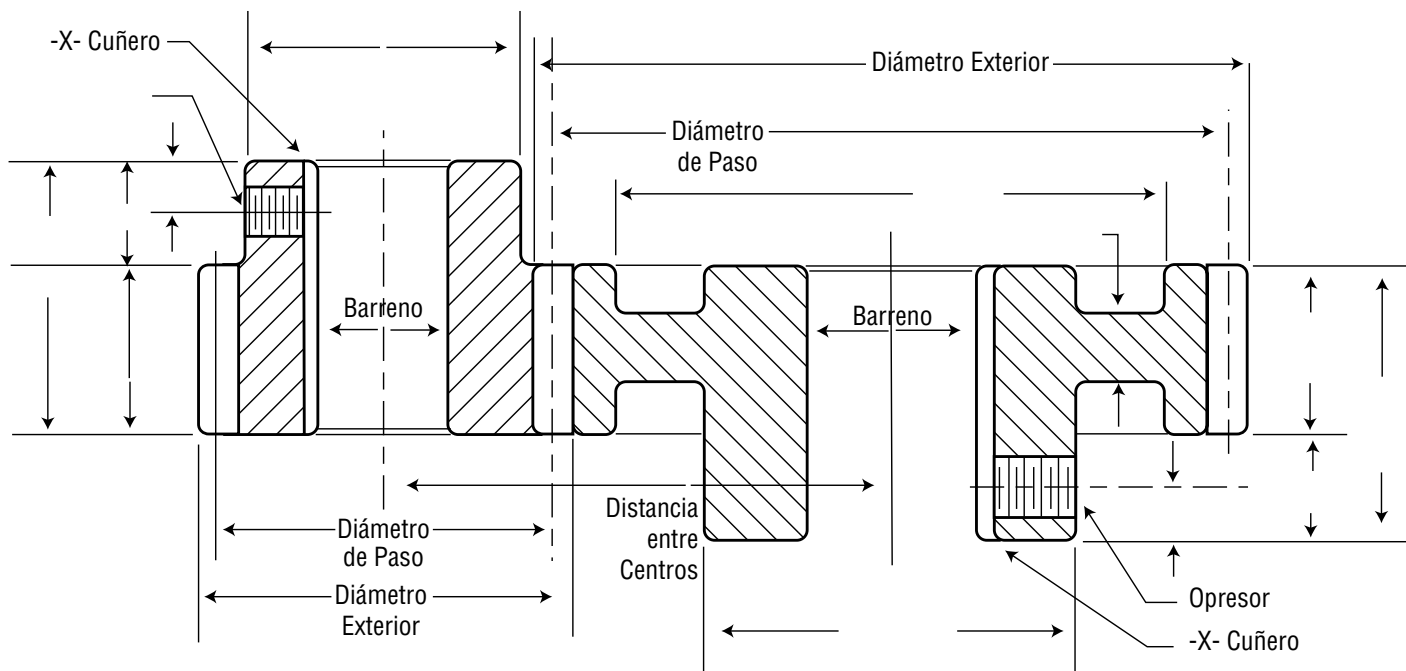
Fecha: _____

Contacto: _____

Vendedor: _____

HOJA DE DATOS ENGRANES HELICOIDALES

Martin



ESPECIFICACIONES

	Piñón	Engrane
Paso Diametral (Normal) (Axial)		
Ángulo de Presión (Normal) (Axial)		
Angulo de la Hélice (Mano Derecha) (Mano Izquierda)		
Pin ()		
Número de Dientes		
Material		
Tratamiento Térmico		
R.P.M.		
Torque		
Potencia		
Lubricación		

Ciclo de Servicio

Características del Servicio (impactos, alta o baja temperatura, etc.)

Comentarios (Use el reverso de esta hoja para hacer un diagrama de la aplicación)

Cliente: _____

Teléfono: _____

Dirección: _____

Fecha: _____

Contacto: _____

Vendedor: _____

Penton Publications, Motion Systems PT design, 2000 Handbook, December 1999A177 - A184.

Power Transmission Distributors Association, Power Transmission Handbook, 1990