

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

***CÁLCULO Y DISEÑO DE LA  
TRANSMISIÓN DE UN VEHÍCULO DE 6  
VELOCIDADES***

***RESUMEN***

**Alumno/Alumna:** Cabrero, de Castro, David

**Director/Directora (1):** Pera, Santos, Juan Antonio

**Curso:** 2017-2018

**Fecha:** Bilbao, 25 de Julio de 2018

## **RESUMEN**

En este proyecto se realiza el cálculo y diseño de la transmisión de un vehículo de 6 velocidades, dotado de tracción trasera y motor delantero. El sistema mecánico que se diseña está compuesto por varios elementos: el embrague, la caja de cambios, el árbol de transmisión y el diferencial. En este proyecto no se tienen mecanismos tales como horquillas (elementos que sirven para cambiar las marchas) o elementos que se encargan de transmitir la potencia a las ruedas.

El primer elemento de la transmisión es el embrague. El conductor al pisar el pedal del embrague desacopla el motor y la caja de cambios, permitiendo así el cambio de marcha. Se trata de un elemento esencial ya que es capaz de modificar el par que se transmite a las ruedas.

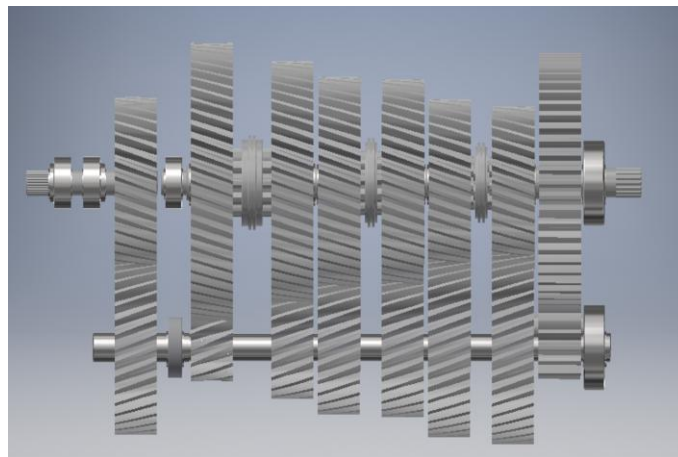
Existen muchos tipos de embragues, en el caso de la industria del automóvil son tres los más utilizados: embrague de fricción, embrague hidráulico y embrague electromagnético. En este proyecto se usa un embrague de fricción de disco, debido a sus buenos resultados y a que es el más común.

Primero se calcula el par máximo a transmitir por el embrague. Segundo se calcularán las dimensiones del embrague para poder efectuar a la elección del mismo.

Como anteriormente mencionado el embrague está acoplado a la caja de cambios. Cuando la caja de cambios recibe la potencia de giro, las diferentes relaciones de transmisión de los engranajes que completan la caja de cambios, permiten que a la misma velocidad de giro del motor transmitan velocidades diferentes a las ruedas. De esta manera dependiendo de la marcha el vehículo alcanzará una velocidad u otra, dejando bajo la responsabilidad del conductor adecuar esa velocidad a las condiciones de la carretera.

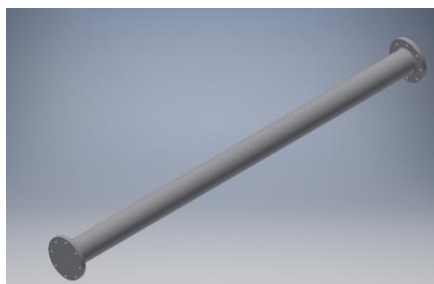
La caja de cambios está provista de tres ejes: eje primario, eje intermediario y eje secundario. Sobre el eje intermediario y secundario están montados los engranajes, siendo los que están en el eje secundario los denominados rudas locas. Los ejes están apoyados sobre rodamientos de rodillos y bolas. Los engranajes utilizados son de dos tipos: para la marcha hacia delante se han utilizado engranajes de dientes helicoidales ya que transmiten mayor potencia y son menos ruidosos. En el caso de la marcha atrás se ha utilizado engranajes de dientes rectos debido a la poca utilidad y las bajas velocidades en las que se va a utilizar esta marcha.

Los ejes de este proyecto se han diseñado siguiendo el código ASME. Los engranajes en cambio, se han obtenido mediante la relación de transmisión ofrecida por el fabricante. Los rodamientos utilizados pertenecen al catálogo SKF.



*Imagen 5.1: Caja de cambios*

Como el motor está situado en la parte delantera del vehículo y las ruedas de tracción son las traseras, es necesario un árbol de transmisión que se encuentra unido a la caja de cambios mediante un elemento denominado junta cardan. Es un sistema que transmite el giro de la caja de cambios al diferencial situado en la parte trasera del vehículo, y de ahí a las ruedas.



*Imagen 5.2: Árbol de transmisión*

El diferencial es el elemento encargado de transmitir la potencia a las ruedas, aunque su función principal es la de adaptar las ruedas a los giros, haciendo que giren distinto dependiendo de si se encuentra dentro o fuera del giro la rueda. El diferencial utilizado en este proyecto es un diferencial de tipo convencional.

## **DATOS DE PARTIDA**

Para proceder con los cálculos de los elementos de la transmisión, es necesario primeramente obtener los datos de partida que nos facilita el cliente.

Los datos se han obtenido de la página web [www.ultimatespecs.com](http://www.ultimatespecs.com):

<b>DATOS DE PARTIDA</b>	
Tipo de motor	6 cilindros en línea
Tipo de tracción	Trasera
Caja de cambios	Manual de 6 velocidades
Cilindrada [cc]	2993
Potencia máxima del motor [cv]/[rpm]	204/4000
Par motor máximo [Nm]/[rpm]	410/1500
Velocidad máxima [km/h]	236
Aceleración [0-100 km/h en s]	7,2
Peso del vehículo [kg]	1600
Carga máxima el vehículo [kg]	840

*Tabla 3.1: Datos de partida.*

<b>RELACIÓN DE TRANSMISIONES</b>	
1ª marcha	5,08
2ª marcha	2,804
3ª marcha	1,783
4ª marcha	1,62
5ª marcha	1
6ª marcha	0,83
R marcha atrás	4,607

*Tabla 3.2: Relaciones de transmisiones.*

## **BIBLIOGRAFÍA**

K. H. DECKER. "Elementos de máquinas". Editorial Urmo.Bilbao.

MANUEL CASCAJOSA "Ingeniería de vehículos". Editorial Tebar.Madrid

FRANCISCO MUÑOZ GRACIA "Cálculo teórico-práctico de los elementos y grupos del vehículo industrial y automóvil I y II".Editorial Dossat.España

ANGEL SANZ GONZALEZ. "Tecnología automoción 5".Editorial Edebé. Barcelona

MIKEL ABASOLO BILBAO, SANTIAGO NAVALPOTRO CUENCA, EDURNE IRIONDO PLAZA. "Diseño de máquinas".EIB Bilbao.UPV-EHU

WILLIAN H. CROUSE. "Transmisión y caja de cambios del automóvil". Marcombo (1984).

## **LABURPENA**

Hurrengo proiektuan sei abiaduratako ibilgailu baten kalkulua eta diseinua burutuko da. Horretarako, atzeko trakzioa eta aurreko motorra duela hartu behar da kontutan. Diseinatutako sistema mekanikoa hainbat elementuz osaturik dago: enbragea, abiadura-kaxa, trasmixio ardatza eta diferentziala. Proiektu honetan ez daude ez urkilak (martxak aldatzeko balio duten elementuak) ezta gurpilei potentzia emateaz arduratuko den mekanismorik.

Lehenengo transmisio elementua enbragea da. Gidariak enbragearen pedala zapaltzen duenean, motorra eta abiadura-kaxa banatzen ditu, abiadura aldaketa ahalbidetuz. Gurpilei transmititzen zaien pareia modifikatzeko oinarrizko elementuetariko bat da.

Mota askotako enbrageak existitzen dira baina, ibilgailuaren industrian hiru dira nagusi (gehien erabiltzen direlako hain zuzen ere): marruskadurazko enbragea, enbrage hidraulikoa eta enbrage elektromagnetikoa. Gauzatutako proiektuan diskoko marruskadura enbragea erabili da, emaitza onak ematen dituelako eta ohikoena delako.

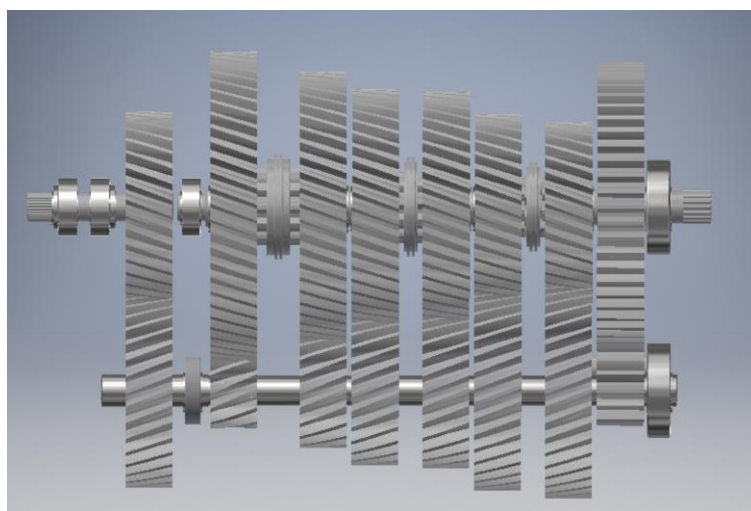
Hasteko, enbrageak transmititu ahal duen pare maximoa kalkulatu da. Ondoren, enbragearen hautaketa egin ahal izateko, dimentsioak kalkulatu dira.

Lehen aipatu dugun moduan, enbragea abiadura-kaxara akoplatuta dago. Abiadura kaxa motorraren potentzia jasaten duenean, abiadura kaxa osatzen duten engranaje ezberdinen transmisio erlazioa dela eta, baimentzen du gurpiletara abiadura ezberdinak transmititzea. Modu honetara, ibilgailuak duen martxaren arabera, ibilgailuak abiadura bat edo beste bat lortuko du. Hori dela eta, gidariaren ardura izango da abiadura errepidearen baldintzetara eta egoetara egokitzea.

Abiadura-kaxak hiru ardatz ditu: lehenengo ardatza, erdiko ardatza eta bigarren ardatza. Engranajeak, erdiko ardatzaren eta bigarren ardatzaren gainean aurkitzen dira eta bigarren ardatzean kokaturik daudenak, gurpil zoroak bezala ezagutzen dira. Ardatzak, arrabol eta bola errodamentuetan daude finkatuta.

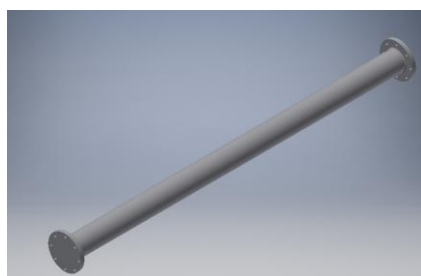
Erabilitako engranajeak bi motatakoak dira: aurrera joateko martxetarako helikoidal hortzunak erabili dira, potentzia handiagokoak transmititu ahal dutela eta zarata gutxigo ateratzen dutelako. Atzera joateko martxen kasuan, hortz zuzenak dituen engranajea erabili da, martxa honen erabilpena murriztua izango delako eta gainera lortuko diren abiadurak baxuak direlako.

Proiektu honetan ardatzak ASME kodigoarekin diseinatu dira. Engranajeak aldiz, fabrikatzaileak eskaintako trasmizio erlazioaren bidez lortu dira. Erabilitako errodamenduak SFK katalogokoak dira.



*5.3 Irudia: Abiadura kutxa aldaketa*

Motorra ibilgailuaren aurreko partean kokatuta dagoenez eta gurpilen trakzioa atzekoa denez, beharrezkoa da transmisio ardatza. Azken hau, abiadura-kaxara lotuta dago "junta cardan" deituriko elementu batekin. Abiadura-kaxatik ibilgailuaren atzean dagoen diferentzialera eta ondoren, gurpiletara, transmititzeaz arduratzen den sistema da.



*5.4 Irudia: Transmisio ardatza*

Diferentziala, gurpilei potentzia emateaz arduratzen den elementua da. Ala ere bere funtzio nagusia gurpilak biraketera egokitzea da, hau da, gurpilak non kokatuta dauden arabera (biraketaren kanpoaldean ala barrualdean) biraketa desberdina eukitzea. Proiektu honetan erabilitako diferentziala konbentzional motakoa da.

## **HASIERAKO DATUAK**

Trasmisio elementuen kalkukuekin hasi ahal izateko, lehenik eta behin bezeroak eskaintzen dizkigun hasierako datuak jasotzea beharrezkoa da.

Datuak lortu dira hurrengo web orritik: [www.ultimatespecs.com](http://www.ultimatespecs.com)

<b>HASIERAKO DATUAK</b>	
Motor mota	Linean dauden 6 arrabol
Trakzio mota	Trasera
Abiadura kaxa	6 abiadurazkoa, manuala
Zilindrada [cc]	2993
Motorraren potentzia maximoa [cv]/[rpm]	204/4000
Motorraren pare maximoa [Nm]/[rpm]	410/1500
Abiadura maximoa [km/h]	236
Azelerazioa [0-100 km/h en s]	7,2
Ibilgailuaren pisua [kg]	1600
Ibilgailuraren karga maximoa [kg]	840

*Taula 3.3: Hasierako datuak*



<b>TRANSMISIO ERLAZIOAK</b>	
1. Martxa	5,08
2. Martxa	2,804
3. Martxa	1,783
4. Martxa	1,62
5. Martxa	1
6. Martxa	0,83
R atzeko martxa	4,607

*Taula 3.4: Transmisio erlazioak*

## **BIBLIOGRAFIA**

K. H. DECKER. "Elementos de máquinas". Editorial Urmo.Bilbao.

MANUEL CASCAJOSA "Ingeniería de vehículos". Editorial Tebar.Madrid

FRANCISCO MUÑOZ GRACIA "Cálculo teórico-práctico de los elementos y grupos del vehículo industrial y automóvil I y II".Editorial Dossat.España

ANGEL SANZ GONZALEZ. "Tecnología automoción 5".Editorial Edebé. Barcelona

MIKEL ABASOLO BILBAO, SANTIAGO NAVALPOTRO CUENCA, EDURNE IRIONDO PLAZA. "Diseño de máquinas".EIB Bilbao.UPV-EHU

WILLIAN H. CROUSE. "Transmisión y caja de cambios del automóvil". Marcombo (1984).

## **OVERVIEW**

In this project it's done the calculation and design of the transmission of 6 speed vehicle, equipped with front engine and rear drive. The mechanical system that is designed is composed of several elements: the clutch, the gearbox, the transmission shaft and the differential. In this project there are not mechanisms such as forks (elements that serve to change gears) or elements that are responsible for transmitting power to the wheels.

The first element of the transmission is the clutch. The driver depresses the clutch pedal to disengage the engine and gearbox, allowing the gear to be changed. This is essential element because is capable of modifying torque transmitted to the wheels.

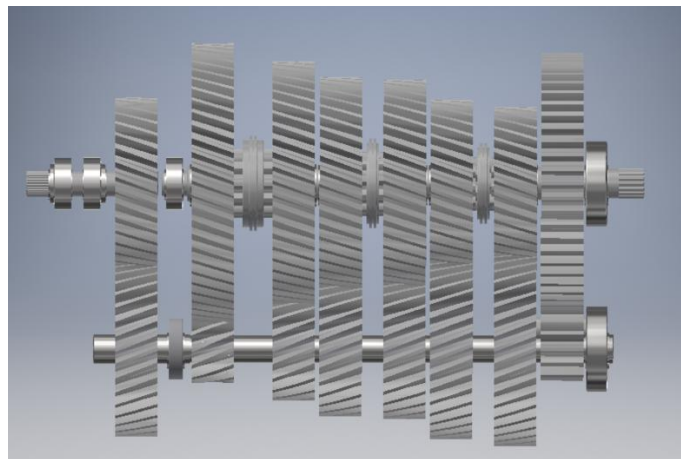
There are many types of clutches, in the case of the automotive industry there are three commonly used: friction clutch, hydraulic clutch and electromagnetic clutch. A disc friction clutch is used in this project because of the well results that it has and because its the most common too.

Firstly, the maximum torque to be transmitted by the clutch is calculated. Secondly, the dimensions of the clutch will be calculated in order to be able to carry out the choice of the clutch.

As mentiones above the clutch is attached to the gearbox. When the gearbox receives the power of rotation, the different transmissions ratios of the gears that complete the gearbox allow the same engine speed to transmit different speeds to the wheels. Thisway, depending on the gear, the vehicle will reach one speed or another, leaving it up to the driver to adjust the speed to the road conditions.

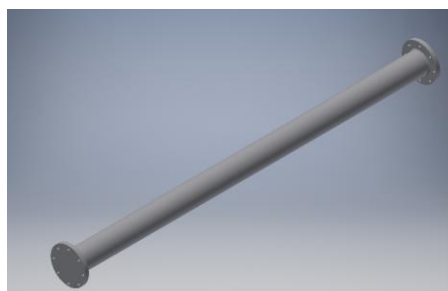
The gearbox is equipped with three axles: primary axle, intermediates axle and secondary axle. The gears are mounted on the intermediate and secondary axles, the ones on the secondary axles being called crazy rudders. The axles are supported on roller and ball bearings. The gears used are of two types: for the forward travel, helical gears have been used because they transmit more power and are less noisy. In the case of reverse gear, spur gears have been used due to the low utility and low speeds at which this gear will be used.

The axles of this project have been designed following the ASME code. The gears, on the other hand, are obtained by the gear ratio offered by the manufacturer. The bearing used belong to the SKF catalogue.



*Picture 5.5: Gearbox*

As the engine is located at the front of the vehicle and the drive wheels are at the rear, a shaft is required which is connected to the gearbox by means of an element called a cardan joint. It is a system that transmits the gearbox rotation to the differential at the rear of the vehicle and from there to the wheels.



*Picture 5.6: Transmission shaft*

The differential is the element in charge of transmitting the power to wheels, although its main function is to adapt the wheels to the turns, making them turn differently depending on whether the wheel is inside or outside the turn. The differential used in this project is a conventional type differential.

## **STARTING DATA**

In order to proceed with the calculations of the transmission elements, first of all it is necessary to obtain the starting data provided by the customer.

The data have been obtained from the website [www.ultimatespecs.com](http://www.ultimatespecs.com):

<b>STARTING DATA</b>	
Engine type	6 cylinders in line
Drive type	Rare drive
Gearbox	6-speed manual
Cylinder capacity [cc]	2993
Engine maximum power [cv]/[rpm]	204/4000
Engine maximum torque [Nm]/[rpm]	410/1500
Maximum speed [km/h]	236
Aceleration [0-100 km/h en s]	7,2
Weigth of the vehicle [kg]	1600
Maximum load of the vehicle [kg]	840

*Table 3.5: Starting data.*

<b>TRANSMISSION RATIO</b>	
1st gear	5,08
2nd gear	2,804
3rd gear	1,783
4th gear	1,62
5th gear	1
6th gear	0,83
R reverse gear	4,607

*Table 3.6: Transmission ratio.*

## **BIBLIOGRAPHY**

K. H. DECKER. "Elementos de máquinas". Editorial Urmo.Bilbao.

MANUEL CASCAJOSA "Ingeniería de vehículos". Editorial Tebar.Madrid

FRANCISCO MUÑOZ GRACIA "Cálculo teórico-práctico de los elementos y grupos del vehículo industrial y automóvil I y II".Editorial Dossat.España

ANGEL SANZ GONZALEZ. "Tecnología automoción 5".Editorial Edebé. Barcelona

MIKEL ABASOLO BILBAO, SANTIAGO NAVALPOTRO CUENCA, EDURNE IRIONDO PLAZA. "Diseño de máquinas".EIB Bilbao.UPV-EHU

WILLIAN H. CROUSE. "Transmisión y caja de cambios del automóvil". Marcombo (1984).