

Rubén Caldas Sierra

2APP3 – 2014/2015

INDICE

1. Finalidad y utilización del proyecto.....	Pág. 4
2. Datos y suposiciones de partido.....	Pág. 4
3. Descripción del mecanismo.....	Pág. 4
4. Solución propuesta.....	Pág. 4
5. Materiales.....	Pág. 5
6. Tratamientos.....	Pág. 6
7. Elementos mecánicos.....	Pág. 7
8. Dimensionado de los engranajes.....	Pág. 9
9. Manufactura de los engranajes.....	Pág. 14
10. Presupuesto.....	Pág. 18
11. Planificación del trabajo.....	Pág. 20
12. Hoja de procesos.....	Pág. 21
13. Planos.....	Pág. 22

1. FINALIDAD Y UTILIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto que se presenta tiene como finalidad llevar a cabo una multiplicación de velocidad para una gama de motores y así cubrir unas necesidades concretas de un cliente potencial.

El producto forma parte de un catálogo estándar de grupos reductores, que bien pueden ser modificados o personalizados según los requerimientos del cliente.

2. DATOS Y SUPOSICIONES DE PARTIDA

Para el estudio y ejecución del proyecto, vamos a diseñar una caja reductora para una gama de posibilidad, de las cuales será fija la relación a transmitir; en este caso $r = 1/3$, y con una potencia a transmitir de acuerdo con el diseño.

Otros datos significativos son:

- Es importante cuidar el tamaño final del producto pues habrá aplicaciones en que el lugar sea un hándicap.
- Prestar especial al uso de retenemos pues en algunas situaciones puede estar sujeto a condiciones de humedad, ambientes salinos (industrias marítima) o suciedad.
- Cuidar el sobredimensionamiento de la reductora pues un aumento en esta se verá traducido a un incremento directo sobre los costes.
- Concretar el motor que llevará a la entra para definir los elementos de unión y las máximas revoluciones que vamos a encontrar en el eje de entrada.

3. DESCRIPCIÓN DEL MECANISMO

Las reductoras están compuestas por una serie de engranajes situados en ejes que a su vez están colocados en cajas estancas pues están normalmente sumergidos en lubricante.

Dichos engranes, logran una reducción de velocidad gracias a la variación entre sus grupos de engranes. Dependiendo del número de dientes de los que estén compuesto y de la cantidad de grupos de engranes (con sus respectivos ejes), se consigue un determinado factor de reducción.

4. SOLUCIÓN PROPUESTA

Las posibilidades de las que disponemos para dar solución al cliente potencial, consiste en elegir si el diseño final va a llevar uno, dos o tres grupos de engranes. Teniendo en cuenta que el diseño de los dientes del engranaje va a ser helicoidales debido a sus ventajas:

- Pueden transmitir más velocidad.
- Son más silenciosos y más duraderos.
- Pueden transmitir el movimiento de ejes que se corten.

Además la caja reductora contará con un eje de entrada y dos ejes de salidas, estos serán paralelos entre sí.

Por tamaño se propone la solución de una rueda de 63 dientes y dos ejes – piñones para las salidas de 21 dientes cada uno respectivamente. La relación entre ellos será de un módulo normal igual a 2 así como el ángulo de hélice será de 20° y el de presión al transmitir el grupo una relación de velocidades en una gama media será de 20° también.

5. MATERIALES.

A continuación se detallarán los distintos materiales que se han empleado en la construcción de los ejes y engranajes que componen el reductor de velocidad, así como la carcasa, además de mencionar los tratamientos térmicos a los que serán sometidos estos elementos para mejorar su resistencia mecánica.

A. EN LOS EJES Y ENGRANAJES.

Para estos elementos vamos a emplear el mismo tipo de acero: AISI 4140 (Se denominación según DIN es 41 CrMo4 – 42CrMo4). Este acero es de gran resistencia, siendo una aleación al Cromo-Molibdeno. Se trata de un acero muy resistente a la torsión, al desgaste y al impacto. Puede trabajar en temperaturas de hasta 450°C.

Es empleado en la industria para la construcción de vehículos, engranajes y repuestos de maquinaria tales como árboles de transmisión, brazos de ejes y cigüeñales.

También es muy apropiado para su templado superficial, gracias a su alto contenido en carbono.

Elemento	Proporción
Carbono, <i>C</i>	0,40 %
Manganeso, <i>Mn</i>	0,70 %
Silicio, <i>Si</i>	0,30 %
Cromo, <i>Cr</i>	1,10 %
Molibdeno, <i>Mo</i>	0,20 %

Acero	AISI 4140
Temperatura de revenido	205 °C
Dureza HB	510 HB
Límite de fluencia, S_y	1641 MPa
Resistencia a la tracción, S_t	1772 MPa

B. EN LA CARCASA.

Para la carcasa se ha elegido un Aluminio A380, el cual ofrece muy buena maleabilidad y adecuadas propiedades mecánicas y térmicas. Ofreciendo la mejor combinación de propiedades de inyección y de características mecánicas y térmicas, el A380 es una de las aleaciones de aluminio más comúnmente especificadas. Ofrece muy buenos resultados en cuanto a fluidez, hermeticidad y resistencia al agrietado en caliente.

La aleación A380 tiene una buena capacidad de mecanización: se utiliza para una amplia variedad de productos, incluyendo chasis para equipos electrónicos, frenos de motor, cajas de cambios, muebles, herramientas manuales y eléctricas.

El tratamiento térmico de las piezas inyectadas no es habitual por la posibilidad de que se produzcan ampollas o abultamientos, debido a porosidades bajo la superficie que se manifiesten cuando se calientan a altas temperaturas. Sin embargo, las propiedades pueden mejorarse dando a las piezas un tratamiento de temple T2 o T5. Frecuentemente, las propiedades de las piezas inyectadas a las que se ha dado un templado T5 se aproximan a las del templado T6. Las piezas a las que se van a aplicar tales tratamientos deben tener una compactación interna excelente.

Elemento	Proporción
Silicio , <i>Si</i>	6,5 %
Hierro , <i>Fe</i>	0,6 %
Cobre , <i>Cu</i>	3 %
Manganeso , <i>Mn</i>	0,1 %
Magnesio , <i>Mg</i>	0,1 %
Niquel , <i>Ni</i>	0,1 %
Zinc , <i>Zn</i>	0,1 %
Otros	0,15 %

Aluminio	A380
Temperatura de revenido	205 °C
Dureza HB	80 HB
Límite de fluencia, S_y	160 MPa
Resistencia a la tracción, S_t	320 MPa
Módulo de Young, E	71 GPa
Densidad, ρ	2,71 g/cm ³
Calor específico	963 J/kg °C
Conductividad térmica	96,2 N/m K
Módulo de Poisson, μ	0,33

6. TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Los ejes serán sometidos a un templado. Esto produce un aumento de la dureza de la pieza, pero por el contrario conseguiremos que el material se vuelva más frágil. El temple se producirá a temperaturas comprendidas entre 830 y 850°C, con enfriamiento en aceite sin agitación.

Además, los dos árboles, tras el templado serán sometidos a un proceso de revenido para disminuir de esta forma la fragilidad que el temple provoca.

Este proceso no ocasiona disminución alguna en la dureza superficial alcanzada, previamente, pues este proceso se lleva a cabo por debajo de la temperatura de austenización, la cual se encuentra entre los 500 y 600°C.

ENGRANAJES

Para prolongar la vida útil de las ruedas dentadas, debe aumentar la dureza superficial en los anchos del diente. Elegiremos un proceso por Nitruración, el cual trata de:

Es un procedimiento de endurecimiento superficial que se aplica a los engranajes de acero aleado. El nitrurado se efectúa mediante un gas de amoníaco que se descompone en nitrógeno atómico e hidrógeno sobre la superficie del acero y se combina con los otros compuestos de la aleación para formar nitruros de una gran dureza.

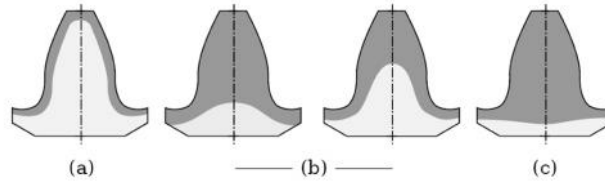


Figura 1.2: Tratamientos superficiales para dientes de engrane: por nitrurado (a), mediante inducción (b) y por flama (c).

En el caso de los piñones tallados sobre los ejes, deberemos cubrir las partes que no deben ser nitruradas con Cobre, para que no sufran este proceso. El nitrurado no debe penetrar excesivamente en el alma del diente, ya que si el núcleo se endurece demasiado, se corre el riesgo de rotura.

7. ELEMENTOS MECÁNICOS

A. RODAMIENTOS

Los rodamientos son elementos sobre los cuales se apoyan los ejes o árboles de transmisión con el fin de reducir el rozamiento con el alojamiento en la carcasa. Son elementos giratorios y soportan, por lo tanto, los esfuerzos provenientes de la acción de los engranajes. En este caso, al tratarse de engranajes helicoidales, nuestros cojinetes se enfrentarán a esfuerzos axiales y radiales.

Para diseñar una disposición de rodamientos es necesario seleccionar un tipo de rodamiento adecuado y determinar un tamaño del mismo que sea óptimo. Pero además, se deben tener en cuenta otros aspectos como:

- La forma y el diseño de los demás componentes de la disposición sean adecuados.
- Que los ajustes y el juego interno o la precarga del rodamiento sean apropiados.
- Los mecanismos de fijación.
- Las obturaciones apropiadas.
- El tipo y la cantidad de lubricante.
- Los métodos de montaje y desmontajes utilizados.

Cada decisión que tomemos afectará al rendimiento, la habilidad y la rentabilidad de la disposición de rodamientos.

Los distintos tipos de rodamientos representan propiedades y características que dependen de su diseño y que lo hacen más o menos adecuado para una aplicación determinada. Por ejemplo, los rodamientos rígidos de bolas pueden soportar cargas radiales, así como cargas axiales moderadas. Tienen una baja fricción de funcionamiento silencioso. Los cónicos, por ejemplo, son capaces de soportar cargas combinadas de mayor magnitud.

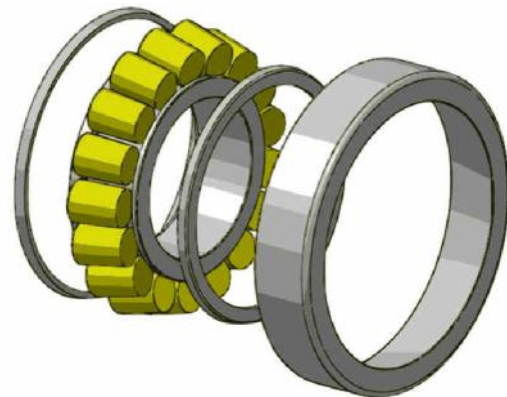
Una carga combinada consta de un carga radial y una carga axial que actúan simultáneamente, La capacidad que tiene un rodamiento para soportar una carga axial está determinada por su ángulo de contacto; cuanto mayor es dicho ángulo, más adecuado es el rodamiento para soportar cargas axiales.

Por lo tanto, para cargas combinadas, se usan principalmente los rodamientos de una hilera de rodillos cónicos, los rodamientos de una y de dos hileras de bolas con contacto angular también son adecuados.

Los rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular, los rodamientos de rodillos cónicos, algunos tipos de rodamientos de rodillos cilíndricos y los rodamientos axiales de rodillos a rotula, sólo pueden soportar cargas axiales en un sentido.

Finalmente destacar los factores más importantes a considerar a la hora de seleccionar un tipo de rodamiento.

- Espacio disponible.
- Tipo de carga.
- Desalineación.
- Precisión.
- Velocidad.
- Ruido.
- Rigidez.
- Desplazamiento axial.
- Montaje y desmontaje.
- Obturaciones integradas.

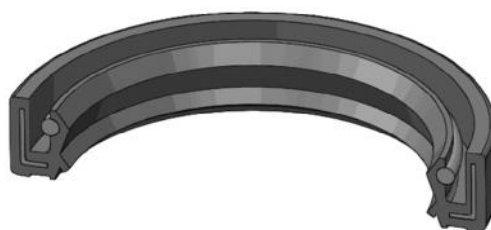


B. JUNTAS

Son elementos que sitúan entre las partes que componen la carcasa para evitar que el lubricante de engrase de los mecanismos internos se pierda a través de una unión. En este proyecto se van a emplear juntas de goma hechas a medida, asentadas sobre la superficies con un acabado superficial fino.

C. RETENES.

Son los encargados de hacer estanco el reductor de velocidad en la salida de los ejes o árboles, impidiendo la fuga de lubricante.



D. CHAVETAS.

Las chavetas son órganos mecánicos destinados a la unión de piezas que deben girar solidarias con un eje, para así transmitir un par motriz mediante volantes de inercia, poleas o ruedas dentadas, como en el caso que nos ocupa. La gran ventaja en el uso de estos elementos es que permiten un fácil montaje y desmontaje de las piezas.

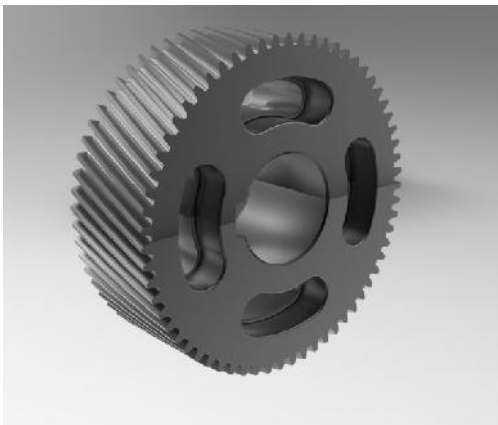
E. LUBRICACIÓN.

El gran interés e importancia de la lubricación, se pone de manifiesto, si consideramos que todas las partes móviles de las máquinas y equipos en general están sujetas a frotamiento y desgaste, y su control y reducción es uno de los principales problemas.

Este tipo de mecanismo, la lubricación de engranajes y cojinetes se produce por salpicadura de aceite. Esto se produce debido a que el recipiente estanco que conforma la carcasa del reductor, contiene un nivel determinado de aceite. Así, los engranajes de mayor diámetro están parcialmente sumergidos en el lubricante y debido al movimiento giratorio al que están sometidos, el líquido es proyectado en todas direcciones. De esta manera se forma una neblina de aceite que moja todos los elementos expuesto a ella y se produce el fenómeno de la lubricación en todo el mecanismo.

Para garantizar la eficacia de este elemento, el aceite debe ser bastante fluido, lo que se traduce en una viscosidad tal que le permita circular libremente sin perder la capacidad para soportar la elevada carga del engranaje.

8. DIMENSIONADO DE LOS ENGRANAJES.



Los engranes helicoidales, al igual que los engranes rectos, se usan para transmitir potencia y movimiento de un eje a otro, pero se debe tener un criterio para determinar en un si en un diseño específico se usan engranes rectos o helicoidales. Los engranes de helicoidales y en comparación con los rectos se distinguen por la orientación de sus dientes. En los engranes rectos los dientes son rectos y están alineados respecto al eje del engrane. En los helicoidales los dientes están cortados en forma de hélices teniéndose un ángulo constante con respecto al eje del engrane, llamado ángulo de hélice. A diferencia de los engranes rectos, los engranes helicoidales se pueden montar en ejes no paralelos.

Entre algunas de las consideraciones cinemáticas más importantes en los engranes helicoidales es que el contacto inicial de los dientes de engranes helicoidales es un punto, el cual se convierte en una línea cuando los dientes hacen más contacto, a diferencia de los engranes rectos, ya que en ellos el contacto inicial de los dientes de engranes es una línea que se extiende a lo largo de la cara del diente del engrane. En los engranes rectos esta línea de acción es paralela al eje, en los engranes helicoidales esta es una diagonal a través de la cara

del diente. Los engranes rectos se usan para aplicaciones de baja velocidad y para aquellos casos en los que el control del ruido no sea importante.

El uso de engranes helicoidales es adecuado si se tienen velocidades altas, transmisiones de potencia altas o donde el abatimiento del ruido es un factor importante. Se considera velocidad alta cuando la velocidad tangencial es superior a 25 m/s o cuando la velocidad del piñón sea mayor a 3600 rpm.

Debido a la naturaleza del contacto entre engranes helicoidales la relación de contacto es de importancia menor, y el área de contacto, que es proporcional al ancho de la cara del engrane, es verdaderamente significativa.

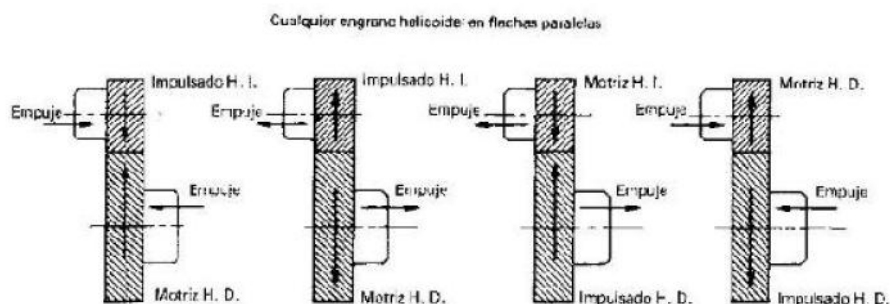
A. GEOMETRÍA Y TERMINOLOGÍA.

Ángulo de hélice

La hélice de un engrane helicoidal puede ser a izquierdas o derechas. En una instalación normal los engranes helicoidales se montarían en ejes paralelos. Para obtener este ajuste se requiere que un engrane sea de hélice derecha y otro de hélice izquierda, con ángulos de hélice iguales. Si ambos engranes acoplados fueran de la misma hélice, los ejes formarían 90° entre sí. En este caso se les llama engranes helicoidales cruzados. Se engranes helicoidales de ejes paralelos porque proporcionan una capacidad de transmisión de potencia mucho mayor, para un determinado tamaño, que la forma helicoidal cruzado.

La ventaja principal que tienen los engranes helicoidales en comparación con los engranes rectos es un engranado gradual, porque determinado diente adquiere su carga de una manera más gradual y no repentina. El contacto se inicia en el extremo del diente, cerca de su punta y avanza por la cara en una trayectoria de bajada, y cruza la línea del flanco hacia el interior del diente, donde sale del engrane. Al mismo tiempo existen otros dientes que se ponen en contacto antes de que un diente permanezca en contacto, con el resultado de que un mayor número promedio de dientes este engranado y comparten las cargas aplicadas, a diferencia de un engrane recto. La menor carga promedio por diente permite tener mayor capacidad de transmisión de potencia para un determinado tamaño de engrane, o bien menor tamaño para transmitir la misma potencia.

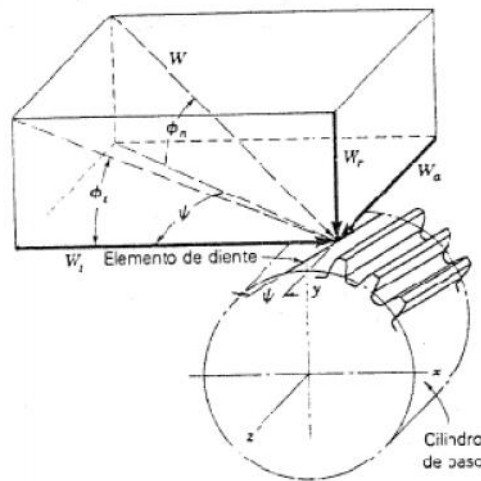
La principal desventaja de los engranes helicoidales es que se produce una carga de empuje axial, como resultado natural de la inclinación de los dientes. Los cojinetes que sujetan al eje con el engrane helicoidal deben de ser capaces de reaccionar contra el empuje axial.



El ángulo de hélice se especifica para cada diseño dado de engrane. Se debe buscar un balance para aprovechar el engrane más gradual de los dientes, cuando el ángulo de hélice es grande, y al mismo tiempo mantener un valor razonable de la carga axial, que aumenta al aumentar el ángulo de hélice. Un ángulo típico de hélice es de 15 a 45°.

Ángulos de presión y fuerzas en los engranes helicoidales.

Para comprender la terminología de los engranes helicoidales, es necesario definir dos ángulos de presión diferentes, así como el ángulo de hélice. Los ángulos de presión se relacionan con los tres planos principales que se utilizan de referencia en el diseño de engranes helicoidales. Estos planos son el plano tangencial, plano transversal y el plano normal. A su vez estos planos contienen las tres componentes ortogonales de la fuerza normal verdadera que ejerce un diente de un engrane sobre un diente de su engrane en contacto. Es así que podemos definir a las tres componentes.



Primero se llamará W_N a la fuerza normal verdadera. Actúa normal (perpendicular) a la superficie curva del diente, pero para condiciones de diseño esta fuerza casi no se usa, se prefiere utilizar sus tres componentes ortogonales.

La fuerza tangencial es la fuerza transmitida, W_t actúa en dirección tangencial a la superficie del paso del engrane y es perpendicular al eje que tiene el engrane. Esta fuerza es la fuerza que empuja al engrane. El análisis de esfuerzos y la resistencia a las picaduras se relaciona con la magnitud de la fuerza tangencial.

La fuerza radial, W_r es la fuerza que actúa hacia el centro del engrane, a lo largo de un radio y tiende a separar las dos ruedas engranadas.

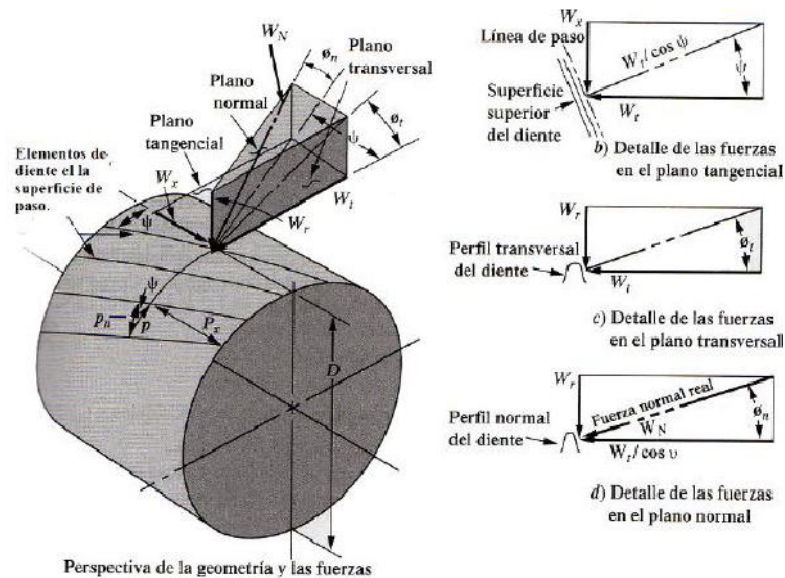
La fuerza axial, W_x que actúa en el plano tangencial y es paralela al eje del engrane. Esta fuerza también es conocida como fuerza de empuje. Tiende a empujar al engrane a lo largo del eje, este empuje debe de contrarrestarse por uno de los cojinetes que sostiene al eje, es por ello que esta fuerza tiende a ser indeseable en la mayoría de los casos. Los engranes rectos no generan esta fuerza porque sus dientes son rectos y paralelos al eje del engrane.

Ahora de acuerdo a estas fuerzas se pueden definir los planos antes mencionados:

El plano tangencial es el plano, que es tangencial a la superficie de paso del engrane y actúa por el punto de paso en la mitad de la cara del diente que se analiza. Este plano contiene a la fuerza tangencial W_t y a la fuerza axial W_x .

El plano que contiene a la fuerza tangencial W_t y a la fuerza radial W_r , es el plano transversal, este plano es perpendicular al eje del engrane y actúa pasando por el punto de paso a la mitad de la cara del diente que se analiza. En ángulo de presión transversal ϕ_t se define en este plano.

El plano que contiene la fuerza normal verdadera W_n y la fuerza radial W_r es el plano normal. El ángulo entre el plano normal y el plano transversal es el ángulo φ de hélice. Dentro del plano normal, se puede ver que el ángulo que forma el plano tangencial y la fuerza normal verdadera W_n es el ángulo de presión normal, ϕ_n .



En el diseño de engranajes helicoidales hay tres ángulos de interés:

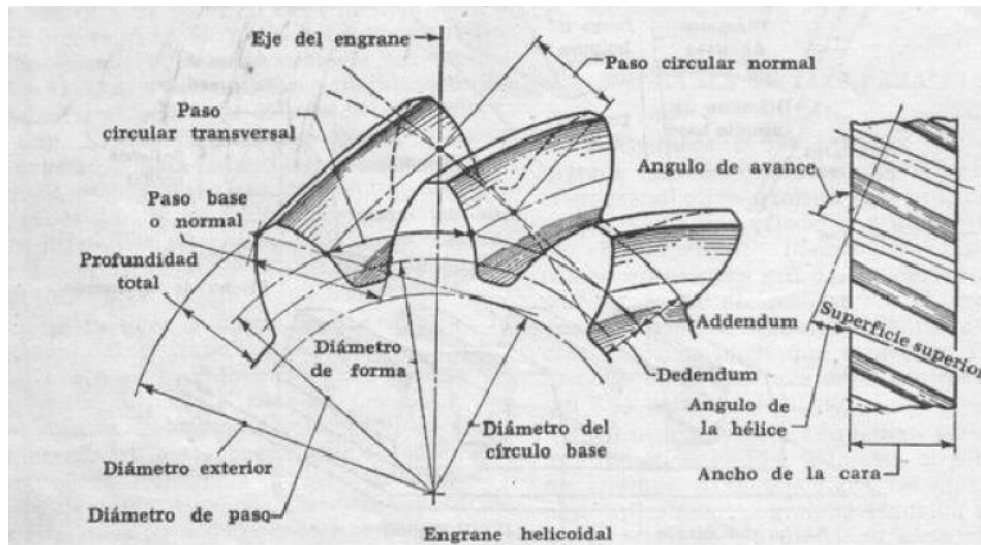
- Ángulo de hélice.
- Ángulo de presión normal. El que forma la línea de acción con la tangente a la circunferencia de paso (20° o 25° son los ángulos normalizados).
- Ángulo de presión transversal.

Debido a la carga axial, se requiere usar baleros o cojinetes que soporten cargas axiales así como también cargas radiales.

Pasos para engranajes helicoidales.

Paso circular. Es la distancia desde un punto sobre un diente al punto correspondiente del siguiente diente, medido en la línea de paso, en el plano transversal. Esta definición es la misma que se utiliza en los engranes rectos.

Paso circular normal. Es la distancia entre puntos correspondientes sobre dientes adyacentes medida en la superficie de pasos y en la dirección normal.



Cálculo de datos para el proyecto.

	Piñón 1	Piñón 2	Rueda
Angulo de presión	20	20	20
Angulo de hélice	20	20	20
Relación de Transmisión	1/3	1/3	1/3
$i=N1/N2$			
Distancia entre centros	89,376		
$A=(d1+d2)/2$			
Módulo Normal	2	2	2
Módulo Circular	2,128	2,128	2,128
$mc=mt=mn/\cos b$			
Número de dientes	21	21	63
Diámetro Primitivo	44,688	44,688	134,064
$d=mc \times Z$			
Diámetro Exterior	48,688	48,688	138,064
$de=d+2mn$			
Diámetro Interior	39,688	39,688	129,064
$di=d-2,5mn$			
Altura del Diente	4,500	4,500	4,500
$h=2,25mn$			
Altura Cabeza del Diente	2,000	2,000	2,000
$ha=mn$			
Altura Pie del diente	2,500	2,500	2,500
$hb=1,25mn$			

9. MANUFACTURA DE ENGRANES

Se hace necesario mencionar que el proceso de producción de engranes se realiza de acuerdo al modelo de producción que se requiera. Los engranes pequeños se fabrican con placa o barras fraguadas, con el cubo, los rayos, el alma y el borde maquinados a dimensiones finales o casi finales, antes de producir los dientes. El ancho de la cara y el diámetro exterior de los dientes de engranes también se producen en esta etapa. Otros modelos de engranes pueden ser forjados, colados en arena o colados a presión, para obtener una forma básica antes de maquinaslos. Algunos engranes de donde se requiere una precisión moderada pueden colarse a presión con los dientes casi en su forma final.

Los engranes grandes con frecuencia, se fabrican desde componentes. El borde y la porción donde se maquina los dientes podrán ser laminadas en forma de anillo, a partir de una barra plana para soldarla el alma, los rayos y el cubo, se sueldan dentro del anillo. Los engranes muy grandes se pueden fabricar en segmentos y fijarse con soldadura o tornillos.

Métodos más comunes de fabricación de engranes.

- Fresado.

En este proceso se emplea una fresa para cortar el espacio deseado entre dientes. El cortador es pasado a través de la pieza o engrane a construir para eliminar el material del espacio entre dientes. Después de esto la pieza es girada a la posición adecuada para efectuar el siguiente corte. Este procedimiento se repite hasta que se hayan cortado todos los espacios entre dientes.



- Generación con cortador de cremallera.

En este método un engrane cremallera es relativamente pasado a través de la cara de la pieza engrane a fabricar. Después de cada corte, el tallador cremallera es simultáneamente girado un ángulo pequeño para efectuar el siguiente corte. El procedimiento continúa hasta llegar al final de la cremallera, después de lo cual el tallador y la cremallera son nuevamente posicionados. La principal desventaja de este proceso es el tiempo necesario para cortar y la

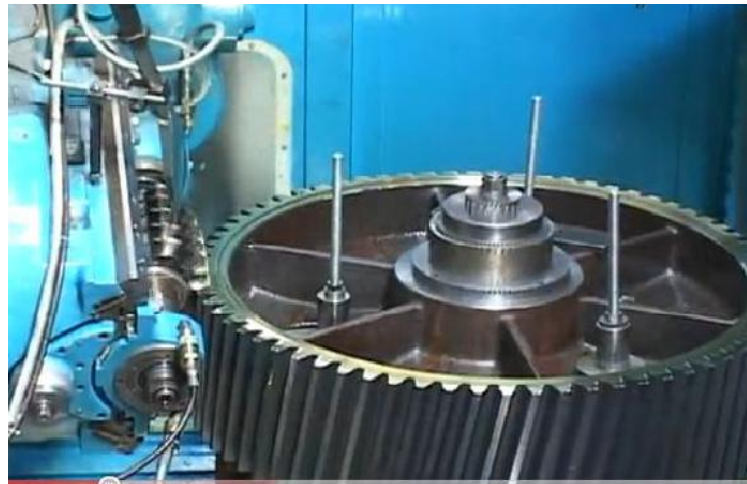
inexactitud que resulta con el reposicionamiento de la cremallera y es muy utilizado en la fabricación de engranes grandes.

- Generación con cortador forma de engrane.

Es muy parecido al proceso de corte con tallador de cremallera, la diferencia principal es que la herramienta principal tiene la forma de un engrane. Las ventajas de este proceso es que constituyen un proceso de generación verdadera porque no se necesita reposicionar al cortador, este proceso permite la generación de engranes internos. La principal desventaja es que la forma del diente cortador es directamente transferido a la pieza engrane a cortar y cualquier error en el perfil del diente cortador se transfiere a la pieza o engrane cortado.

- Generación con sinfín.

En este método la herramienta de corte es un tornillo sinfín. El sinfín penetra a través de la pieza engrane a formar, mientras tanto el sinfín como la pieza gira en forma sincronizada. La principal ventaja de este proceso es que no se requiere posicionar al sinfín, como en el caso de la cortadora cremallera. Además por el hecho de que un diente de la pieza es cortado por varios dientes del sinfín, se minimiza el efecto de cualquier error que se tenga en el perfil del diente. Este procedimiento es el más usado en la fabricación de engranes.



Hay otros métodos de producción de engranes que son muy utilizados ya que pueden producirse en volúmenes grandes a bajo costo pero de baja calidad...

- Fundición a troquel.

Los engranes son vaciados forzado un metal fundido a presión en un molde. Lo que hace que los engranes fabricados con este método sean de baja calidad es que al ser vaciados existen cambios en la pieza debido a la contracción del material vaciado. Al fin de mejorar la precisión de los engranes se requieren otros métodos de acabado que serán descritos posteriormente. Sin embargo, los costos agregados a la operación de acabado contrarrestan la ventaja económica relativa al vaciado. En general los engranes fabricados por vaciado se hacen para producción de gran número de engranes de calidad relativamente baja.

- Estirado.

En este proceso el metal es estirado a través de dados o matrices obteniéndose piezas largas con la forma del engrane, la cual puede ser cortada como engranes de anchos.

- Extrusión.

Es un proceso en el cual el metal es empujado, no estirado, a través de dados o matrices. Es un proceso parecido al estirado solo que en este proceso el material usado está caliente.

- Engranes de polvo sinterizado.

El proceso de sinterizado consiste en aplicar presión y calor a un polvo metálico con el cual se va a formar el engrane. Este proceso da una elevada precisión en comparación con los procesos mencionados anteriormente, pero por el alto costo del equipo necesario, la producción debe ser alta a fin de que el proceso sea costeable.

- Estampados.

En este proceso, se utiliza una prensa y un dado para cortar la forma del engrane. El engrane debe ser de poco espesor. Si se requiere obtener un engrane ancho a través de este proceso es necesaria una forma de laminación (prensado, soldadura, etc.)

- Moldeo por inyección.

Este proceso es empleado en la fabricación de engranes no metálicos en grandes cantidades pero de calidad relativamente baja.

Métodos para acabados de engranes.

- Esmerilado.

Es un proceso mediante el cual se mejora tanto el acabado de engranes como la tolerancia de las dimensiones del engrane cortado. En este proceso se utiliza una rueda de esmeril abrasivo.

- Cepillado.

Es una operación mecánica para eliminar pequeñas partes de materiales obteniéndose los mismos resultados que con el esmerilado.

- Bruñido.

Es un proceso en el que el engrane a pulir es rolado en un engrane endurecido especialmente.

- Lapeado.

Es un método mediante el cual un engrane es puesto a trabajar con otro engrane que tiene embebido en el algún material abrasivo.

- Rectificado.

Es un proceso que emplea una herramienta conocida como rectificadora de cilindro, la cual está impregnada de un abrasivo o de una capa abrasiva, que hace girar al engrane en ambas direcciones.

10. PRESUPUESTO

Material		Ctd (Kg)	Precio unitario (€/kg)	Importe	Notas
Acero 42CrMo4 (AISI 4140)		6,65	2,57	17,09 €	
Aluminio A380		7,00	1,45	10,15 €	
Neopreno e=0,5 mm		0,35	9,45	3,31 €	
Neopreno e= 2mm		0,20	12,00	2,40 €	
Polimetilacrilato		0,25	15,50	3,88 €	
TOTAL				36,82 €	

Elementos Comerciales		Ctd (ud)	Precio unitario (€/ud)	Importe	Notas
Rodamiento Cónico DIN 720					
	302 06	4	21,84	87,36 €	
	302 07	2	27,30	54,60 €	
Chaveta DIN 6885					
	8x7x36	3	1,25	3,75 €	
	14x9x45	1	1,35	1,35 €	
Cancamo de elevación					
	ISO 3266 M10x17	2	4,35	8,70 €	
Rascador DIN 3760					
	40x25x7	2	4,50	9,00 €	
	40x30x7	1	4,50	4,50 €	
Junta Tórica		1	0,68	0,68 €	
Tuerca Hexagonal DIN 934					
	M10 8.8	4	0,09	0,36 €	Pedido mínimo 8,88
	M12 8.8	4	0,12	0,48 €	Pedido mínimo 11,74
Arandela DIN 125 D40xd20x1		1	0,17	0,17 €	Pedido mínimo 8,28
Tornillo Allen DIN 912					
	M3 8.8	4	0,04	0,16 €	Pedido mínimo 6,39
	M4 8.8	16	0,09	1,44 €	Pedido mínimo 18,03
	M8 8.8	12	0,23	2,76 €	Pedido mínimo 22,87
Perno Hexagonal DIN 601					
	M10 8.8	4	0,44	1,76 €	Pedido mínimo 22,20
	M12 8.8	4	0,40	1,60 €	Pedido mínimo 19,60
Perno Hexagonal DIN 933					
	M20	1	2,13	2,13 €	Pedido mínimo 21,30
TOTAL				180,80 €	

Mano de obra		Ctd (hrs)	Precio unitario (€/h)	Importe	Notas
Mecanizado		6,00	50	300,00 €	
Taladrado		1,00	40	40,00 €	
Rectificado		2,00	80	160,00 €	
Montaje		3,00	40	120,00 €	
Extra		1,00	30	30,00 €	
TOTAL				650,00 €	

Tratamientos	Ctd (ud)	Precio unitario (€/ud)	Importe	Notas
Templado	6,65	2	13,3 €	
Revenido	6,65	1,8	11,97 €	
Nitrurado	4	2,17	8,68 €	
Pintura Caja RAL 6001	6	10	60 €	
Pintura tapa Ø95 RAL 5026	0,5	9	4,5 €	
Pintura tapa Ø75 RAL 5026	0,25	9	2,25 €	
TOTAL			75,43 €	

Otros	Ctd (ud)	Importe	Notas
Inyectado aluminio A380	1	250 €	
Fabricación Molde Cerámico	1	300 €	

Total Bruto		1493,05 €
IVA	21%	313,54 €
Margen	20%	298,61 €
Valor total		2105,20 €

Se he hecho un desglose de los gastos que supone fabricar el proyecto, se ha intentado ser los más verosímil posible en cuanto a los valores de mercado actuales (en cuanto a componentes), además se contemplan tratamientos que habría que subcontratar como son los lacados (pinturas RAL), los tratamientos térmicos de (Nitrurado, Revenido y Temple) y la fabricación de la carcasa exterior que se externalizará a una empresa dedicada a la industria de molde y fundición.

El llamado “margen”, represente el margen industrial o beneficio para la empresa que diseña el producto. En este valor se ha contemplado, mano de obra indirecta; cómo será el trabajo realizado por la oficina de diseño, imputación en cuanto a amortizaciones de máquinas, costes de internos de la empresa (gastos y suministros), locales...

La mano de obra directa del producto va implícita ya en el valor “Total Bruto”.

11. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

Cronograma Teórico			Cronograma Real		
Día	Programación	Horas	Día	Programación	Horas
20/02/2014	Presentación		20/02/2014	Presentación y elección del proyecto	2
21/02/2014	Desarrollo Cronograma		21/02/2014	Desarrollo del Cronograma	1
	Planteamiento			Primeros planteamientos	1
	Cálculo			Cálculo de parámetros	2
	Diseño del producto			-	
24/02/2014	Diseño del producto		24/02/2014	Diseño del producto	3
26/02/2014	Diseño del producto		26/02/2014	Diseño del producto	3
27/02/2014	Diseño del producto		27/02/2014	Diseño del producto	3
28/02/2014	Diseño del producto		28/02/2014	Diseño del producto	3
14/03/2014	Diseño del producto		14/03/2014	Diseño del producto	3
21/03/2014	Diseño del producto		21/03/2014	Diseño del producto	3
28/03/2014	Fabricación		28/03/2014	Diseño del producto	3
04/04/2014	Fabricación		04/04/2014	Diseño del producto	3
11/04/2014	Fabricación		11/04/2014	Diseño del producto	3
09/05/2014	Justificación del proyecto		09/05/2014	Elaboración de la Memoria	3
16/05/2014	Prevención y Desarrollo Sostenible		16/05/2014	Elaboración de la Memoria	3
23/05/2014	Presupuesto		23/05/2014	Elaboración de la Memoria	3
28/05/2014	Defensa		28/05/2014	Preparación de la defensa	3
29/05/2014	Defensa		29/05/2014	Preparación de la defensa	3
30/05/2014	Defensa		30/05/2014	Defensa	1

12. HOJAS DE PROCESOS

13. PLANOS