

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA  
**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

***DISEÑO DE LA CAJA DE CAMBIOS DE UN  
AUTOMOVIL***

***RESUMEN***

**Alumno/Alumna:** Lertxundi, Saez, Eneko

**Director/Directora:** Santos, Pera, Juan Antonio

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 9 de febrero de 2019

## RESUMEN

1. OBJETIVO DEL PROYECTO.....	2
2. CONDICIONES DE DISEÑO .....	3
3. CÁLCULOS.....	5
4. PLANOS.....	6
5. PRESUPUESTO .....	7
6. BIBLIOGRAFÍA.....	8

## 1. OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo del siguiente proyecto es desarrollar el cálculo y diseño mecánico de los elementos que componen la caja de cambios de un automóvil. Para ello, se estudiarán los demás elementos que componen la transmisión del vehículo.

Precisamente, se diseñara la caja de cambios para el modelo SEAT León 1.6 TDI 85kW (115 CV), el cual tiene un motor de máxima potencia de 115 CV y máximo par de 250 Nm.

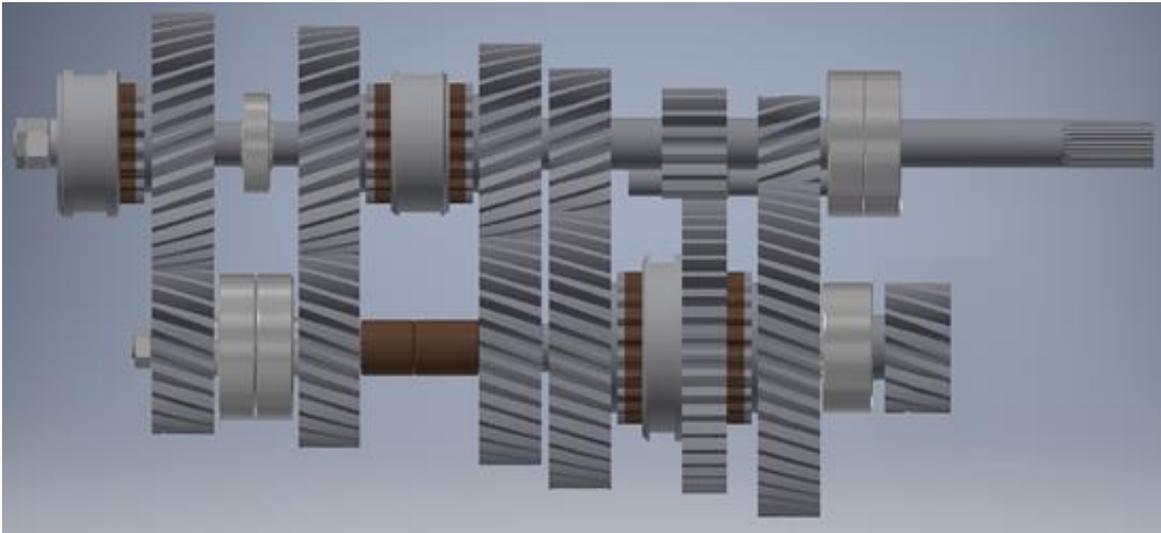


Imagen 1. Caja de cambios.

Autor del Proyecto: Lertxundi Saez, Eneko.

## 2. CONDICIONES DE DISEÑO

Para realizar el cálculo de los elementos que componen la caja de cambios es necesario conocer los datos iniciales de los que dependerá: las características del motor, las características técnicas del vehículo y sus dimensiones principales.

Como se ha mencionado anteriormente, el vehículo es un SEAT León 1.6 TDI y sus características principales son las siguientes:

<b>Características del motor</b>	
Cilindros / Válvulas	4 / 16
Cilindrada	1598 cm <sup>3</sup>
Tipo de combustible	Diésel
Máxima potencia kW (CV) / rpm	85 (115) / 3250-4000
Máximo par Nm / rpm	250 / 1500-3250 rpm (2375rpm)
Posición	Delantero transversal
<b>Características del vehículo</b>	
Velocidad máxima	197 km/h
Aceleración 0 - 100 km/h (s)	9,8 s
Peso en vacío	1260 kg
Peso máxima	1810 kg
Tipo de rueda	205/55 R16 91V
<b>Características de la transmisión</b>	
Tipo de tracción	Delantero
Caja de cambios	Manual de 5 marchas
<b>Relaciones de transmisión</b>	
Primera	3,778:1
Segunda	1,944:1
Tercera	1,185:1
Cuarta	0,816:1
Quinta	0,625:1
Reversa	3,6:1
Reducción final	3,647:1

Tabla 1. Características del vehículo.

En el siguiente grafico se pueden ver las curvas de potencia y par del motor del vehículo.

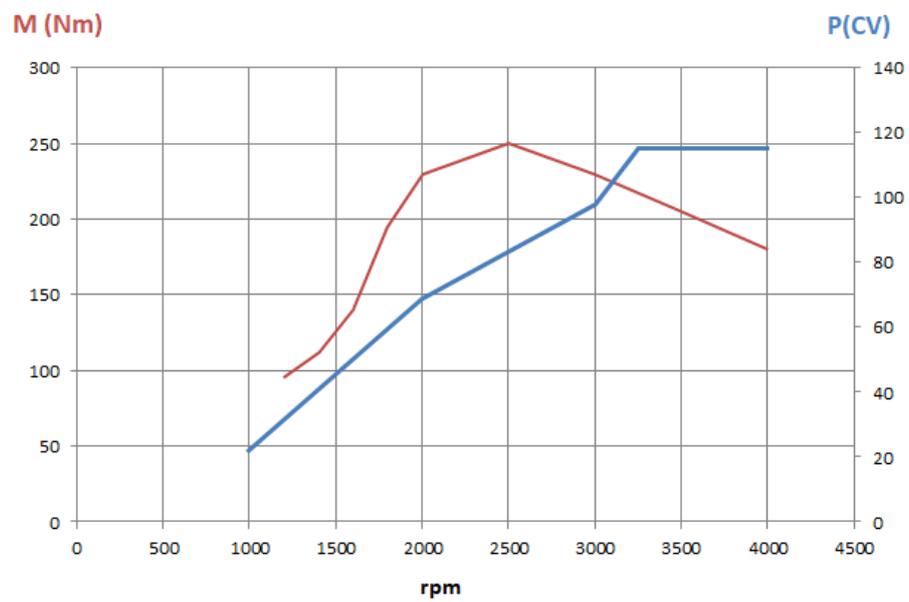


Imagen 2. Curva de potencia y par.

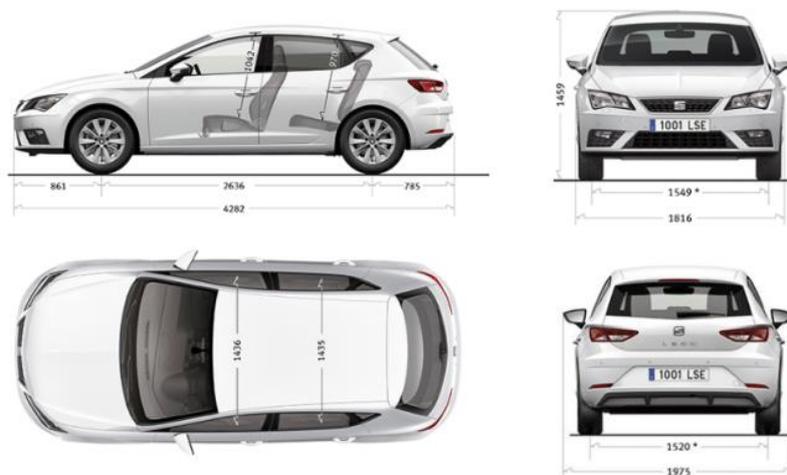


Imagen 3. Dimensiones del vehículo.

### 3. CÁLCULOS

Para diseñar la caja de cambios, se han realizado los siguientes cálculos:

▪ **Cálculo de las fuerzas resistentes:** mediante este, se han calculado las fuerzas que se oponen a la marcha del vehículo. Dichas fuerzas generan un par resistente en las ruedas y la caja de cambios tendrá que generar un par motor mayor para poner en marcha el automóvil. Se distinguen cuatro tipos de fuerzas resistentes:

- Resistencia a la rodadura
- Resistencia por pendiente
- Resistencia por inercia
- Resistencia aerodinámica

▪ **Cálculo del embrague:** en este apartado, se han calculado las dimensiones del embrague de fricción necesario para transmitir la potencia del motor a la caja de cambios. Además, se han calculado las dimensiones que debe tener el nervado que une el disco del embrague con el árbol primario.

▪ **Cálculo de la caja de cambios:** una vez conocidas las condiciones de entrada y de salida de la caja de cambios, se ha realizado el cálculo de todos sus componentes.

En primer lugar, teniendo en cuenta las fuerzas resistentes y las relaciones de transmisión especificadas por el fabricante del vehículo, se ha verificado que el automóvil es capaz de vencer dichas fuerzas, y a continuación, se han calculado el número de dientes y las dimensiones de todos los engranajes.

Después, se han calculado las fuerzas de contacto entre engranajes y mediante estas, se han dimensionado el eje primario, el eje secundario y el eje de marcha atrás.

Por último, teniendo en cuenta las reacciones de los apoyos de cada eje, se han elegido los rodamientos adecuados en el catálogo del fabricante SKF, y por otro lado, se han calculado las dimensiones de los elementos de cada sincronizador, que serán necesarios para el cambio de marchas.

### 4. PLANOS

Después de haber dimensionado todos los elementos de la caja de cambios mediante los cálculos, se han modelado mediante el software informático Autodesk Inventor. Posteriormente, se han dibujado los planos normalizados del conjunto y de cada componente.

En los planos se han mencionado las características dimensionales y geométricas de cada componente. De esta manera, ha quedado especificada toda la información necesaria para la fabricación de la caja de cambios.

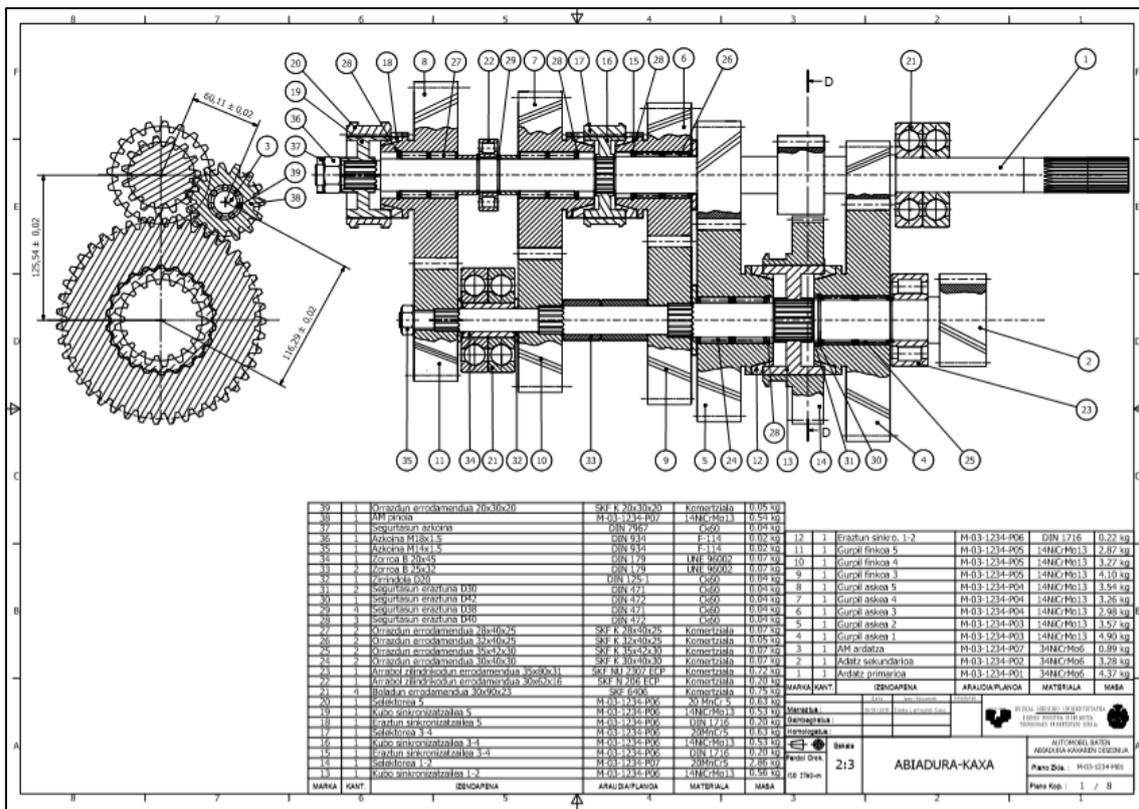


Imagen 4. Plano del conjunto.

## 5. PRESUPUESTO

En el sexto documento que forma parte del proyecto, se ha señalado el precio de cada componente y el de todos los factores necesarios para realizar el proyecto. De esta manera, se ha calculado el precio de fabricación de la caja de cambios. Aquí se puede ver el presupuesto total del producto.

Presupuesto de ejecución ..... 4726,71 €

Remuneración ..... 1134,41€

**PRESUPUESTO TOTAL:.....5861,12€**

**El coste del presupuesto total es: CINCO MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y UN EUROS Y DOCE CÉNTIMOS.**

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### Libros

- Cascajosa, M. "Ingeniería de Vehículos", Tebar. Madrid (2008).
- Muñoz gracia, F. "Calculo teórico-práctico de los elementos y grupos del vehículo industrial y automóvil I", Dossat. España.
- Muñoz gracia, F. "Calculo teórico-práctico de los elementos y grupos del vehículo industrial y automóvil II", Dossat. España.
- Niemann, G., Machine elements: design and calculation in mechanical engineering, Springer, Berlin (1978).
- Norton, R.L., Machine design: an integrated approach, Prentice Hall, New Jersey (2000).
- Decker, K., "Elementos de máquinas", Urmo, Bilbao.
- Abasolo, M., Navalpotro, S., Iriondo, E., "Diseño de máquinas". Euiti Bilbao.
- Santos, J.A., Pérez, A., "Ingeniaritza proiektuak", Bilboko IITUE, Bilbo (2008).

### Catálogos

- SACHS
- SKF
- ThyssenKrupp
- Beneri

### Páginas Web

- [www.skf.com](http://www.skf.com)
- [www.aftermarket.zf.com](http://www.aftermarket.zf.com)
- [www.ro-des.com](http://www.ro-des.com)
- [www.aficionadosalamecanica.com](http://www.aficionadosalamecanica.com)
- [www.aenor.com](http://www.aenor.com)
- [www.sidenor.com](http://www.sidenor.com)
- [www.insht.es](http://www.insht.es)