



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2014 / 2015

*"SISTEMA DE TRANSMISIÓN PARA VEHÍCULO DE TRACCIÓN
TRASERA Y MOTOR DELANTERO"*

DOCUMENTO 5: PLIEGO DE CONDICIONES

DATOS DE LA ALUMNA O DEL ALUMNO

NOMBRE: JAGOBA

APELLIDOS: LÓPEZ ANSOLEAGA

FDO.:

FECHA: 10/09/2015

DATOS DEL DIRECTOR O DE LA DIRECTORA

NOMBRE: JAVIER

APELLIDOS: CORRAL SÁIZ

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:

FECHA:

ÍNDICE

5.1.	Condiciones generales.....	3
5.1.1.	Objetivo del pliego de condiciones	3
5.1.2.	Fecha de entrega.....	3
5.1.3.	Alcance del pliego.....	3
5.1.4.	Documentación del proyecto.....	3
5.1.5.	Mención de normativas	4
5.2.	Condiciones particulares	5
5.2.1.	Condiciones técnicas	5
5.2.1.1.	Montaje y funcionamiento.....	5
5.2.1.2.	Mantenimiento	11
5.2.1.3.	Materiales	12
5.2.1.4.	Acabados superficiales y tolerancias dimensionales y geométricas.....	15
5.2.1.5.	Elección de elementos comerciales y componentes normalizados	19
5.2.1.6.	Maquinaria	23
5.2.2.	Condiciones económico-administrativas.....	23
5.2.2.1.	Costes directos.....	23
5.2.2.2.	Costes indirectos	24
5.2.2.3.	Adquisición de materiales	24
5.2.2.4.	Fianzas.....	24
5.2.2.5.	Devolución de fianzas	24
5.2.2.6.	Contrato.....	24
5.2.2.7.	Precios	25
5.2.2.8.	Pagos	25
5.2.2.9.	Responsabilidades	25

5.1. Condiciones generales

5.1.1. Objetivo del pliego de condiciones

En este documento se fijan las condiciones técnicas, administrativas y económicas para garantizar la correcta gestión del proyecto *SISTEMA DE TRANSMISIÓN PARA VEHÍCULO DE MOTOR DELANTERO Y TRACCIÓN TRASERA* y, de esta manera, evitar malentendidos en las diferentes fases del diseño.

La transmisión diseñada tiene como datos de partida las características proporcionadas por la ficha técnica del vehículo *Ford Sierra xR4i 2.8*.

Es importante subrayar que el objetivo no es comercializar la transmisión diseñada, sino lograr su homologación, según el *Boletín Oficial del Estado*, para su uso, no competitivo, en circuito cerrado. Es por esta razón que los componentes de la transmisión tienen una vida útil no muy prolongada y necesitarán un alto grado de mantenimiento.

5.1.2. Fecha de entrega

La fecha de entrega del proyecto está fijada el día 10 de Septiembre del 2015. Habiéndolo subido previamente a la plataforma ADDI de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Bilbao.

5.1.3. Alcance del pliego

Condiciones técnicas. Fijan el material, la maquinaria, características del equipo y, en general, las obligaciones técnicas para llevar a cabo el proyecto.

Condiciones económico-administrativas. Fijan los acuerdos económico-administrativos entre comprador y vendedor. Para ello, se negocian contratos, garantías, importes... Todos los avances o todas las decisiones a llevar a cabo sobre el proyecto tienen que estar en conocimiento de ambas partes.

5.1.4. Documentación del proyecto

- DOCUMENTO 1: Índice general
- DOCUMENTO 2: Memoria
- DOCUMENTO 3: Cálculos
- DOCUMENTO 4: Planos
- DOCUMENTO 5: Pliego de condiciones
- DOCUMENTO 6: Presupuesto
- DOCUMENTO 7: Estudios con entidad propia

5.1.5.Mención de normativas

Por lo que respecta a la normativa de homologación de la transmisión, para uso del vehículo en circuito cerrado, se cumplirá el Real Decreto 750/2010 establecido por el BOE.

Por otro lado, por lo que respecta a la normativa de documentación de proyectos mecánicos, se cumplirá la norma UNE 157001.

Resumiendo, todas las acciones a llevar a cabo respetarán y cumplirán las normas técnicas nacionales e internacionales UNE, DIN e ISO que requieran este tipo de proyectos.

5.2. Condiciones particulares

5.2.1. Condiciones técnicas

5.2.1.1. Montaje y funcionamiento

La transmisión completa se monta entre el eje delantero y trasero, con una distancia aproximada de dos metros y medio.

El primer elemento de la transmisión, **el embrague monodisco**, acopla y desacopla el eje de salida del motor y el eje de entrada/primario de la caja de cambios, transmitiendo el giro a este mediante una conexión por chaveta paralela tipo A de dimensiones 6x6x32 colocada entre el cubo del embrague y el eje de entrada a la caja.

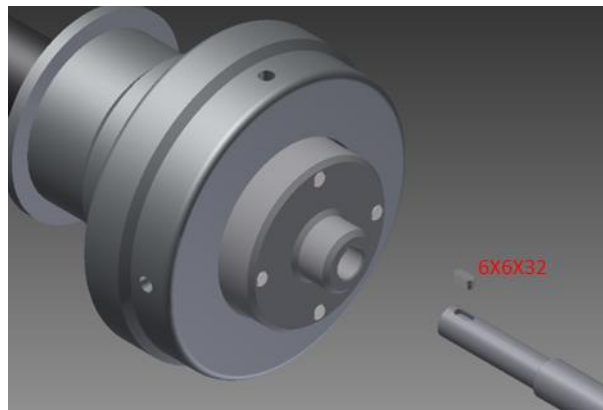
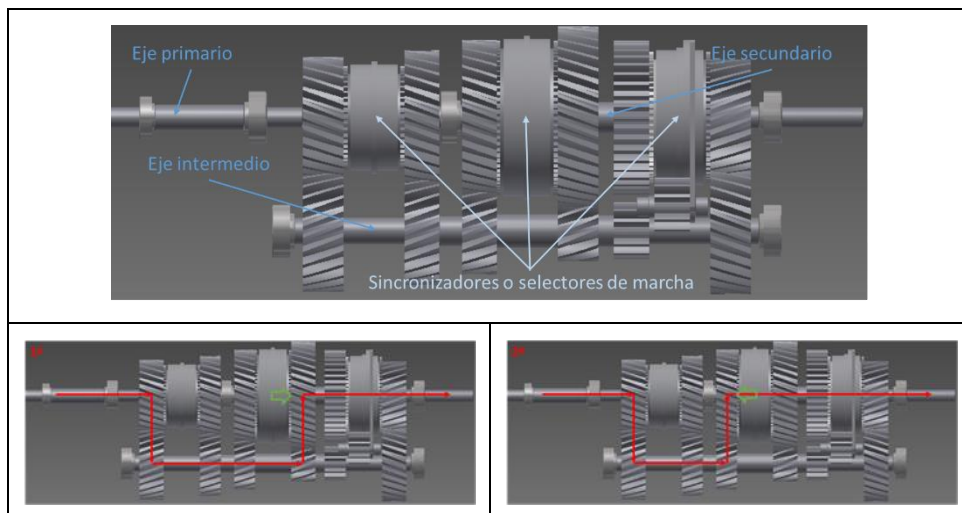


Figura 1. Conexión embrague-caja

La caja de cambios es de tres ejes: eje primario, eje intermedio y eje secundario. Exceptuando el caso en el que se selecciona la 4ª marcha o directa, el giro se transmitirá del eje primario al secundario mediante el eje intermedio.



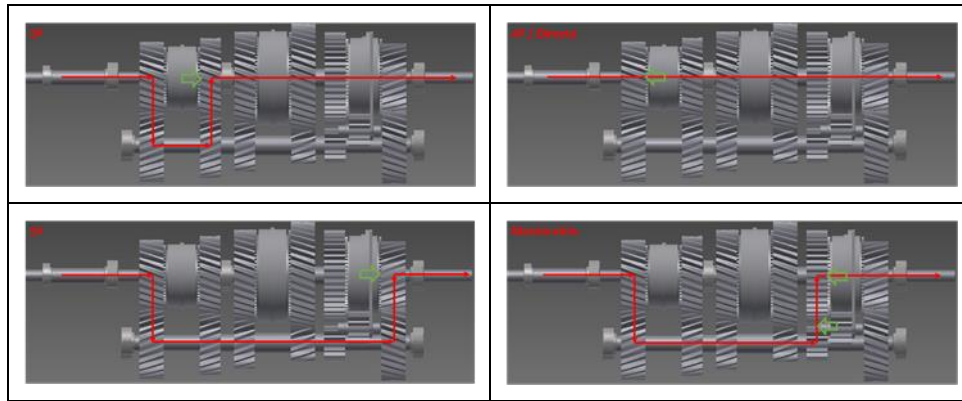


Tabla 1. Selecciones de marcha en caja de cambios

En el eje primario están dispuestos dos rodamientos de rodillos cónicos (20x42x15 el A y de 20x52x22'25 el B. Montaje directo) donde se apoya el eje y, a la vez, permiten que este gire. Además, al final y unido a él mediante una chaveta paralela tipo A (6x6x32) se encuentra una de las ruedas que componen el engranaje de entrada, quien se encargará de transmitir el giro a la otra rueda ubicada en el eje intermedio. En caso de que la marcha seleccionada sea la 4ª o directa, los ejes primario y secundario se acoplarán, gracias a uno de los sincronizadores, sin que intervenga el eje intermedio.

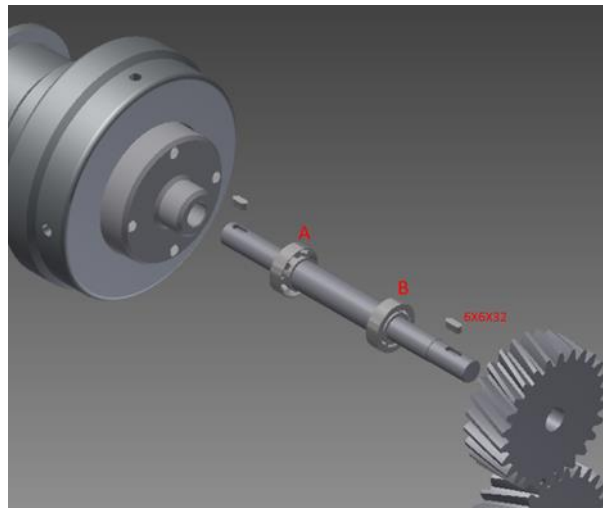


Figura 2. Componentes sobre el eje primario

El eje intermedio contiene dos rodamientos de rodillos cónicos (25x52x19'25 ambos, C y D. Montaje directo) para apoyar y permitir el giro de este, chavetas para conectar las ruedas al eje y las ruedas correspondientes a cada una de las marchas. Las chavetas correspondientes a las ruedas de entrada, 3ª, 2ª y 5ª tienen la siguiente dimensión 8x7x32 y las correspondientes a las ruedas de 1ª y marcha atrás 10x8x32.

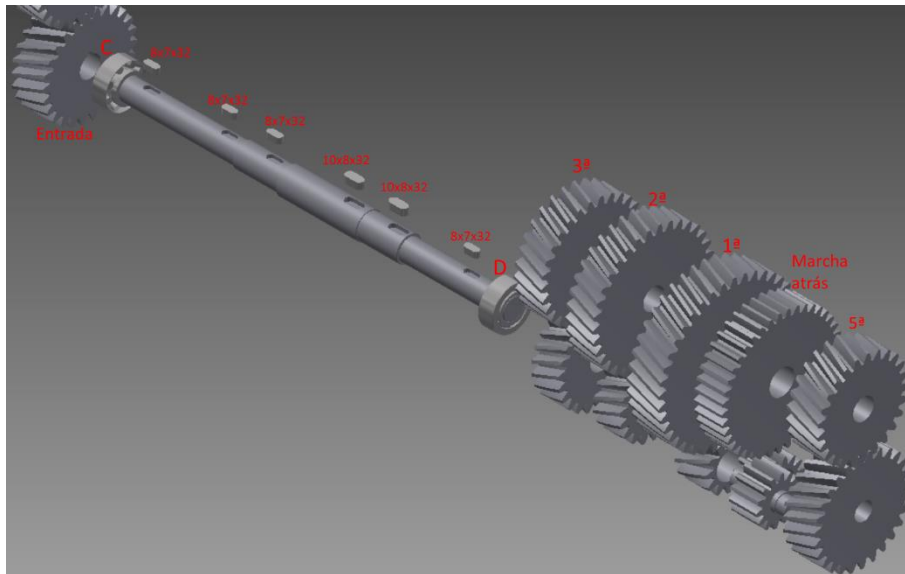


Figura 3. Componentes sobre el eje intermedio

El eje secundario también contiene dos rodamientos de rodillos cónicos (25x52x19'25 el E y 20x52x22'25 el F. Montaje directo) pero sobre él las ruedas de las marchas girarán locas por no tener una chaveta de unión entre ellos. Lo que sí tienen, para permitir el giro de la rueda loca sobre el eje sin que se genere un exceso de fricción, son rodamientos de rodillos en aguja (DIN 5405 T1).

Rueda de 3ª → 2x Rodamiento de rodillos en aguja 22x28x17

Rueda de 2ª → 2x Rodamiento de rodillos en aguja 28x33x17

Rueda de 1ª → 2x Rodamiento de rodillos en aguja 35x42x20

Rueda de Marcha atrás → 2x Rodamiento de rodillos en aguja 30x35x17

Rueda de 5ª → 4x Rodamiento de rodillos en aguja 22x26x10



Figura 4. Rodamientos de rodillos en aguja

De la conexión rueda-eje o, mejor dicho, de la selección de rueda se encargan los sincronizadores, quienes sí transmitirán el giro al eje gracias al estriado entre ellos. Sobre el eje

secundario hay tres sincronizadores: uno para la selección de 4ª/directa o 3ª, otro para la selección de 2ª o 1ª y otro para la selección de marcha atrás o 5ª.

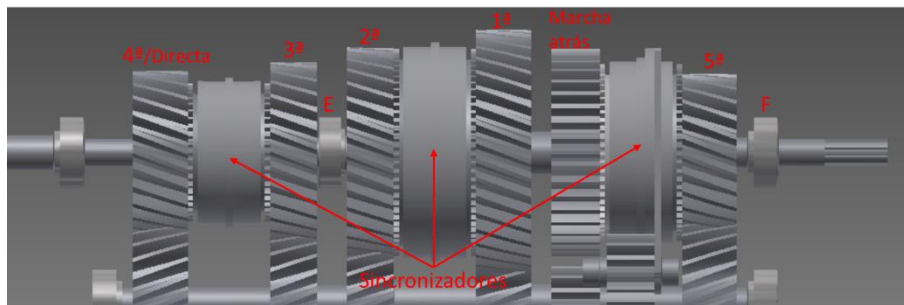


Figura 5. Conexiones rueda-eje: Sincronizadores

Los sincronizadores actúan como una especie de embrague cónico que, una vez se igualen las velocidades de giro del eje y la rueda seleccionada, se acopla gracias al engrane entre la rueda de dientes rectos que viene ensamblada a cada una de las ruedas locas y el manguito deslizante del sincronizador. Estos sincronizadores tendrán dos superficies de contacto para asegurar el correcto par de rozamiento.

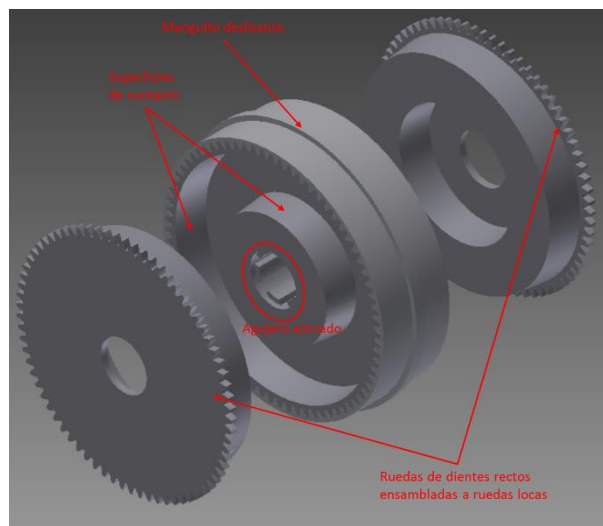


Figura 6. Detalles de sincronizador

La marcha atrás tiene una disposición especial, ya que el objetivo es que el eje secundario gire en dirección opuesta. Para ello, entre el piñón del eje intermedio y la corona del eje secundario se intercala otro piñón de las mismas características que el del eje intermedio. Este piñón no entra en contacto con ninguna de las ruedas de marcha atrás hasta que su sincronizador lo empuja, al mismo tiempo que conecta la corona al eje secundario. Además, va dispuesto sobre otro pequeño eje en el que es necesario montar dos rodamientos de rodillos cilíndricos (17x40x16 ambos, G y H). Finalmente y para garantizar el buen funcionamiento de este, el piñón intercalado se conecta a dicho eje mediante una chaveta paralela tipo A de dimensiones 6x6x32.

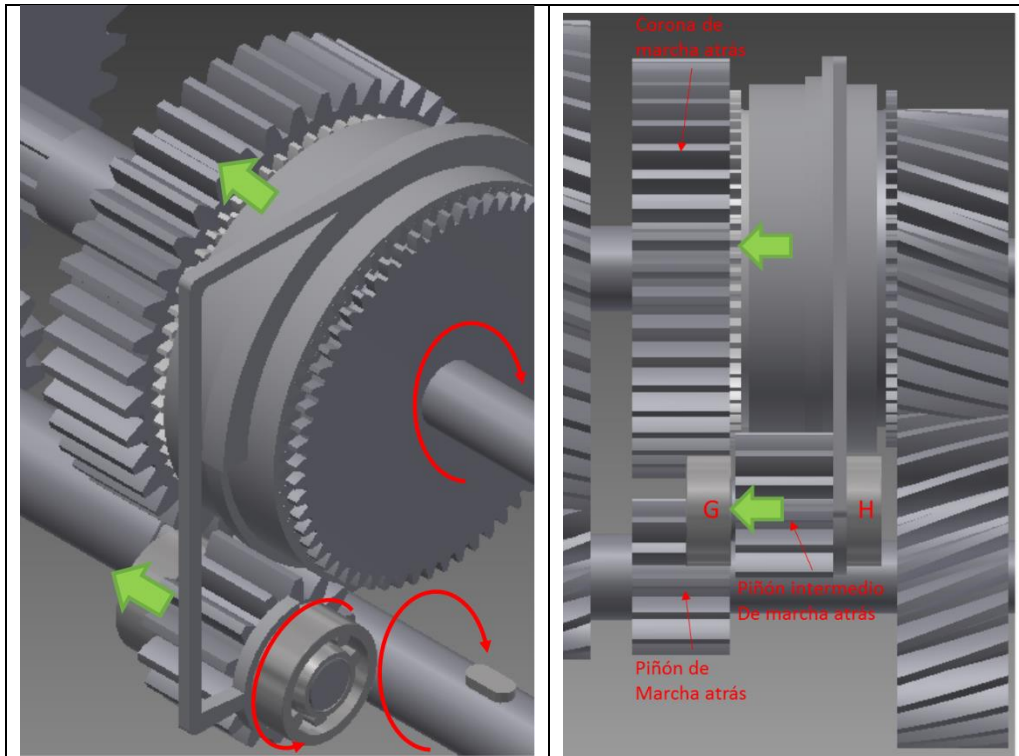


Figura 7. Disposición de la marcha atrás y movimiento del sincronizador

Al eje de salida (eje secundario) de la caja de cambios se acopla la junta universal o junta Cardan, elemento de unión y componente del **árbol de transmisión** (elemento imprescindible en transmisiones donde el motor y las ruedas motrices están dispuestos en diferentes lugares), gracias a una zona estriada entre el eje y una brida (estriado: 6x13x16, longitud 46 mm) que permite la conexión y la transmisión del giro.

Seguido, con una unión atornillada, 6 espárragos M6x25 con sus respectivas tuercas, se ensamblan la brida estriada y un lado de la junta cardan. El otro lado de la junta se atornilla al eje de transmisión (Perfil de sección hueca circular 60x2, 1m de longitud) mediante 6 tornillos de cabeza hexagonal M6x25.

Lo mismo en el otro extremo de este eje para, así, poder acoplarlo al elemento final de la transmisión: el diferencial.

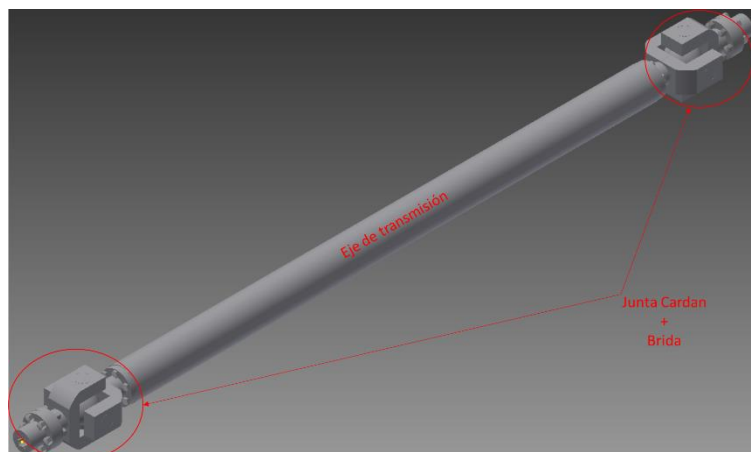


Figura 8. Árbol de transmisión

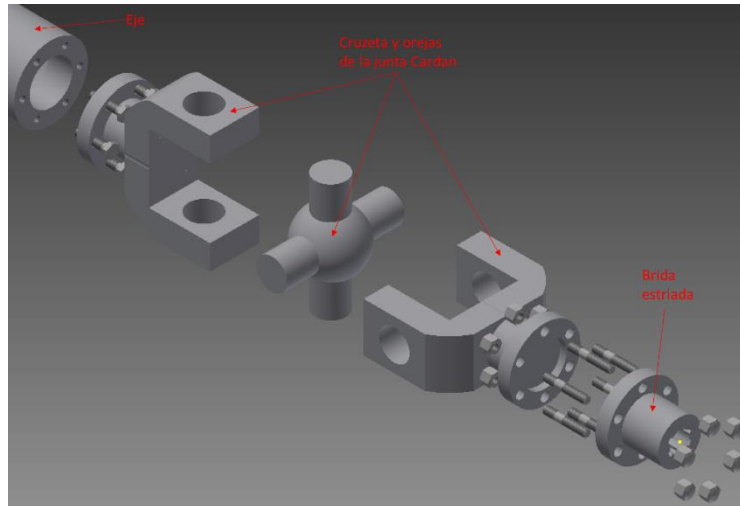


Figura 9. Detalles de unión y junta Cardan

Finalmente, como último elemento de la transmisión se halla el **diferencial**, en este caso, **convencional** quien se encargará de repartir el giro que proviene del árbol de transmisión a las dos ruedas. Este consiste en dos grupos cónicos, uno formado por el piñón que transmite el giro al propio diferencial (con un cambio de ángulo de 180°) a través de la corona y otro formado por dos pares de satélites y planetarios, quienes se encargan de repartir el giro entre las dos ruedas.

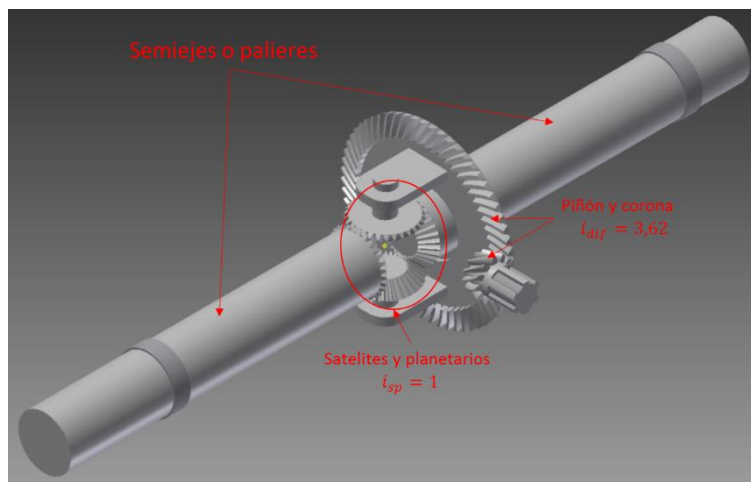


Figura 10. Diferencial

Tras el montaje, así queda el sistema de transmisión diseñado:

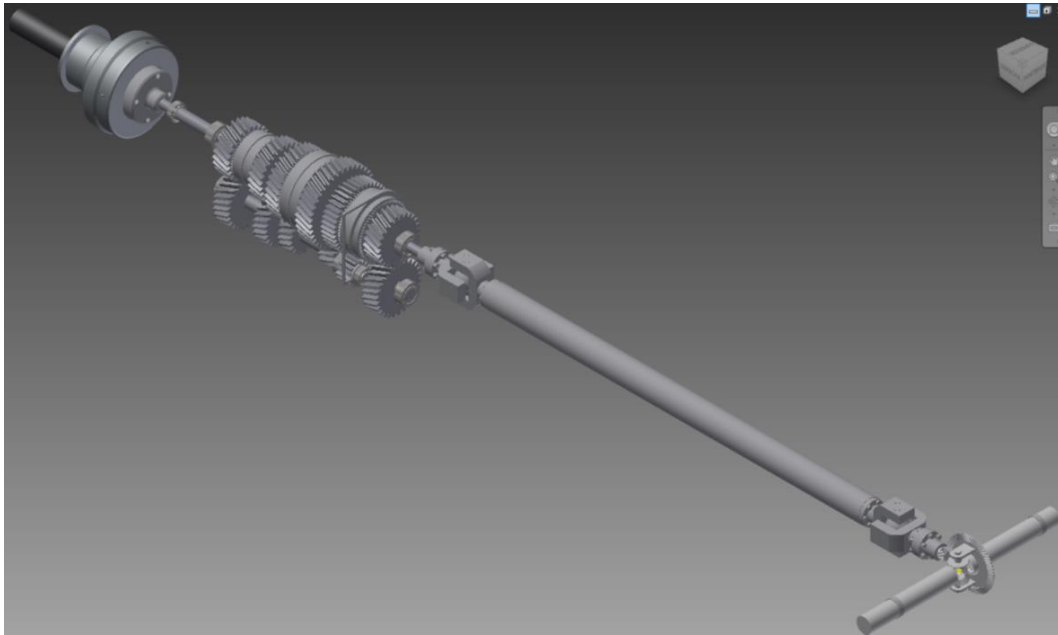


Figura 11. Sistema de transmisión completo

Para más detalles sobre el montaje y la disposición de las piezas ver documento 4: Planos.

5.2.1.2. Mantenimiento

La transmisión diseñada deberá tener un alto grado de mantenimiento, es decir, constantemente deberá ser revisada después de su uso en circuito. Esto tiene su lógica, pues en circuito se trabaja con el coche a máxima potencia, llevándolo al límite de su capacidad en todo momento.

En consecuencia, el desgaste de las piezas es inminente y un mantenimiento de largos periodos puede suponer el desgaste o la rotura de alguna pieza y el fin del correcto funcionamiento de la transmisión.

El mantenimiento más exhaustivo se debe hacer en el interior de la caja de cambios, concretamente en los rodamientos que apoyan y permiten girar a altas velocidades a los ejes. Por una simple razón, están seleccionados para dar lo máximo de sí y la vida útil de algunos de ellos no es muy longeva. Para hacerse una idea, hay rodamientos con una estimación de vida de 2000, 3000 y 5000 horas, lo cual hace que sea una mala idea establecer un mantenimiento, por ejemplo, anual. Por no hablar de la vida útil de los rodamientos G y H, correspondientes a la marcha atrás, que es de 170 horas, pero este caso es diferente ya que la marcha atrás apenas será utilizada.

Por lo tanto, después de su uso en circuito se debe hacer una revisión general de la transmisión para asegurar que todo está en su sitio, haciendo especial hincapié en la caja de cambios. En caso de notar alguna anomalía (ruidos extraños, etc.) en el coche durante su funcionamiento, la revisión deberá ser más exhaustiva para averiguar cuál es el problema.

Finalmente, para una buena puesta a punto la lubricación es esencial. Esto evitará el exceso de rozamiento entre piezas y, a consecuencia de ello, el desgaste prematuro de ejes, sincronizadores, rodamientos... No es necesario un cambio de aceite cada vez que se utilice el vehículo, pero sí una revisión del sistema de lubricación para detectar, en seguida, cualquier tipo

de fuga ya que eso indicaría serios problemas, por ejemplo: rotura de juntas o ensamblaje incorrecto de piezas.

Otros problemas que pueden evitarse gracias a las continuas revisiones y al buen mantenimiento:

Pandeo de ejes: Debido a que los engranajes sobre los ejes son helicoidales, aparecen tanto fuerzas axiales como radiales y si estas fuerzas son demasiado grandes aparece una flexión que puede hacer que el eje pandee. Para evitarlo es necesario hacer un cálculo conservador del diámetro de estos ejes.

Interferencias entre engranajes: El hecho de que haya alguna interferencia de este tipo solo traería problemas a la transmisión (ruido, fricción...), por eso, hay que asegurar en todo momento que las ruedas engranan entre sí de una forma suave y progresiva.

Rotura de chavetas o zonas nervadas del eje: Este tipo de rotura puede darse debido al aplastamiento o cizallamiento de los mismos y si esto ocurriera, la conexión entre ejes y ruedas dentadas fallaría. Por consiguiente, la transmisión del par torsor o giro sería difícil o imposible.

Desgaste de sincronizadores: Los diferentes componentes del sincronizador están continuamente en movimiento y esto supone una fricción y desgaste entre ellos. Debido al desgaste puede ocurrir lo siguiente: Problemas en el encaje del dentado recto, aumento del tiempo de sincronización e incapacidad de lograr el par de rozamiento necesario para transmitir el giro.

Desgaste del embrague: Al igual que en los sincronizadores, los componentes del embrague tienden a desgastarse y esto significaría la pérdida de eficacia en la transmisión del par de rozamiento, con lo que no se aprovecharía todo el par dado por el motor.

5.2.1.3. *Materiales*

- F-1516

Este tipo de acero recibe un tratamiento de cementado y se ha usado para la fabricación de las piezas más importantes: engranajes, sincronizadores y ejes.

Propiedades: Tensión admisible 30 kg/mm², Resistencia a tracción 80 kg/mm², Material equirresistente (misma resistencia a tracción y a compresión), Límite de fluencia 80 kg/mm² y Dureza Brinell 600 kg/mm².

Composición:

- Carbono (C): 0,14-0,19 %
- Silicio (Si): < 0,40%
- Manganeso (Mn): 1,00-1,30 %
- Fósforo (P): < 0,035%
- Cromo (Cr): 0,80-1,10 %
- Azufre (S): < 0,035%

- Acero estructural S275

Material ideal para el diseño de estructuras de acero, entre otras cosas por su ductilidad y resistencia. Se ha escogido este material para la fabricación del eje de transmisión situado entre la caja de cambios y el diferencial.

Propiedades: Límite elástico 275 N/mm², Resistencia a la tracción 410-560 N/mm², Alargamiento mínimo 19-23 %.

Composición:

- Carbono (C): 0,21%
- Manganeso (Mn): 1,5%
- Fósforo (P): 0,040%
- Azufre (S): 0,040%
- Cobre (Cu): 0,55%

- F-411 (30Mn5)

Es un acero mejorado al manganeso y se ha utilizado para la fabricación de chavetas. Es un material muy apropiado para piezas pequeñas que necesitan una gran resistencia.

Propiedades: Límite de fluencia 540 N/mm²

Composición:

- Carbono (C): 0,27-0,34 %
- Silicio (Si): 0,15-0,40 %
- Manganeso (Mn): 1,20-1,50 %
- Fósforo (P): < 0,035%
- Azufre (S): < 0,035%

- F-1130

Acero al carbono utilizado para la brida que une el eje secundario de la caja de cambios y la junta Cardan del árbol de transmisión. Admite soldadura.

Propiedades: Material equirresistente, Límite elástico 500 N/mm².

Composición:

- Carbono (C): 0,325%
- Manganeso (Mn): 0,65%

- Fundición de aluminio, AlSi11

Utilizado para la fabricación de la carcasa de la caja de cambios y el diferencial. Para ello se utilizan unos moldes dónde se verterá este material en estado líquido, logrando la forma de dichas carcasas. Concretamente se ha utilizado una aleación de aluminio al silicio, más apropiado para este trabajo.

Propiedades: Densidad 2400 kg/mm³, Punto de fusión 660°C, Límite de resistencia a tracción 160-200 N/mm².

Composición:

- Silicio (Si): 10,0-11,8 %
- Hierro (Fe): 0,19%
- Cobre (Cu): 0,05%
- Manganeso (Mn): 0,10%
- Magnesio (Mg): 0,45%
- Zinc (Zn): 0,07%
- Titanio (Ti): 0,15%

- Polvo metálico en acero resistente, material de fricción.

Se ha seleccionado este material para los conos de fricción de los sincronizadores por varias razones: Presenta un coeficiente de fricción adecuado y estable a cualquier rango de temperatura y presión, mantiene un equilibrio entre abrasión y resistencia al desgaste, una cierta compresibilidad y una buena resistencia al choque y al cizallamiento.

Propiedades:

- Coeficiente de fricción en mojado: 0,05-0,1
- Coeficiente de fricción en seco: 0,1-0,5
- Temperatura máxima: 540°C
- Presión máxima: 0,21 kg/mm²

- Acero suave, F-110, F-111, F-112...

Este acero es muy utilizado en componentes comerciales, así como rodamientos, tornillos, tuercas y arandelas. Hay diferentes tipos y los fabricantes de dichos componentes comerciales se encargan de escoger el más indicado para cada uno de ellos.

Propiedades: Resistencia mecánica 48-55 kg/mm², Dureza Brinell 135-160 HB.

Composición:

- Carbono (C): < 0,25%

- El resto de materiales pertenecientes a elementos comerciales así como el embrague y diferencial, vienen definidos por el propio fabricante.

En caso de contradicción sobre la asignación de materiales entre diferentes documentos, prevalece la información dada por el documento 4: Planos.

5.2.1.4. Acabados superficiales y tolerancias dimensionales y geométricas

Para asegurar el óptimo funcionamiento del sistema de transmisión es imprescindible lograr buenos acabados superficiales y tolerancias, tanto dimensionales como geométricas, en algunas piezas para que estas cumplan sus funciones de apriete, holgura o giro sin causar problemas (p.e. interferencias, fricción...) en las demás.

La simbología de los acabados superficiales es la siguiente:

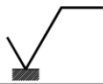
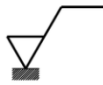

Símbolo	Significado
	Se permite cualquier proceso de fabricación.
	Debe retirarse material.
	No debe retirarse material.

Figura 12. Símbolos de acabados superficiales

Junto con estos símbolos aparecen los siguientes tipos de rugosidad y cada tipo tiene su grado de rugosidad en μm :

GRADO DE RUGOSIDAD	TIPO DE RUGOSIDAD
50	N 12
25	N 11
12.5	N 10
6.3	N 9
3.2	N 8
1.6	N 7
0.8	N 6
0.4	N 5
0.2	N 4
0.1	N 3
0.05	N 2
0.025	N 1

Figura 13. Rugosidad en acabados superficiales

En este proyecto se utilizan del N5 al N11.

N11 para las superficies sin ningún tipo de mecanizado.

Respecto a las tolerancias dimensionales, hay una amplia gama de ajustes pero para este proyecto basta con un puñado de ellos. Concretamente, los ajustes que garanticen un correcto apriete o giro o una correcta holgura entre piezas.

En la *Tabla 2* están marcados los ajustes más utilizados y, por tanto, recomendados ISO:

Kalitatea	Zulo - oinarria		Ardatza- oinarria		Doiketaren Ezaugarriak	Erabilera
N7-N5	H8	x8			Prensatu gogorra.Prensatzko muntaketa. Asegururik ez.	Brontzeko koroak. Gurpilak
	H8	s8				
	H7	s6			Prensatua. Prensatzko muntaketa	Pinoi eragilea.
	H7	r6			Prensatu arina. Asegurua Behar du.	Makinen engranaiak
	H7	n6			Oso behartua. Mailuzko muntaketa.	Zorro bereziak
	H7	k6			Behartua. Mailuzko muntaketa	Boladun errodamenduak
	H7	j6			Behartu arina. Mazozko muntaketa	Boladun errodamenduak
	H7	h6			Labaikorra. Koipeztatua.	Lira-ardatzak
H8	h9	Labaikorra.Koipeztatu barikoa.	Kontraburu-ardatzak.			
N10-N8	H11	h9			Labainkorra.Doiketa arrunta.	Kokapen-ardatzak.
	H11	h11			Labainkorra.Ohizko doiketa	Ardatz-gidari lotuak.
N7-N5	H7	g6	G7	h6	Birakaria. Lasaiera nabariezina.	Balazta-pistoia.
	H7	f7	F8	h6	Birakaria. Lasaiera txikikoa	Bielak,kojineteak.
N8-N7	H8	f7	F8	h9	Birakaria. Lasaiera txikikoa	Bielak,kojineteak.
	H8	e8	E9	h9	Birakaria. Lasaiera handikoa	Kojinete arruntak.
	H8	d9	D10	h9	Birakaria.Lasaiera oso handia.	Euskarri anitzak.
N10-N7	H11	c11	C11	h9	Askea. Lasaieraduna.	Nekazaritza-makinen kojineteak.
	H11	a11	A11	h11	Oso askea	Abeilanaketak. Torlojoentzako zuloak.

Tabla 2. Ajustes ISO recomendados

En resumen, estos son los ajustes a utilizar, con sus respectivos acabados superficiales, para garantizar el buen funcionamiento del sistema de transmisión:

Acabado Superficial	Ajuste	Características
N7-N5	H8s8	Prensado duro. Sin seguro
	H7r6	Prensado ligero. Necesita seguro
	H7h6	Deslizante. Lubricación
	H8h9	Deslizante. Sin lubricación
	H7f7	Giratorio. Pequeña holgura
N8-N7	H8f7	

Tabla 3. Ajustes a utilizar en el proyecto

Además de estos, también se deberán utilizar los ajustes que se muestran a continuación. Estos ajustes son los correspondientes a ciertos componentes normalizados, tales como las zonas estriadas del eje y las chavetas.

✓ Para zonas estriadas (nº estrías x d x D):

Eje → d: g7, D: a11

Cubo → d: H7, D: H10

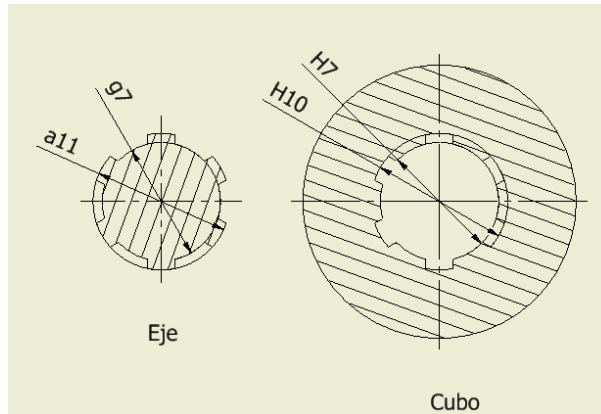


Figura 14. Visualización de ajuste en estriado

✓ Para chavetas:

Tipo de ajuste	Matadera del eje	Matadera del cubo
A presión	P9	P9
Ligero	N9	J9
Deslizante	H8	D10

Tabla 4. Ajustes en matadera

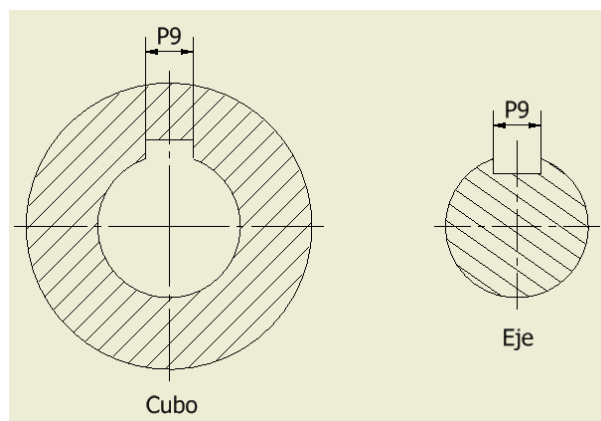


Figura 15. Visualización de ajuste en matadera

Para las piezas no funcionales que no necesiten ajuste de ningún tipo se exigirá un mínimo de calidad en su fabricación. Para este proyecto se fija la norma ISO 2768-m que proporciona una calidad de tolerancia media para los componentes no funcionales.

Respecto a las tolerancias geométricas, las cuales tienen influencia sobre la forma y el posicionamiento de las piezas, tienen dos objetivos: asegurar el correcto funcionamiento del conjunto y lograr la intercambiabilidad entre piezas.

En la siguiente *Tabla 1* se muestran las tolerancias utilizadas en este proyecto:


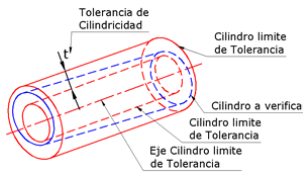

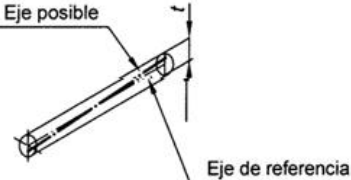

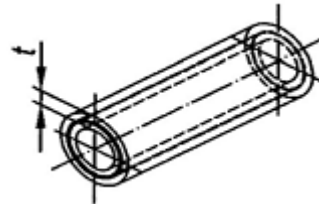
Tolerancia	Símbolo	Zona de tolerancia	Explicación
Cilindricidad			La superficie controlada debe estar comprendida entre dos cilindros coaxiales imaginarios cuyos radios difieren el valor fijado de tolerancia.
Coaxialidad			El eje del cilindro debe estar dentro de una zona cilíndrica imaginaria con diámetro igual a la tolerancia establecida
Oscilación total radial			En cualquier sección de la superficie el radio de la oscilación no puede sobrepasar la tolerancia establecida

Tabla 1. Tolerancias geométricas utilizadas

Para más detalles sobre las tolerancias de cada pieza ver documento 4: Planos.

5.2.1.5. Elección de elementos comerciales y componentes normalizados

a) Elementos comerciales

Con el fin de facilitar el trabajo de diseño y partiendo de los datos de partida se han seleccionado varios elementos comerciales, así como el embrague y el diferencial.

a.1) Embrague

Se ha decidido instalar un embrague de discos de fricción, concretamente, un embrague monodisco. Este es, desde un punto de vista mecánico, sencillo y a la vez eficaz, perfecto para cumplir su función en esta transmisión.

Tiene que ser capaz de transmitir el par máximo dado por el motor que es de 216 N·m (2200 kg·cm). Para asegurarlo, se ha calculado el diámetro del disco del embrague de manera que sería capaz de transmitir hasta 324 N·m (3300 kg·cm).

Por lo tanto, ese diámetro exterior del disco es de 240 mm aproximadamente.

Conociendo los requisitos que ha de cumplir, solo queda buscar este elemento comercial a través del catálogo de un buen fabricante. En este caso, la empresa inglesa *National clutch and brake technology* es la mejor opción.

Finalmente, he aquí el kit de referencia para el embrague específico del *Ford Sierra xR4i* 2.8: **CK 9290**.

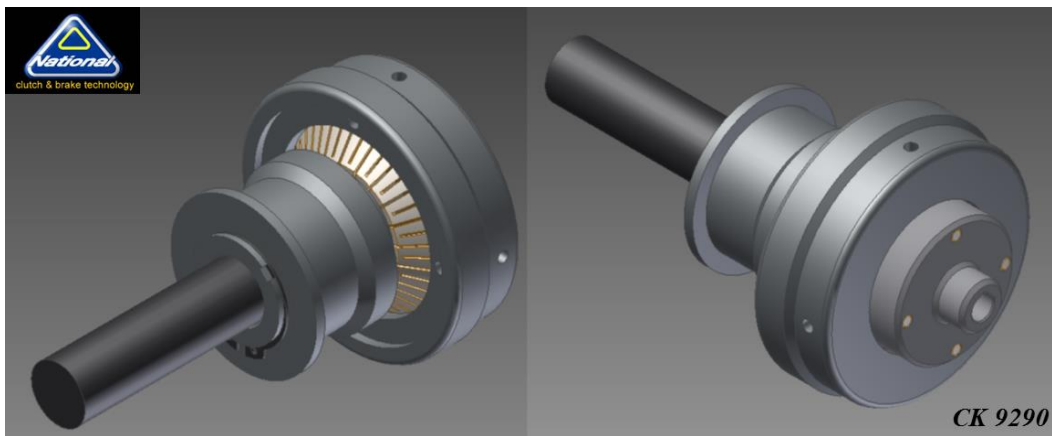


Figura 16. Embrague monodisco

a.2) Diferencial

Se ha decidido instalar un diferencial convencional específico para transmisiones de motor delantero y tracción trasera.

Para ello, después de examinar las necesidades del vehículo se ha seleccionado uno comercial, con el fin de facilitar las labores de diseño.

Esas necesidades son las relaciones de transmisión que deberá aportar este diferencial a la transmisión:

- Reducción entre piñón y corona de 3,62.
- Reducción del grupo cónico de 1.

El diseño y la producción del diferencial queda en manos de la empresa especialista en la fabricación de engranajes cónicos *GRUPOS DIFERENCIALES SA*.

Kit de referencia: **CRD 430**.

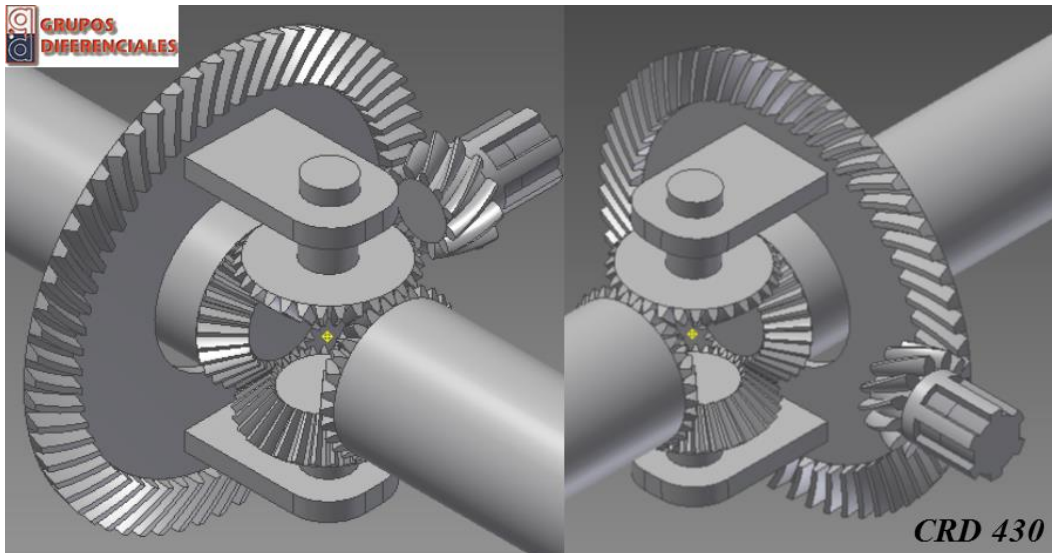


Figura 17. Diferencial convencional

a.3) Juntas universales o juntas Cárden

Para la elección de estas juntas ensambladas, mediante unión atornillada, a un lado y a otro del eje de transmisión formando así el árbol de transmisión, el fabricante que mejor se adapta a las necesidades del proyecto es *TECNOPOWER transmisión y movimiento lineal*.

Los requisitos a tener en cuenta para su elección son los siguientes:

- El diámetro exterior del eje de transmisión al que hay que acoplar la junta es de 60 mm. El diámetro exterior de la brida debe ajustarse a este (≈ 60).
- Velocidad máxima de rotación: 6800 rpm.
- Par máximo a transmitir: 720 N·m.
- Unión atornillada a través de brida: 6 uniones atornilladas a 60° con métrica 6.

Teniendo todo esto en cuenta, se ha seleccionado la junta idónea para esta transmisión:

Junta simple con acoplamiento mediante brida. **Juntas universales DIN 7551 01.060.100.**

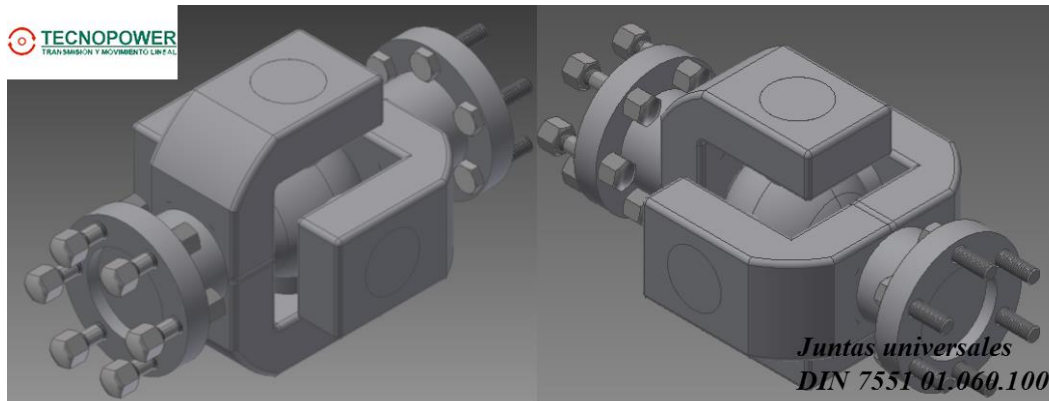


Figura 18. Junta universal o junta Cárden

b) Componentes normalizados

Utilizar componentes normalizados siempre es una ventaja tanto para la gestión como para el diseño del proyecto.

b.1) Rodamientos

- 2x Rodamiento de rodillos cónicos 20x52x22,25 DIN 720 SKF 32304 J2/Q
- Rodamientos de rodillos cónicos 20x42x15 DIN 720 SKF 32004 X/Q
- 3x Rodamiento de rodillos cónicos 25x52x19,25 DIN 720 SKF 32205 BJ2/Q
- 2x Rodamiento de rodillos cilíndricos 17x40x16 DIN 5412 SKF NU 2203 ECP – T1
- 2x Rodamiento de rodillos en aguja 22x28x17 DIN 5405 T1 – K
- 2x Rodamiento de rodillos en aguja 28x33x17 DIN 5405 T1 – K
- 2x Rodamiento de rodillos en aguja 35x42x20 DIN 5405 T1 – K
- 2x Rodamiento de rodillos en aguja 30x35x17 DIN 5405 T1 – K
- 4x Rodamiento de rodillos en aguja 22x26x10 DIN 5405 T1 – K

b.2) Chavetas

- 3x Chaveta 6x6x32 DIN 6885 – A
- 4x Chaveta 8x7x32 DIN 6885 – A
- 2x Chaveta 10x8x32 DIN 6885 – A

b.3) Eje de transmisión

- Perfil de sección hueca circular 60x2

b.4) Uniones atornilladas

- 12x Tornillo de cabeza hexagonal M6x25 ISO 4017
- 24x Tuerca hexagonal ciega M6 DIN 917
- 12x Esparrago M6x25 DIN 835

b.5) Estriado del eje secundario (n° estrías $\times d \times D$)

- Zona estriada 6x16x20 DIN 5472
- Zona estriada 6x26x32 DIN 5472
- Zona estriada 6x21x25 DIN 5472
- Zona estriada 6x13x16 DIN 5472

Todos estos elementos comerciales y componentes normalizados que aparecen en este apartado no tendrán cabida en el documento 4 (Planos) más que en el plano del conjunto de la transmisión completa, donde serán, únicamente, mencionados en la tabla. No es necesario dimensionarlos en los planos, ya que están normalizados, y esto es una gran ventaja.

5.2.1.6. Maquinaria

Para la fabricación y montaje de todo el sistema de transmisión serán necesarios tornos, fresadoras, prensas, pulidoras...

Las empresas contratadas para la fabricación de los elementos comerciales tienen su propio método y maquinaria, pero para la creación del resto de elementos y componentes se subcontratará un taller especializado en fabricación y mecanizado que seguirá las pautas marcadas y los planos que aparecen en este proyecto.

5.2.2. Condiciones económico-administrativas

Estas condiciones fijan los acuerdos económico-administrativos entre comprador y vendedor. Para ello, se negocian contratos, garantías, importes... Todos los avances o todas las decisiones a llevar a cabo sobre el proyecto tienen que estar en conocimiento de ambas partes.

Los plazos, precios y horas de trabajo pactados entre los dos deben cumplirse, de no ser así el proyecto podría ser cancelado. El trabajo debe seguir, al pie de la letra, lo que dictan los planos (documento 4) sin ningún tipo de cambio. Para conocer estos plazos, precios y horas de trabajo pactados ver los documentos 2 y 6, Memoria y Presupuesto respectivamente.

A continuación, se muestran las condiciones de mayor relevancia para este proyecto: Costes directos, Costes indirectos, Adquisición de materiales, Fianzas, Devolución de fianzas, Contrato, Precios, Pagos y Responsabilidades.

5.2.2.1. Costes directos

Afectan directamente a la determinación del precio de un producto, el cual tendrá que ser recuperado a través de la determinación de su precio de venta.

- Mano de obra, incluyendo la seguridad social y los cargos correspondientes.
- Materiales.
- Subcontratas.
- Transporte.
- Equipamientos y sistemas para la prevención de accidentes.

- Máquinas y herramientas.
- Energía eléctrica o combustible necesario para el funcionamiento de máquinas.
- Otros gastos personales.

5.2.2.2. Costes indirectos

Afectan al proceso productivo en general de uno o más productos. No se puede asignar únicamente a una unidad de referencia concreta.

- Costes de almacenamiento de material y sistemas.
- Instalaciones.
- Sueldos personales de trabajadores, administradores y técnicos habituales, es decir, que no hayan sido contratados para un solo trabajo en concreto.
- Tasas de administración.

5.2.2.3. Adquisición de materiales

Es responsabilidad del contratista lograr el material necesario para producción y asegurar o, en su defecto, mejorar la calidad fijada en los pliegos de condiciones sin aumentar el precio fijado.

Aun después de que el cliente haya pagado el material, el contratista sigue siendo el responsable del mantenimiento y seguridad de estos hasta que acabe el trabajo de producción, pese a no ser el propietario.

5.2.2.4. Fianzas

Es el 5% fijado del presupuesto acordado para el proyecto y este lo paga el contratista antes de empezar el trabajo. De esta manera, si el contratista se negara a acabar con su parte del trabajo en el sistema de transmisión, podría contratarse una tercera persona, con el dinero de la fianza, para acabar con ese trabajo.

5.2.2.5. Devolución de fianzas

Una vez que el contratista y el cliente firman el acta de recepción, asegurando que todo queda según lo previsto, este último deberá devolver la fianza en un plazo de 30 días.

En caso de que exista algún contratiempo se descontará parte de la fianza a devolver.

5.2.2.6. Contrato

Entre comprador (cliente) y vendedor (empresa) siempre debe haber un contrato de por medio. En este contrato se fijan todas las condiciones, así como plazos del proyecto, horas de trabajo, precios etc. Si no se cumple todo lo acordado en este contrato, cualquiera de las dos partes puede negarse a seguir con el proyecto y anular el contrato.

También existen otras razones, que nada tienen que ver con la realización del proyecto, para ser libre de anular el contrato:

- El cierre o la caída de la empresa encargada de llevar a cabo el proyecto.
- Si para el desarrollo del proyecto son necesarios grandes cambios, estando ambas partes de acuerdo, puede anularse el contrato y crear otro nuevo.
- Si estos cambios para el desarrollo del proyecto, solo conciernen a los plazos fijados, también pueden realizarse cambios, siendo necesario redactar un contrato nuevo.
- Si el fin del proyecto fuese comercializar la transmisión podría anularse el contrato, ya que, desde un principio se acordó que era para uso personal.

5.2.2.7. Precios

Antes de realizar el contrato los precios tienen que estar fijados y para eso se hace un presupuesto (documento 6), para hacer una estimación de los gastos que conlleva crear el proyecto. En el presupuesto se tienen en cuenta todos los costes, desde el precio de cada pieza hasta la mano de obra y el montaje.

5.2.2.8. Pagos

El empleador tendrá que cumplir los pagos en los plazos fijados anteriormente en el contrato.

En este proyecto se realizarán los pagos de esta manera:

- 20% de entrada tras firmar el contrato.
- 10% en el momento de entrega de los primeros trabajos de ingeniería.
- 30% tras la adquisición de recursos, tales como materiales, servicios...
- 10% al acabar los trabajos de recepción.
- 30% restante al firmar el contrato de recepción final.

5.2.2.9. Responsabilidades

En caso de hacer algún arreglo o modificación con piezas de un proveedor diferente, al estar fuera de contrato, el proveedor que lo firmó no se hace responsable en caso de que surja algún contratiempo.

En caso de que surjan problemas debido a un montaje inadecuado, es decir, que en el montaje no se hayan seguido las pautas marcadas por el fabricante, este no se hace responsable.