

emeri ta zabal zazu



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO

INDUSTRIA INGENIARITZA TEKNIKOKO ATALA

SECCIÓN INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL

--

FDO.: FECHA:	FDO.: FECHA:
-----------------	-----------------

5. DOCUMENTO: PLIEGO DE CONDICIONES

5.1 CONDICIONES GENERALES	2
5.1.1 Objetivo.....	2
5.1.2 Fecha de publicación	2
5.1.3 Alcance	2
5.1.4 Normativa de carácter general.....	3
5.2 CONDICIONES GENERALES	4
5.2.1 Condiciones técnicas	4
5.2.1.1 Generalidades	4
5.2.1.2 Características de los materiales	5
5.2.1.3 Descripción de los componentes.....	6
5.2.1.4 Condiciones de ejecución	18
5.2.1.5 Materia prima	18
5.2.1.6 Dientes	19
5.2.1.7 Acabado superficial	19
5.2.1.8 Tolerancias geométricas y dimensionales.....	20
5.2.1.9 Tratamientos térmicos.....	20
5.2.1.10 Montaje	21
5.2.1.11 Engrase	22
5.2.1.12 Comprobación	22
5.2.1.13 Control de calidad	22
5.2.1.14 Embalaje y transporte	23
5.2.2 Condiciones económicas y administrativas	24
5.2.2.1 Planificación	24
5.2.2.2 Elaboración del proyecto	24
5.2.2.3 Pago	25
5.2.2.4 Entrega.....	25
5.2.2.5 Garantía	26
5.2.2.6 Patentes y licencias.....	26
5.2.2.7 Secreto profesional	26
5.2.2.8 Anulación del contrato.....	27

5.1 CONDICIONES GENERALES

5.1.1 Objetivo

El presente documento incluye el conjunto de pautas y especificaciones de los requisitos técnicos, económicos y administrativos que junto con los planos hay que tener en cuenta para llevar a cabo el proyecto.

Todo cambio que se quiera llevar a cabo deberá ser notificado previamente al autor del proyecto, puesto que sin la autorización de este no se pueden hacer cambios en el proyecto. De no ser así, será el fabricante el responsable de todas las consecuencias que deriven de los cambios. Aunque sea el dueño del coche el que quiera realizar los cambios, seguirá siendo el fabricante el responsable de tales decisiones.

Este documento no limita demás detalles de construcción puesto que será el fabricante el encargado de fabricar los componentes con las mejores técnicas posibles.

5.1.2 Fecha de publicación

El pliego de condiciones del proyecto de diseño y cálculo de la transmisión de BMW 120i fue publicado el 30 de agosto, junto con el resto de la documentación del proyecto.

5.1.3 Alcance

Este documento recoge los requisitos técnicos, económicos y administrativos que debe cumplir el proyecto. Los requisitos técnicos son muy importantes ya que recogen todo lo necesario sobre materiales, fabricación, montaje, mantenimiento y ensayos. Los requisitos económicos tratan sobre la contabilidad y sistemas de pago y los requisitos administrativos tratan del contrato, aprobación y proceder en caso de disconformidad.

5.1.4 Normativa de carácter general

El proyecto se rige por la normativa vigente de las normas DIN, ISO, ASME o UNE. En el caso de haber discrepancias entre las normas se utilizará la más restrictiva. Independientemente de las normas de carácter técnico de obligado cumplimiento, se seguirán las indicaciones de las normas generales expuestas a continuación:

- UNE 157001:2002 (Criterios generales para la elaboración de proyectos).
- REAL DECRETO 1435/1992 de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- ORDEN de 9 de marzo de 1971 (Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo).
- REAL DECRETO 1316/1989 de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- LEY 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE nº 269 de 10 de noviembre).
- REAL DECRETO 485/1997 de 14 de abril, sobre Señalización de Seguridad en el trabajo.
- REAL DECRETO 486/1997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- REAL DECRETO 487/1997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- REAL DECRETO 773/1997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- REAL DECRETO 1215/1997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos.
- Norma UNE-EN 1050:1997. Seguridad de máquinas. Principios para la evaluación de riesgos.
- REAL DECRETO 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (BOE número 27 de 31 de enero de 1997)
- LEY 54/2003 de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

- REAL DECRETO 1311/2005 de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas.
- REAL DECRETO 1644/2008 de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

5.2 CONDICIONES GENERALES

5.2.1 Condiciones técnicas

5.2.1.1 Generalidades

Todas las piezas y subconjuntos de los que está formada la transmisión seguirán las normas que se indican tanto en los planos de las mismas como en los demás documentos del proyecto. Además, seguirán las condiciones técnicas que se van a explicar a continuación y las condiciones generales que impone cada fabricante en los elementos comerciales.

Los elementos fabricados para este proyecto deberán cumplir unos requisitos y normas, por lo que deben ser aprobados por el Director del proyecto y homologados por los oficiales correspondientes. Además, los fabricantes serán los encargados de elegir el elemento ideal para cada sistema de la transmisión.

La dirección técnica será la encargada de comprobar tanto los elementos fabricados como los elementos comerciales que se instalan en el mecanismo. El constructor debe de comprobar las herramientas que se usaran en el proyecto y las sustituirá en caso de estar defectuosas.

Por último, el fabricante deberá entregar a la dirección técnica del proyecto informes periódicos en lo relativo a materiales, trabajadores, herramientas... De esta

forma será fácil de controlar la fabricación, montaje y ensayos de los distintos elementos.

5.2.1.2 Características de los materiales

Depende de la dirección del proyecto que tipo de ensayo como resiliencia, fuerza, tensión... serán necesarios hacer en las probetas o elementos de los que se compone la transmisión. A la hora de elegir el material de cada elemento es necesario conocer la función, las cargas que soporta y la vida útil que será necesaria para su correcto funcionamiento.

Una vez son conocidas estas características se comprobarán los requisitos de fabricación y montaje que necesitara el elemento. Por último, no se pueden olvidar los costes de producción y la felicidad de abastecimiento, por lo que siguiendo la experiencia en proyectos previos se utilizarán materiales comunes de calidades normales.

➤ **34CR4.**

Se trata de una aleación de acero con una resistencia a la tracción de 700/950 N/mm². Sus características químicas son las siguientes:

Steel	C	Si	Mn	Cr	S	other
34Cr4	0,34	0,25	0,85	1,05	<0,035	(Pb)

Tabla 5.1: Características químicas

➤ **40NiCrMo7**

Se trata de un acero aleado de gran resistencia con aplicaciones de elevada responsabilidad y con una buena tenacidad. También conocido como acero F-127. También utilizado para armamento pesado por tener gran resistencia a la fluencia.

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	Pb	Otros
0,30	0,55	0,23	0,65	2,50	0,40	-	-	-

Tabla 5.2: características químicas

➤ **16MnCr5**

Es un acero cementado, tiene una superficie dura y una resistencia alta frente al desgaste. Tiene una resistencia de tracción de 80-110 kg/mm² y una tensión de fluencia de 60 kg/mm². Debido a su alta resistencia este material se usa en sistemas de transmisión, como por ejemplo en el disco de embrague o en el plato de embrague, en los sincronizadores ...

C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Cr (%)
0,14~0,19	≤0,40	1,00~1,30	≤0,035	≤0,035	0,80~1,10

Tabla 5.3: Características químicas

5.2.1.3 Descripción de los componentes

Todos los elementos de los que se compone la transmisión están descritos en este documento, para ello se usaran las especificaciones del documento 4: planos. A continuación se describen tanto los elementos fabricados como los comerciales:

Embrague

El disco de embrague tiene 259.6 mm de diámetro exterior y 181.8 mm de diámetro interior. Encima de este se colocan los forros de fricción. En el centro tiene un estriado de 15mm de largo, 25 mm de diámetro y con un módulo de 2 mm. El estriado que se ha empleado es un DIN 5480 y tiene 11 dientes. Este estriado lleva un ajuste deslizante, para que el disco de embrague se pueda desplazar cuando el conductor pise el pedal del embrague para desembragar. El estriado del embrague tiene un ajuste deslizante H8/h9.

Caja de cambios

Eje primario

El eje primario tiene 125 mm de largo y está fabricado de material 34Cr4. Está compuesto de dos secciones siendo su diámetro máximo de 30 mm. Este tiene una tolerancia geométrica de rectitud para el correcto equilibrio de los rodamientos que se colocan en el eje. Los rodamientos se colocarán con un ajuste H7/k6, de esta manera, el rodamiento girará sin problemas.

En este eje está montada la corona de la toma constante por medio de una chaveta por lo que la sustitución de la rueda se hace de forma fácil. La corona transmite la potencia al piñón montado en el eje intermedio.

Este eje tiene un acabado superficial de N9, menos en zonas donde se colocaran los rodamientos o la chaveta del engranaje, que tendrán acabado superficial N7.

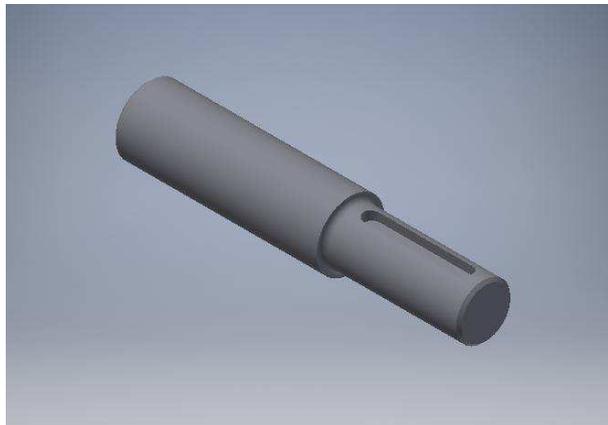


Figura 5.1: eje primario

Eje intermedio

El eje intermedio tiene 590 mm de largo y está fabricado de material 34Cr4. Está compuesto de diferentes secciones siendo su diámetro máximo de 35 mm. Este tiene una tolerancia geométrica de rectitud para el correcto equilibrio de los elementos que se colocan en el eje. En las secciones en las que van montados los

rodamientos habrá un ajuste H7/k6, de esta manera, el rodamiento girará sin problemas.

Al igual que en el eje primario los engranajes van montados por medio de chavetas para facilitar la sustitución de los elementos. Estos engranajes están directamente conectados con los engranajes del eje secundario y de esta manera se transmite la potencia dependiendo de la marcha. Todas las ruedas excepto la de marcha atrás son ruedas helicoidales. El engranaje de marcha atrás es una rueda de dientes rectos.

Este eje tiene un acabado superficial de N9, menos en zonas donde se colocaran los rodamientos o las chavetas de los engranajes, que tendrán acabado superficial N7.



Figura 5.2: Eje intermedio

Eje secundario

El eje secundario tiene 540 mm de largo y está fabricado de material 34Cr4. Está compuesto de diferentes secciones siendo su diámetro máximo de 32mm. Este tiene una tolerancia geométrica de rectitud para el correcto equilibrio de los elementos que se colocan en el eje. En las secciones en las que van montados los rodamientos habrá un ajuste H7/k6, de esta manera, el rodamiento girará sin problemas.

Los rodamientos en este caso van montados con rodamientos de aguja, lo que les permite girar libremente hasta que el piloto acciona el sincronizador. Para montar los sincronizadores se hace una serie de estriados en el eje que permite que los sincronizadores se desplacen por el eje.

Para el estriado se ha utilizado la norma DIN 5480. A continuación se muestra una tabla con las dimensiones de cada estriado:

Sincronizador	Longitud	Dientes
Sincronizador 1 ^a y 2 ^a marcha	45mm	14
Sincronizador 3 ^a y 4 ^a marcha	45mm	14
Sincronizador 5 ^a y 6 ^a marcha	45mm	14

Al igual que en el eje intermedio todos los engranajes son helicoidales salvo el de marcha atrás, que será de dientes rectos.

El eje secundario tiene un acabado superficial N7, menos en las caras de los ejes que estas llevaran un acabado superficial N9.

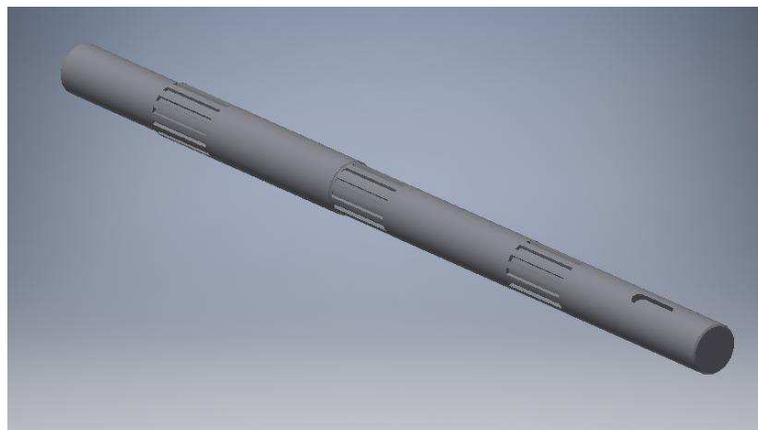


Figura 5.3: Eje secundario

Engranajes

El BMW 120i tiene seis marchas por lo que la caja de cambios está compuesta por seis pares de engranajes más el par de engranajes de la toma constante y los tres engranajes de la marcha atrás.

Los pares de engranajes de marcha adelante son todos engranajes helicoidales, los que van montados en el eje intermedio lo hacen por medio de chavetas. En cambio los engranajes del eje secundario están montados encima de rodamientos de aguja. En la siguiente tabla se muestran las dimensiones de cada engranaje:

Rueda	Número de dientes	Angulo hélice (β)	Ancho (b)	Diámetro primitivo
R ₀₁	12 dientes	18,21°	50	31,58
R ₀₂	24 dientes	18,21°	50	63,16
R ₁₁	12 dientes	18,21°	50	31,58
R ₁₂	24 dientes	18,21°	50	63,16
R ₂₁	16 dientes	29,45°	50	45,935
R ₂₂	17 dientes	29,45°	50	48,806
R ₃₁	20 dientes	26,215°	50	55,732
R ₃₂	14 dientes	26,215°	50	39,012
R ₄₁	24 dientes	18,21°	50	63,16
R ₄₂	12 dientes	18,21°	50	31,58
R ₅₁	26 dientes	18,21°	50	68,426
R ₅₂	10 dientes	18,21°	50	26,318
R ₆₁	27 dientes	18,21°	50	71,058
R ₆₂	9 dientes	18,21°	50	23,686

Tabla 5.4: Dimensiones engranajes

Los engranajes libres están montados encima de unos rodamientos de agujas, de esta manera pueden girar locamente. Para ello llevan un ajuste de H7/k6. Estos engranajes tienen un saliente a un lado, este saliente tiene dos elementos: el primero es un dentado DIN 5480 que sirve para enganchar con el sincronizador y así hacer la rueda fija al eje y que gira con éste, por ello, este estriado tiene una tolerancia H8/h9.

El segundo elemento es una sección cónica, esta se acopla con la cuba del sincronizador, y con el mismo funcionamiento que un embrague cónico se transmite la fuerza.

Los engranajes tienen una tolerancia de paralelismo de 0.03 mm y una tolerancia de oscilación circular radial de 0,01 para así garantizar que giran adecuadamente, sin formar elipses y para que entre los pares de engranajes tengan el engrane correcto. Están fabricados de acero 40NiCrMo7 y tienen un acabado superficial de N9, menos en zonas donde este en contacto con los rodamientos y con otros engranajes, que tendrá un acabado superficial N7.

La marcha atrás está compuesta de tres engranajes: piñón, piñón loco y corona. Los tres engranajes son de dientes rectos y sus dimensiones son las siguientes:

Rueda	Número de dientes	Ancho (b)	Diámetro primitivo
R _p	14 dientes	35	24,5
R _{pl}	14 dientes	35	24,5
R _c	26 dientes	35	45,5

Tabla 5.5: dimensiones engranajes marcha atrás

La tercera rueda se hace necesaria para invertir el sentido del giro, sino, el coche seguiría circulando hacia adelante. Los tres engranajes de marcha atrás están montados en sus respectivos ejes por medio de chavetas. El eje de marcha atrás con la rueda inversora, se desplaza engranando con las otras dos ruedas cuando el conductor mete la marcha atrás. Estas ruedas, al igual que las de marcha adelante, tienen una tolerancia de oscilación circular de 0,01. Estas ruedas están compuestas de acero 40NiCrMo7 y un acabado superficial de N9, menos en zonas donde estén en contacto con otras piezas y en los dientes. Los engranajes llevarán una tolerancia de paralelismo de 0,03 mm para así garantizar que giraran adecuadamente, sin formar elipses y para que entre ellos tengan el engrane correcto.



Figura 5.4: par de engranajes

Sincronizadores

Los sincronizadores están compuestos por dos elementos, uno es la cuba y la otra la corona del sincronizador. El conjunto de estos elementos permite que dependiendo de la marcha accionada el engranaje se mueva solidario la eje y de esta forma transmita la potencia a las ruedas.

El cubo sincronizador está compuesto por el material 16MnCr5. Estos elementos tienen diferente tamaño y dentado según en la sección que estén colocados. Los cubos sincronizadores tienen un estriado por fuera y por dentro. Con el estriado interior se consigue la fijación con el eje por ello deberá llevar un ajuste H7/k9. Con el estriado exterior se consigue acoplar el cubo con la corona. Los cubos sincronizadores tienen en toda su superficie un acabado superficial de N7.

La corona se desplaza hacia un lado o hacia el otro para acoplar el engranaje y el cubo sincronizador como si fueran un elemento. Para mover este elemento se usan unas horquillas, que éstas a su vez, se mueven cuando nosotros introducimos una marcha mediante la palanca de cambios. Estos también tendrán diferentes medidas según la marcha que tengan que acoplar. El dentado interior de las coronas es el mismo que el estriado exterior de los cubos sincronizadores.

El estriado que se ha usado es un DIN 5480 y este debe de tener una tolerancia H8/h9 que permita que el sincronizador se desplace hacia los lados. Al igual que el cubo sintonizador este elemento está compuesto por una aleación de acero cementada y templada (16MnCr5) y tienen un acabado superficial de N7.

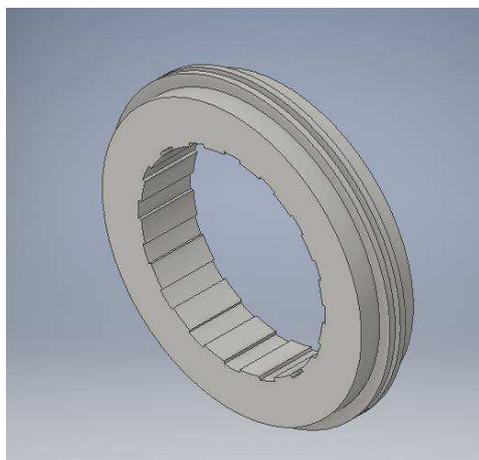


Figura 5.5: corona sincronizador

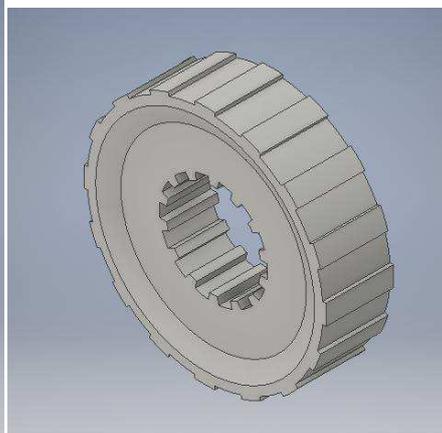


Figura 5.6: Cuba sincronizador

Rodamientos

Los rodamientos son los encargados de soportar las cargas que se generan en los ejes debido a las fuerzas de los engranajes. Por eso, a la hora de elegir un rodamiento, no solo hay que tener en cuenta el tamaño, también hay que fijarse en el tipo de rodamiento, la capacidad que tienen los rodamientos para soportar una carga, etc.

Se han elegido los siguientes tipos de rodamientos para los ejes de la caja de cambios debido a la mayor facilidad y por tanto reducción de coste de pedir un gran número de rodamientos de la misma serie:

32306 J2/Q	
d	30mm
D	72mm
T	28,75mm
C	76,5KN
Y	1,9

Tabla 5.6: Dimensiones rodamientos

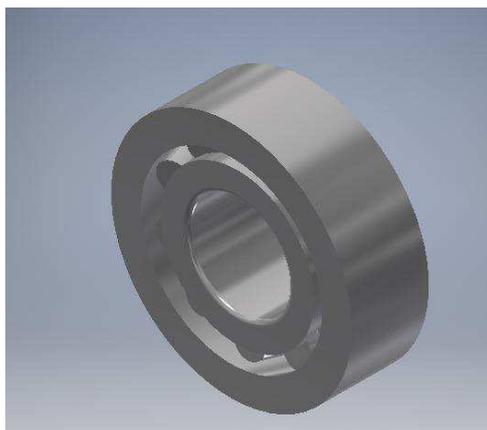


Figura 5.7: rodamiento de rodillos cónicos

Además de los rodamientos que sirven de apoyo de los diferentes ejes de la transmisión, también se han utilizado unos rodamientos de aguja que sirven para montar sobre sí los engranajes del eje secundario. La utilización de estos rodamientos permite que los engranajes giren locos y por tanto no puedan transmitir fuerzas ni potencias a las ruedas del vehículo. Las dimensiones de estos rodamientos son las siguientes:

Marcha	Rodamiento
1ª marcha	2 rodamientos K32x40x25
2ª marcha	2 rodamientos K32x40x25
3ªmarcha	2 rodamientos K32x40x25
4ª marcha	2 rodamientos K32x40x25
5ª marcha	rodamiento K32x37x27/ rodamiento K32x37x17
6ª marcha	2 rodamientos K32x37x17

Tabla 5.7: Dimensiones rodamientos de aguja

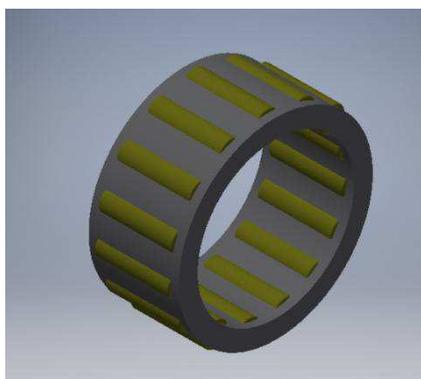


Figura 5.8: Rodamiento de aguja

Chavetas

Las chavetas son elementos que sirven para unir los engranajes a los ejes de la caja de cambios. Las chavetas que se han utilizado tanto en el eje principal como en el intermedio son unas chavetas DIN 6885 de sección rectangular.

Las medidas de las chavetas son las siguientes:

<i>medidas en mm</i>	Diámetro (Ø)	Ancho (b)	Alto (h)	Profundidad (t)	Longitud (L)
Eje primario	20	6	6	3,5	21,21
eje intermedio	30	8	7	4	21,21
	32	10	8	5	15,9
	35	10	8	5	14,54
Eje secundario	32	10	8	5	20,81

Tabla 5.8: Dimensiones chavetas

En el caso del eje secundario solo la chaveta de marcha atrás estará montada con chaveta ya que los demás engranajes giran locos sobre rodamientos de aguja.

d	32 mm
b	10 mm
h	8 mm
t	5 mm
L	2 chavetas x 22mm

Tabla 5.9: Dimensiones chaveta marcha atrás

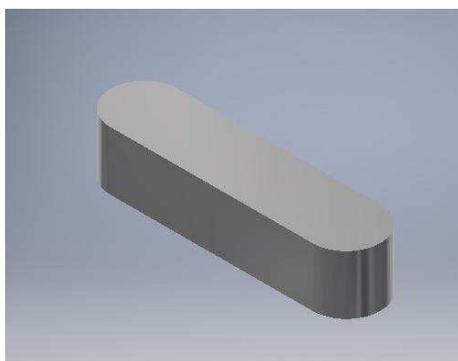


Figura 5.9: Chaveta según norma DIN 6885

Diferencial*Piñón*

El piñón del diferencial se encuentra acoplado en el eje del diferencial mediante una chaveta con las siguientes características:

Z	m	b	Dp	L
15	5	33,22	75	132,89

Tabla 5.10: Dimensiones piñón

El engranaje es de material 40NiCrMo7 y es de tipo cónico. Esta acoplado en voladizo sobre el eje porque tiene que engranar con la corona que transmite las fuerzas al conjunto del diferencial. Este engranaje tiene un acabado superficial N9 y N7 en zonas como el estriado o los dientes. Sus dimensiones principales están descritas en la siguiente tabla:

Corona

Este es el engranaje que engrana con el piñón del punto anterior. Al igual que dicho engranaje, la corona está fabricada con acero 40NiCrMo7y tiene un acabado superficial N7. Este engranaje también es de tipo cónico. Las dimensiones se encuentran en la siguiente tabla:

Z	m	b	Dp	L
51	5	33,22	255	132,89

Tabla 5.11: Dimensiones corona

Satélites

Los satélites reciben el giro que se transmite de la corona y estos a su vez lo transmiten a los planetarios. Están fabricados del mismo material que los demás engranajes de la transmisión y sus dimensiones son las siguientes:

Z	m	b	Dp	L
15	5	14,17	75	56,68

Tabla 5.12: Dimensiones satélites

Planetarios

Los planetarios engranan con los satélites mencionados previamente y son los encargados de transmitir el par torsor a las ruedas del automóvil. Están fabricados del mismo material que los demás engranajes de la transmisión y sus dimensiones son las siguientes:

Z	m	b	Dp	L
17	5	14,17	85	56,68

Tabla 5.13: Dimensiones planetarios

Eje diferencial

El eje diferencial tiene 109,5 mm de largo y está fabricado de material 40NiCrMo7. Está compuesto de dos secciones siendo su diámetro máximo de 35 mm. Este tiene una tolerancia geométrica de rectitud para el correcto equilibrio de los rodamientos que se colocan en el eje. Los rodamientos se colocarán con un ajuste H7/k6, de esta manera, el rodamiento girará sin problemas.

En este eje está montado el piñón del diferencial mediante una chaveta. Es el encargado de transmitir las fuerzas a la corona y esta al conjunto del diferencial.

Este eje tiene un acabado superficial de N9, menos en zonas donde se colocaran los rodamientos o la chaveta del engranaje, que tendrán acabado superficial N7.

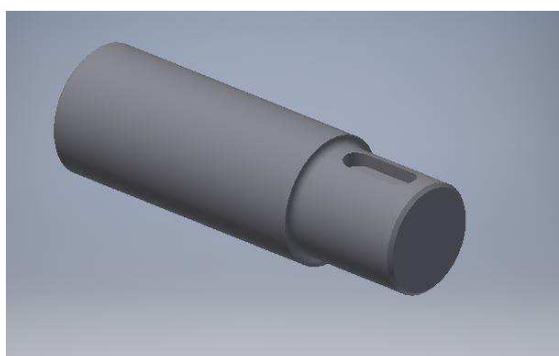


Figura 5.10: Eje diferencial

Los rodamientos encargados de soportar las fuerzas del eje tendrán las siguientes características:

32307 J2/Q	
d	35mm
D	80mm
T	32,75mm
C	95,2KN
Y	1,9

Tabla 5.14: Dimensiones rodamiento diferencial

5.2.1.4 Condiciones de ejecución

Dentro del conjunto de elementos de los que se compone la transmisión, se diferencian tres tipos: elementos a fabricar, elementos normalizados y elementos comerciales. Los dos últimos tipos serán fabricados por especialistas y solo debe ser comprobados que siguen las condiciones técnicas establecidas.

5.2.1.5 Materia prima

El origen de la mayor parte de las piezas será de barras laminadas de medidas normalizadas. Las piezas fabricadas mediante prensas progresivas se fabricaran con acero laminado y las piezas de molde se fabricaran según las técnicas pertinentes para cada tipo de material y forma.

Las piezas laminadas deben ir acompañadas de un certificado de calidad, de esta forma quedarán probadas las características mecánicas de los materiales. En el caso de elementos fabricados mediante fundición deberán hacerse ensayos en los que se comprueba que no tiene grietas o cavidades.

5.2.1.6 Dientes

Los elementos que tienen dientes o estriados son de perfil envolvente. Para la fabricación de estos elementos se utiliza una herramienta llamada fresa madre que permite realizar los dientes y estriados sin dejar marcas en la superficie del elemento.

El mecanizado de los dientes se hace mediante una máquina para tallar engranajes.

Posteriormente, se aumenta la dureza y resistencia de los dientes mediante un proceso de cementación y templado. Después, se aplica un proceso de mecanización por abrasión que consigue que los tratamientos térmicos y termoquímicos no provoquen deformaciones en los dientes. Por último, se realiza un control de calidad.

En el caso de los estriados el proceso a seguir es muy similar quitando el control de calidad, puesto que tiene que ser más riguroso debido al tipo de ajuste que lleva el estriado.

5.2.1.7 Acabado superficial

El funcionamiento de una pieza depende entre otros del contacto que hay entre ellas, por eso las superficies de muchas de piezas deben de tener ciertas propiedades y acabados superficiales que beneficien su funcionamiento.

A continuación se nombran algunas superficies que deben de llevar un acabado superficial:

- Superficies que necesiten una gran precisión.
- Superficies que estén en contacto o que tengan movimiento relativo.
- Estriados que tengan un ajuste de apriete o de holgura.
- Asentamientos de ejes o carcasas.
- Alojamientos externos e internos de un rodamiento.

Las piezas con un acabado superficial especial deberán superar las pruebas pertinentes en laboratorio para verificar que son apropiadas para el uso que se les va a dar.

5.2.1.8 Tolerancias geométricas y dimensionales

Normalmente las piezas que tienen acabado superficial deben tener tolerancias por lo que se ha seguido este criterio en el proyecto de la transmisión.

En caso de haber alguna duda sobre las tolerancias que hay que aplicar en alguna pieza de la transmisión o si se requiere de alguna modificación, deberán ser notificadas al director del proyecto.

En el proceso de fabricación deberán ser respetadas todas las cotas y tolerancias que se indican en los planos. Igualmente, las piezas que tienen tanto acabados superficiales como tolerancias para el montaje deberán ser sometidas a un control de calidad.

5.2.1.9 Tratamientos térmicos

Dependiendo del tipo de material, algunas piezas deberán llevar tratamientos térmicos.

Los engranajes, ejes y otras piezas deberán someterse a tratamientos de templado y cementación para mejorar las propiedades físicas como la resistencia y la dureza respecto de la rotura y el desgaste.

Para verificar que las piezas han recibido las propiedades físicas mediante los tratamientos pertinentes, deberán pasar por un proceso de calidad.

5.2.1.10 Montaje

Una vez las piezas han sido fabricadas y han superado los controles de calidad necesarios, deberán prepararse para su montaje. Para ello, lo primero es reducir las aristas excesivas mediante redondeo. Además, no podrán tener ningún tipo de malformación que impida su correcto funcionamiento. Por último, deberán ser correctamente limpiadas para que no se metan impurezas o suciedad en el mecanismo.

Para el montaje, primero hay que verificar que se han fabricado todas las piezas y que han llegado todas las piezas comerciales. Posteriormente, se ensamblaran progresivamente todas las piezas haciendo uso de las indicaciones de los planos.

El proceso para el montaje de la transmisión será el siguiente:

1. montar el conjunto de presión del embrague.
2. montar el conjunto del plato de inercia del embrague.
3. terminar de montar el embrague
4. montar todos los elementos en el eje primario
5. montar todos los elementos en el eje intermedio
6. montar todos los elementos en el eje secundario
7. unir los tres ejes junto con sus elementos
8. montar los engranajes planetarios y satélites del diferencial
9. unir el piñón del diferencial con el eje diferencial
10. unir el piñón y la corona con el conjunto del diferencial
11. montar embrague, caja de cambios y diferencial en el coche

Para no dañar las piezas al montarlas se utilizara un martillo de goma y en caso de haberlo se tendrá que poner un taco de goma o madera entra el mazo y la pieza. Para las piezas que se necesita aplicar mucha fuerza y no vale con el mazo, se utilizará una prensa.

Hay que tener en cuenta que la mayor parte de los elementos de la transmisión no tienen vida infinita por lo que a medida que pase el tiempo las piezas se irán desgastando y será necesario cambiarlas. Es por esto que el diseño y montaje de las piezas se ha hecho para que sea fácil desmontar y montar las nuevas piezas.

5.2.1.11 Engrase

El aceite es necesario para lubricar los engranajes y rodamientos de la caja de cambios y del diferencial. De esta forma se consigue controlar la temperatura optima de trabajo de la transmisión. Además, permite hacer los cambios de marcha de manera más suave y sin dañar ningún elemento.

El aceite utilizado será el MTF-LT-2 que será necesario cambiar cada 50.000 km. En el caso de que se utilice el aceite por demasiado tiempo,, ni el fabricante ni el responsable del proyecto se harán cargo de los desperfectos en la transmisión.

5.2.1.12 Comprobación

Una vez se ha montado la transmisión, el fabricante deberá hacer una serie de pruebas y ensayos para comprobar que funciona perfectamente.

Los ensayos se realizan en el taller y se harán diferentes tipos de pruebas como comprobar la resistencia con carga y sin carga o con la transmisión lubricada y sin lubricar.

Para los ensayos se utilizará una máquina que simule el funcionamiento del coche y del motor. En estos ensayos, se miden varias cosas como el funcionamiento, la velocidad, los pares o el calentamiento del aceite.

5.2.1.13 Control de calidad

Debe hacerse controles de calidad durante todo el proceso de fabricación y montaje. Los materiales tienen mucha importancia puesto que las piezas a mecanizar

dependen de ello. El material es la base de las piezas mecanizadas, por lo que se necesitan los certificados de calidad de los materiales empleados como es en el caso de este proyecto, el acero. Se harán varios ensayos y pruebas rigurosas y se aplicarán los tratamientos necesarios para la mejora de las propiedades mecánicas.

Todos los elementos fabricados y montados deberán ser medidos para comprobar que se siguen las directrices de los planos. Para esto el departamento de metrología, hará uso de muestras para comprobar que dimensiones, acabados superficiales o tolerancias son las correctas.

Todos los ensayos y mediciones que se realicen durante todo el proceso se documentaran para poder seguir el avance del proyecto y en el caso de haber errores poder detectarlos con rapidez. En los documentos se especificará el lugar, fecha, responsable, el proceso utilizado y la norma que se ha seguido.

5.2.1.14 Embalaje y transporte

Las piezas que superen el control de calidad recibirán una capa de aceite para que no se oxiden en el proceso de lubricación de la transmisión.

El producto montado se colocará en un palé para su embalaje que debe ser más grande para que no sufra daños. Se atará con los tensores necesarios para que en el transporte no se mueva.

Para evitar rozaduras o golpes en el producto se colocaran alrededor unas tablas de madera en forma de jaula para su protección. Encima de las maderas se colocaran cartones para evitar otro tipo de daños Y por último, se embalará con plásticos transparente para que quede todo bien sellado y fijado.

Mediante este embalaje, el producto se podrá transportar por tierra, aire o mar. Las descargas y descargas del transporte se realizaran mediante una carretilla industrial debido al peso que tendrá el producto.

5.2.2 Condiciones económicas y administrativas

5.2.2.1 Planificación

1. El fabricante dispone de 15 días para desarrollar y presentar el plan de trabajo para la fabricación de la transmisión. En este plan se especificará la duración del proceso. Los pasos son los siguientes:

- Organización
- Mecanización
- Montaje
- Mantenimiento
- Controles de calidad
- Pruebas y ensayos
- Entrega

2. En caso de que haya retraso con la entrega, se informará al proyectista y al cliente.

3. El proyectista y el cliente pueden considerar no válido el retraso, en ese caso, se multará al fabricante con un cuantía que podría llegar al 7% del coste total del producto.

5.2.2.2 Elaboración del proyecto

1. El fabricante debe empezar con el proyecto en la fecha indicada en el contrato.

2. El fabricante no podrá realizar cambios o trabajos que supongan un aumento de coste sin antes consultarlo con el proyectista ni con el cliente.

3. Las pruebas y ensayos que se realizarán en el taller estarán dentro del contrato.

5.2.2.3 Pago

1. Cuando el cliente y el proyectista estén de acuerdo en el precio, el cliente tiene tres plazos para realizar el pago:

- El 20% del coste total una vez aceptado el pedido.
- El 55% del coste total una vez puesto en marcha el proyecto.
- Y el 25 % del coste total transcurridos 60 días de haber empezado el proyecto.

2. Los gastos financieros que surjan con bancos o entidades serán responsabilidad de cliente.

3. Si el cliente no paga dentro del plazo, se le multará con una sanción económica y administrativa.

5.2.2.4 Entrega

1. Una vez superados los ensayos y controles de calidad y haber sido embalado el producto, se trasportará al taller del cliente.

2. El cliente podrá realizar a la transmisión las pruebas y ensayos que estime.

3. El montaje de la transmisión con el resto de los elementos del automóvil, será responsabilidad del fabricante del coche, es decir, del cliente. A partir de este momento, las marcas, golpes o errores que se puedan dar en la transmisión, serán responsabilidad del cliente y será el encargado de arreglarlo.

4. Una vez terminado el montaje del coche y su puesta en marcha, la responsabilidad no será del fabricante del coche, sino de la persona que utilizará el automóvil.

5.2.2.5 Garantía

1. Una vez hayan transcurrido los 30 días de prueba del producto, el fabricante tiene 6 meses para arreglar las piezas que tengan fallo.

2. Dentro de la garantía, según los planos y especificaciones, cualquier pieza o subconjunto que tenga error se reemplazará. En estos casos, se desplazará un técnico y solucionará los problemas del cliente sin coste alguno.

3. Si en las piezas hubiera algún fallo a causa de un mal embalaje, el cliente podrá reclamar el arreglo de éstas dentro de la garantía.

6. En el caso de que dichas piezas hayan sido manipuladas por personal técnico no propuesto por el fabricante, o la reclamación está fuera de fecha, el fabricante no se hará responsable, lo deberá de solucionar el cliente.

5.2.2.6 Patentes y licencias

1. Si el proyectista quiere utilizar otros métodos, patentes, licencias o compañías, deberá conseguir los permisos que se requieran para ello y enseñárselos al cliente si éste se los pide.

2. En caso de que se rompan los derechos por los bienes industriales, y se generé una pérdida de dinero, el fabricante deberá de recompensar económicamente al cliente.

5.2.2.7 Secreto profesional

1. Si el cliente cree que el proyectista recibe información confidencial, éste se lo hará saber.

2. El proyectista no podrá enseñar información del proyecto sin el consentimiento del cliente.

3. Lo mismo ocurre con la información técnica confidencial que el proyectista le dará al cliente. El cliente no podrá dar esa información sin el consentimiento del proyectista.

5.2.2.8 Anulación del contrato

Las razones principales por las que un contrato se rompe son las siguientes:

- Incumplimiento de las condiciones fijadas en el contrato.
- Incumplimiento del plazo de tiempo para la fabricación.
- Quiebra o fracaso del fabricante.
- Enfermedad grave o muerte del proyectista.

Firmado:

Grado en Ingeniería Mecánica

Edorta Orive Pascual

22755132-J

Bilbao, 30 de Agosto del 2017