

GRADUA: MEKANIKA

# GRADU AMAIERAKO LANA

## *AUTOMOBIL BATEN TRANSMISIOAREN DISEINUA*

### *2. DOKUMENTUA – MEMORIA*

**Ikaslea:** López, Arana, Asier

**Zuzendaria:** Santos, Pera, Juan Antonio

**Ikasturtea:** 2017-2018

**Data:** Bilbon 2018ko Otsailak 22



## 2.DOKUMENTUA: MEMORIA

<b>2.1 PROIEKTUAREN HELBURUA</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2 PROIEKTUAREN HEDADURA</b> .....	<b>7</b>
<b>2.3 ARAUDIAK ETA ERREFERENTZIAK</b> .....	<b>9</b>
2.3.1 LEGE-ARAUDIAK ETA ARAUAK .....	9
2.3.1.1 DOKUMENTAZIOAREN ARAUAK .....	9
2.3.1.2 TRANSMISIOAREN DISEINUAREN ETA OSAGAIEN ARAUAK .....	9
2.3.1.3 SEGURTASUN ARAUAK.....	10
2.3.2 BIBLIOGRAFIA .....	10
2.3.2.1 LIBURUAK .....	10
2.3.2.2 KATALOGOAK .....	11
2.3.2.3 WEB-ORRIALDEAK.....	11
2.3.3 KALKULU PROGRAMAK.....	12
<b>2.4 DEFINIZIO ETA LABURDURAK</b> .....	<b>12</b>
2.4.1 LABURDURAK .....	12
2.4.2 DEFINIZIOAK.....	15
<b>2.5 DISEINURAKO BALDINTZAK</b> .....	<b>16</b>
<b>2.6 EBATZIEN AZTERLANA</b> .....	<b>17</b>
2.6.1 KONFIGURAZIO AUTOMOTRIZA.....	17
2.6.1.1 AURREKO MOTORRA ETA AURREKO TRAKZIOA .....	17
2.6.1.2 AURREKO MOTORRA ETA ATZEKO TRAKZIOA .....	18
2.6.1.3 ATZEKO MOTORRA ETA ATZEKO TRAKZIOA .....	20
2.6.1.4 AURREKO EDO ATZEKO MOTORRA ETA TRAKZIO TOTALA .....	21
2.6.2 ENBRAGEA .....	22
2.6.2.1 FRIKZIO ENBRAGEA.....	22
2.6.2.1.1 MALGUKI HELIKOIDALEKOA .....	23
2.6.2.1.2 DIAFRAGMAKOA .....	24
2.6.2.1.3 FRIKZIO ENBRAGE AUTOMATIKOA .....	24
2.6.2.1.4 FRIKZIO ENBRAGE SEMIAUTOMATIKOA .....	25
2.6.2.1.5 DISKO ANITZEKO ENBRAGEA .....	26
2.6.2.2 ENBRAGE HIDRAULIKOA .....	26
2.6.2.3 ENBRAGE ELEKTROMAGNETIKOA.....	27

2.6.3 KUTXA ALDAGAILUA .....	29
2.6.3.1 MOTAK .....	30
2.6.3.1.1 MANUALAK.....	31
2.6.3.1.2 AUTOMATIKOAK .....	35
2.6.3.1.3 MANUAL GIDATUA.....	37
2.6.3.2 KUTXA ALDAGAILUEN KONSTITUZIOA .....	38
2.6.3.2.1 ENGRANAJEEN ARABERA .....	38
2.6.3.2.2 ARDATZEN ARABERA.....	38
2.6.3.2.3 SINKRONIZATZAILEA .....	39
2.6.4 TRANSMISIO ARDATZA .....	40
2.6.5 DIFERENTZIALA.....	42
2.6.5.1 DIFERENTZIAL KONBENTZIONALA .....	44
2.6.5.2 DIFERENTZIAL KONTROLATUA .....	45
2.6.5.2.1 BLOKEO MANUALEKO DIFERENTZIALA .....	45
2.6.5.2.2 DIFERENTZIAL AUTOBLOKANTEA.....	46
2.6.5.2.2.1 FRIKZIO DISKO BIDEZKOA .....	46
2.6.5.2.2.2 FRIKZIO KONO BIDEZKOA .....	47
2.6.5.3 TORSEN DIFERENTZIALA .....	48
<b>2.7 HARTUTAKO EBATZIA .....</b>	<b>50</b>
2.7.1 TRANSMISIO SISTEMAREN FUNTZIONAMENDUA.....	50
2.7.2 KONFIGURAZIO AUTOMOTRIZA .....	52
2.7.3 ENBRAGEA .....	52
2.7.4 KUTXA ALDAGAILUA .....	54
2.7.4.1 ENGRANAJEAK.....	59
2.7.4.2 ARDATZAK .....	63
2.7.4.2.1 ARDATZ PRIMARIOA.....	63
2.7.4.2.2 BITARTEKO ARDATZA .....	65
2.7.4.2.3 ARDATZ SEKUNDARIOA .....	65
2.7.4.2.4 ATZERA MARTXAKO ARDATZA.....	67
2.7.4.3 SINKRONIZATZAILEAK .....	67
2.7.3.4 ERRODAMENDUAK .....	69
2.7.5 TRANSMISIO ARDATZA .....	72
2.7.6 DIFERENTZIALA.....	75
<b>2.8 PLANIFIKAZIOA.....</b>	<b>75</b>

<b>2.9 KALITATE PLANA.....</b>	<b>76</b>
<b>2.10 PROIEKTUAREN KOSTUA.....</b>	<b>77</b>

## 2.1 PROIEKTUAREN HELBURUA

Proiektu honen helburua automobil batentzako transmisio sistema osatzen duten elementuen kalkulu eta diseinu mekanikoa burutzea da. Hain zuzen, transmisioa BMW serie 1 118d autorako da. Transmisio sistema ezinbestekoa da auto batean, honek motorrak sortutako par momentua eta potentzia gurpil eragileetara transmititzen du.

Ibilgailuaren espezifikazio teknikoak jarraituz, motorraren potentzia nominala 143 CV (105 kW) da 4.000 rpm-tara.

Ibilgailuaren dimentsioen eta funtzionamenduaren baldintzen oinarrituta, dauden normak kontutan hartuz beharrezko ezaugarriak eta kalkuluak burutuko dira transmisio sistemaren osagai mekanikoak diseinatzeko. Aurreko osagaien fabrikazio eta mantentze kostua optimizatzen saiatuko da, ahal den heinean osagai eta neurri normalizatuak erabiliz.



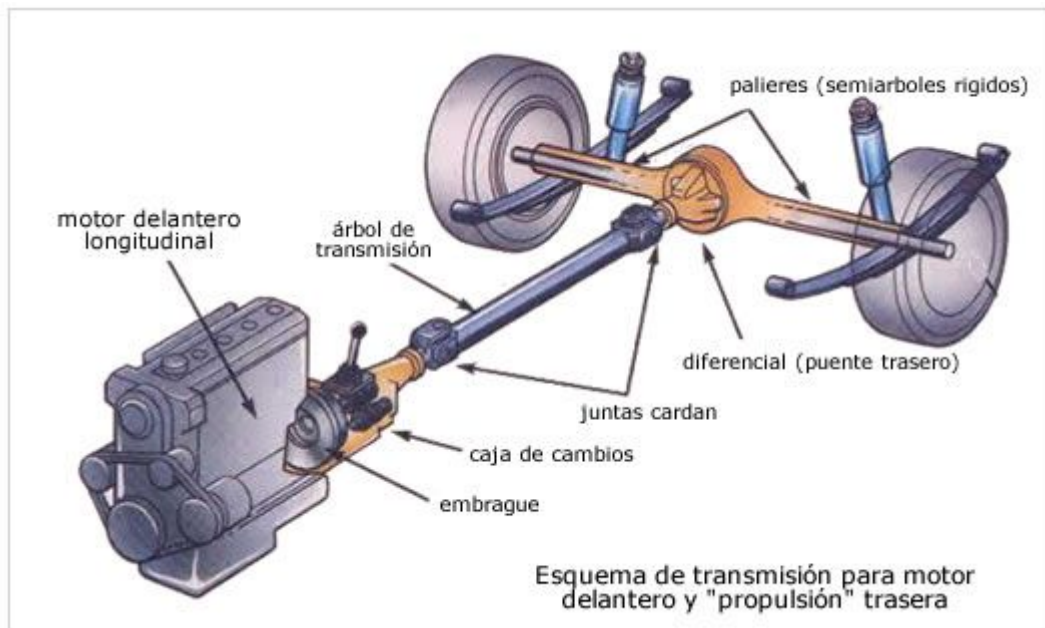
**2.1 Irudia: BMW serie 1 118d autoa**

Proiektuaren egilea: López Arana, Asier

NAN: 45890624-N

## 2.2 PROIEKTUAREN HEDADURA

Proiektu hau teknikoak izango da eta eremu mekanikora mugatuko da. Autoaren transmisio sisteman parte hartzen duten elementu mekanikoak azertu, definitu eta diseinatuko dira. Baina transmisioan eragina izan dezaketen sistema elektriko, elektroniko edota hidrauliko ez dira proiektu honetan aztertuko ezta diseinatuko.



### **2.2 Irudia: automobil baten transmisioaren eskema**

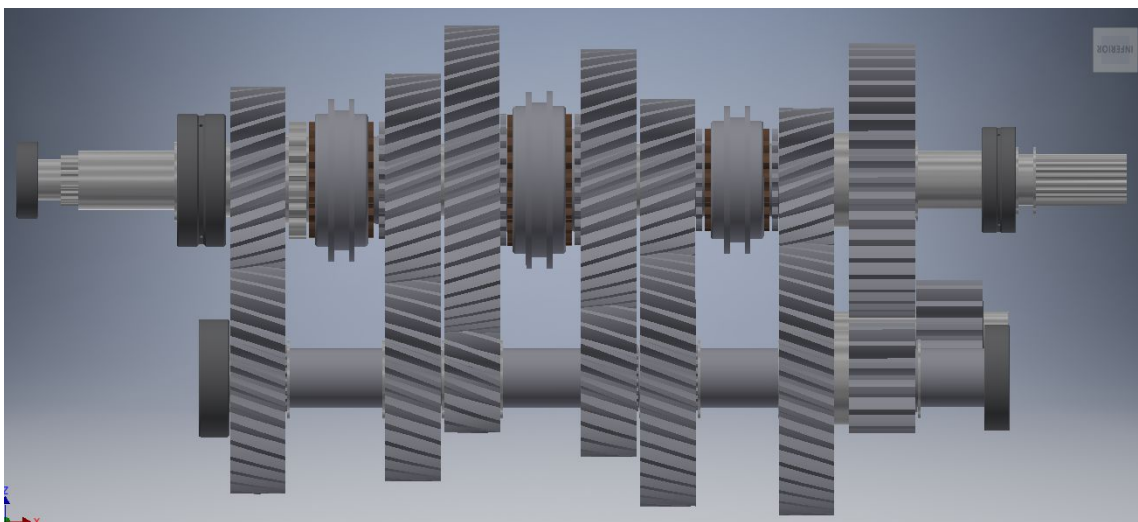
Proiektua UNE 157001:2002 araudiak ezarritako irizpide orokorrak jarraituko du eta beharrezko dokumentazioa aurkeztuko da. Modu honetan, transmisioaren diseinua eta ekoizpena finkatuko da zazpi dokumentuetan zehar. Dokumentu bakoitzean beharrezkoak diren atal desberdinak agertuko dira, honela proiektua guztiz finkatuta geratuko da.

Transmisioaren diseinua garatzerakon, autoaren ezaugarri teknikoek eta bezeroak aldeztatik definituriko irizpideei erreparatu behar zaie, eta agertu daitezkeen zenbait arazo ere kontutan hartu behar dira:

- Motorrak sortutako pareta (momentua) eta potentzia erabilpen beharren arabera transformatu eta gurpil eragileetara transmititu behar da.
- Autoaren espezifikazio teknikoek zehaztutako kasu kritikoetan higitzeko ahalmena izan behar du.

- Transmisioak aurrerako 6 martxa eta atzeranzko martxa bakarria izango ditu.
- Transmisioan biraketaren erredukzioa eragiten duten elementuek (kutxa aldagailua eta diferentzialak) espezifikazio teknikoek definituriko transmisio erlazioak mantendu behar dituzte.
- Autoaren espezifikazio teknikoak jarraituz, motorra aurrekaldean eta longitudinala eta gurpil eragileak atzeko gurpilak, hau da, atzeko trakzioa izan behar du.
- Higiduran zehar ager daitezkeen mugimedu eta bibrazioak jasateko eta xurgatzeko gai izan behar da transmisio ardatzak.
- Eremu ezegonkor batetan gurpil batek itsaspenera galtzekotan potentzia bertatik ihes egitea ekidin behar da.
- Autoak bihurtune batetik igarotzean, ibilbide laburragoa duen gurpilak ez irristatzea lortu behar da.
- Transmisio sistema osatzen duen osagai guztiak euskarriren batetan mantendu behar dira eta hauen pisu osoa gurpilen bidez lurrera eraman behar da.
- Autoaren espezifikazio teknikoak ezarritako dimentsioak errespetatu behar dira, ardatzen arteko distantzia kasu.

Hauetako bakoitza bete beharrezko baldintza eta irizpide nagusiak, transmisio sistema horien arabera diseinatuko da.



**2.3 Irudia: kutxa aldagailua**



## **2.3 ARAUDIAK ETA ERREFERENTZIAK**

### **2.3.1 LEGE-ARAUDIAK ETA ARAUAK**

#### **2.3.1.1 DOKUMENTAZIOAREN ARAUAK**

Poriektua burutzeko irizpide orokorrak UNE 157001:2002

Dokumentuen zenbakikuntza UNE 50132:1994

Formatuak eta eskalak UNE1 1-026-83/2

Errotulazio-kutxa UNE 1-035-95

Elementuen zerrenda UNE 1-135-89

Idazkera UNE 1-034-71/1

Osagaietako erreferentziak UNE 1-100-83

Planoen tolestea UNE 1-027-95

Marrazketa teknikoaren oinarriak UNE 1-032-82

Akotazioa UNE 1-039-94

Gainazal akaberak UNE 1-037-83

Perdoi dimentsionalak UNE-EN 20286-1:1996

Perdoi geometrikoak UNE-EN 22768-2:1994

Perdoi orokorra ISO 2768-m

#### **2.3.1.2 TRANSMISIOAREN DISEINUAREN ETA OSAGAIEN ARAUAK**

Transmisio ardatzen dimentsionaketa ASME B106.1M:1985

Altzairuen normalizazioa UNE-EN 10020:2001

Engranajeen moduluak UNE 18005:1984

Engranaje zilindrikoak UNE 18016:1984

Errodamenduen orokortasunak ISO 281:1990

Boladun errodamenduak ISO 15:1998

Arrabol zilindrikodun errodamenduak ISO 15:1998

Errotularako arraboldun errodamenduak ISO 15:1998

Orrazdun errodamenduak ISO 1206:2001

Hortz bilkariko ildaskatua DIN 5480

Ertz biribileko txabeta paraleloa DIN 6885-A

Torloju hexagonala DIN 933

Zirrindola laua DIN 988

Segurtasun eraztuna DIN 471

Arku elektrikozko soldadura ISO 2560:2009

### **2.3.1.3 SEGURTASUN ARAUAK**

Segurtasun orokortasunak UNE-EN ISO 12100:2012

Segurtasun distantziak UNE-EN ISO 13857:2008

Segurtasun seinaleak UNE-EN 981:1997

Ergonomia EN 13681:2011

### **2.3.2 BIBLIOGRAFIA**

#### **2.3.2.1 LIBURUAK**

- ÁGUEDA, E., MARTÍN, J. eta GÓMEZ, T. "Sistemas de transmisión y frenado". Editorial Paraninfo. Madrid, 2011.
- BUDYNAS, R. eta NISBETT, J. "Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley". Editorial McGraw Hill. Madrid, 2008.
- CASCAJOSA, M. "Ingeniería de vehículos". Editorial Tébar. Madrid, 2008.

- FAIRES, V. M. "Diseño de elementos de máquinas". Editorial Montaner y Simón. Barcelona, 1998.
- FRANCISCO MUÑOZ GRACIA. "Cálculo teórico-práctico de los elementos y grupos del vehículo industrial y automóvil I". Editorial Dossat. España.
- FRANCISCO MUÑOZ GRACIA. "Cálculo teórico-práctico de los elementos y grupos del vehículo industrial y automóvil II". Editorial Dossat. España.
- LAFONT, P., DÍAZ, A. eta ECHAVARRI, J. "Diseño y cálculo de transmisiones por engranajes". Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, 2009.
- MIKEL ABASOLO BILBAO, SANTIAGO NAVALPOTRO CUENCA, EDURNE IRIONDO PLAZA. "Diseño de máquinas". Euiti Bilbao; Universidad del País Vasco.
- MUÑOZ, F. "Cálculo teórico-práctico de los elementos y grupos del vehículo industrial y automóvil". Editorial Litoprint. Madrid, 1991.
- NORTON, R. L. "Diseño de máquinas". Editorial Pearson. Madrid, 2011.
- SANTOS, J.A. eta PEREZ, A. "Ingeniaritza proiektuak". Bilboko IITUE. Bilbo, 2008.

#### **2.3.2.2 KATALOGOAK**

- SKF
- BENERT
- OPAC
- TRASMIL
- CLUTCH CATALOGUE (NATIONAL AUTO)

#### **2.3.2.3 WEB-ORRIALDEAK**

- [www.skf.com](http://www.skf.com)
- [www.arpem.com](http://www.arpem.com)
- [www.8000vueltas.com](http://www.8000vueltas.com)
- [www.national-auto.co.uk](http://www.national-auto.co.uk)
- [www.ro-des.com](http://www.ro-des.com)

- [www.autonocion.com](http://www.autonocion.com)
- [www.previa.uclm.es](http://www.previa.uclm.es)
- [www.trasmil.it](http://www.trasmil.it)
- [www.aficionadosalamecanica.com](http://www.aficionadosalamecanica.com)
- [www.mecanicavirtual.com.ar](http://www.mecanicavirtual.com.ar)
- [www.aenor.es](http://www.aenor.es)
- [www.autocasion.com](http://www.autocasion.com)

### 2.3.3 KALKULU PROGRAMAK

- Autodesk Inventor Professional 2012
- Microsoft Office Word 2007
- Microsoft Office Excel 2007
- Microsoft Office PowerPoint 2007
- GIM

### 2.4 DEFINIZIO ETA LABURDURAK

#### 2.4.1 LABURDURAK

- A Azalera  
a Bizitzaren ekuazioaren berretzailea, aparentea  
AU Aurreranzko martxa

ASME American Society of Mechanical Engineers (Amerikako Ingeniari Mekanikoen Elkarte)

- AM Atzeranzko martxa  
ak Abiadura kaxa  
b Zabalera  
BEZ Balio Erantsiaren gaineko Zerga  
C Karga gaitasun dinamikoa edo nominala  
CD Koefizientea aerodinamikoa

Cd	Higadurako hobekuntza koefizientea
Ce	Erabilera koefizientea
Cm	Momentu makurtzailearen koefizientea
Cr	Erresistentziako hobekuntza koefizientea
Ct	Momentu tortsorearen koefizientea
CE	Conformité Européenne (Europako Adostasuna)
CS	Segurtasun koefizientea
d	Diametroa, jatorrizko diametroa edo primitiboa
dB	Erreferentziazko diametroa
d <sub>bar.</sub>	Barne diametroa
d <sub>kanp.</sub>	Kanpo diametroa
dif	Diferentziala
DIN	Deutsches Institut für Normung (Alemaniako Normalizazio Institutua)
F	Indarra edo karga
F <sub>a</sub>	Indar edo karga axiala
F <sub>n</sub>	Enbragearen akzionamendu indarra
F <sub>r</sub>	Indar edo karga erradiala
F <sub>t</sub>	Indar edo karga tangenziala
F <sub>rd</sub>	Errodamenduaren erresistentzia
F <sub>ald</sub>	Aldaparen erresistentzia
F <sub>in</sub>	Inertiaren erresistentzia
F <sub>a</sub>	Airearen erresistentzia
G	Kontaktu sortzailea
G	Grabitatearen azelerazioa
h	Altuera
h <sub>b</sub>	Dedenduma edo hartzaren erroaren altuera
h <sub>k</sub>	Addenduma edo hartzaren buruaren altuera
HB	Hardness Brinell (Brinell Gogortasuna)
I	Inertia momentua
I	Transmisio erlazioa edo erredukzioa
ISO	International Organization for Standardization (Nazioarteko Normalizazio Elkarte)
J	Momentu estatikoa
k	Errodadurako presio karakteristikoa

ka	Angelutasun koefizientea
kl	Bizitza koefizientea
kp	Potentzia koefizientea
L	Landapena, iraupena edo bizitza milioi biratan
L10	Iraupen edo bizitza nominala milioi biratan
Lh	Iraupena edo bizitza ordutan
l	Luzera
M	Modulua, motorra, batez bestekoa
N	Ildaska kopurua
n	Biraketa abiadura edo abiadura angeluarra
P	Ibilgailuaren potentzia, karga dinamiko baliokidea
p	Presioa, pausua, perimetroa
q	Hozdun gurpilen forma faktorea
R	Euskarrietako erreakzioa, fidakortasuna
Rg	Ibilgailuaren gurpilen erradioa
r	Erradioa, erreala
SAE	Society of Automotive Engineers (Automobilgintzako Ingeniarien Elkarte)
T	Momentu tortsorea edo bihurtzailea edo pare
Troz	Marruskadura momentu tortsorea edo pare
UNE	Una Norma Española (Espainiako Norma)
v	Ibilgailuaren abiadura lineala
W	Ibilgailuaren pisua
x,y,z	Ardatz kartesiarak
z	Hortz kopurua
4WD	Four Wheel Drive (Lau Gurpiletarako Trakzioa)
$\alpha$	Hortzen kontaktuko presio edo engrane angelua
$\alpha_n$	Azelerazio / dezelerazio angeluarra
$\beta$	Hortzen inklinazio edo helize angelua
$\gamma$	Aldaparen inklinazioa
$\epsilon\alpha$	Kontaktu edo engrane koefizientea
$\eta_m$	Transmisio sistemaren errendimendu mekanikoa
$\theta$	Jatorrizko angelua
$\varphi$	Barailaren hortzek okupatutako angelua

$\mu_{rd}$	Errodadura koefizientea
$\rho_s$	Gainazaleko presioa
$\sigma$	Tentsio normala
$\sigma_b$	Tentsio makurtzailea edo flektorea
$\sigma_{yp}$	Isurpen limiteko tentsio normala
$\psi$	Gidatze faktorea
$\tau$	Tentsio ebakitzaila
$\tau_{yp}$	Isurpen limiteko tentsio ebakitzaila

#### 2.4.2 DEFINIZIOAK

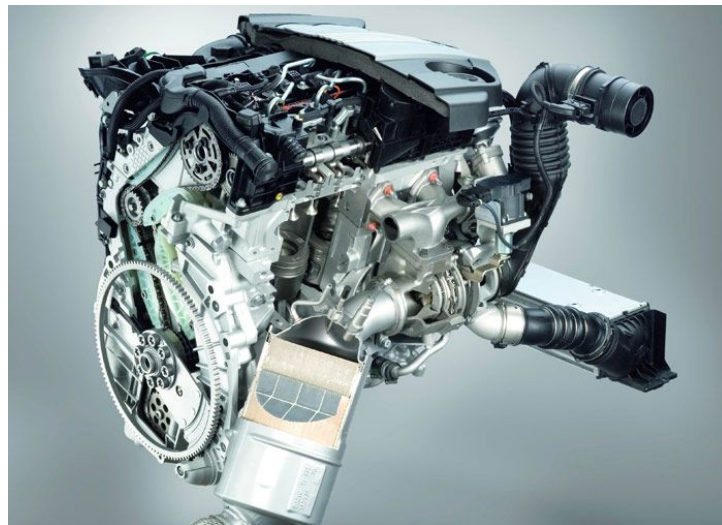
- **Indarra:** Gorputz batek beste baten gain eragin eta bere higidura aldaketa sortzen duen akzioa.
- **Potentzia:** Makina batek denbora tarte batean transmititzen duen lan edo energia kantitatea.
- **Abiadura:** Gorputz batek burutzen duen distantziaren edo bira kopuruaren eta hori burutzeko behar duen denboraren arteko erlazioa, gorputzak denbora unitateko duen aurrerapena edo biraketa.
- **Azelerazioa:** Gorputz batek denbora unitatean pairatzen duen abiadura aldaketa, aldaketa hori edozein norabidetan gerta daitekeela.
- **Parea:** Ardatzarekiko indar tangenzial batek eragiten duen biraketa edo indar momentua, motorrak edo bestelako elementu batek garatzen eta transmititzen duena.
- **Errendimendua:** Energia mota baten bihurtze edo transmisio prozesuan lortzen den potentzia erabilgarriaren eta hasierako potentziaren arteko erlazioa, ehunekotan adierazita.
- **Marruskadura edo frikzioa:** Kontaktuan dauden bi gorputzen gainazalen arteko labainketari edo errodadurari kontra egiten dion indarra.
- **Pisua:** Lurrak gorputz baten gain duen erakarpen indarra, bere eremu grabitatorioan egoteagatik eragina.
- **Transmisio erlazioa:** Engranatuta dauden bi horzdun gurpilen (gidariaren eta gidatuaren) hartz kopuruaren arteko erlazioa, parearen aldakuntzaren zuzenki proportzionala eta biraketa abiaduraren aldakuntzaren alderantzizkoa dena.
- **Presioa:** Azalera unitateko indarra.

- **Tentsioa:** Gorputz bat luzatzen ala laburtzen diharduten kanpo indarrei kontra jartzen zaizkien barne indar elastikoaren batura den indarra.
- **Modulu elastikoa:** Materialaren propietatea da. Zenbat eta handiagoa izan honen balioa, ezartzen zaion indar berarentzat materiala gutxiago deformatuko da.

## 2.5 DISEINURAKO BALDINTZAK

Proiektu honen transmisio sistema diseinatzerakoan kontuan hartu beharreko baldintzak BMW serie 1 118d autoaren ezaugarriak eta bezeroaren eskakizunek determinatzen dituzte.

Autoak, 143 CV (105 kW) 4000 rpm-tara daukan potentzia nominala eta pare maximoa 320 Nm 2500 rpm-tara duen motorra dauka. Motorraren kokapena longitudinala da.



### **2.4 Irudia: autoaren motorra**

Transmisio sistema mekanikoa eta manuala da, aurreranzko 6 martxa eta atzeranzko martxa bakarria dauka. Seigarren abiaduran kotxearen abiadura maximoa 224 km/h izan beharko da. Atzeko trakzioa du.

Azelerazioari dagokionez autoak 100 km/h-ko abiadura 8,9 s-tan hartu behar du.

Azkenik, autoaren pisua hutsean 1395 kg-koa da eta masa maximoa 1850 kg-koa da. Gurpilak 195/55R16 87H dimentsiokoak dira.



## **2.6 EBATZIEN AZTERLANA**

Atal honetan transmisio bat diseinatzeko beharrezko diren elementuak aztertu egingo dira eta gure kasurako egokiena edo hobea dena aukeratu da.

Jakina denez, atzeranzkoa trakzioa duen auto baten transmisioaren osagaiak hurrengoak dira: enbragea, kutxa aldagailua, transmisio ardatza eta diferentziala.

### **2.6.1 KONFIGURAZIO AUTOMOTRIZA**

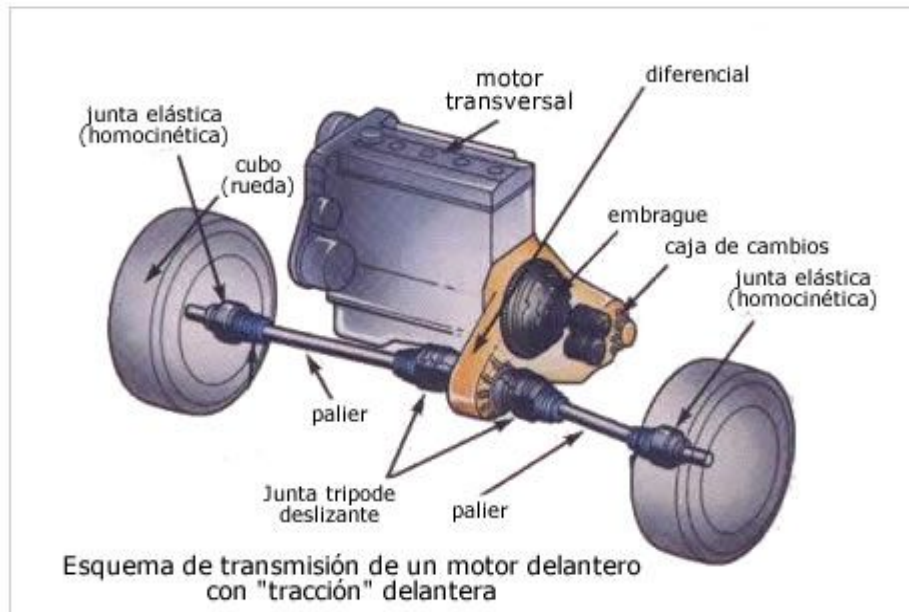
Motor baten posizioa eta ardatz edota ardatzak jasotzen duten transmisio eragilea faktore oso garrantitsuak dira automobil batek izaten duen transmisio motan edota konfigurazioan.

Auto batean transmisio eragilea aurreko ardatza jasotzen badu, honi aurreko trakzioa deritzo, atzeko ardatza izatekotan, propulsio edo atzeko trakzioa deritzo. Ardatz biak ardatz eragileak izatekotan, bai hautazkoa bai finkoa, automobil horrek trakzio totala, edo gehiago ezagutzen den terminoa, 4x4 deritzo.

Motorra eta ardatzen konbinaketa posibleak autoaren transmisioa konfiguratu dute. Transmisioa osatzen duten osagaiak aurreko konbinaketa ezberdinetarako funtzionamendu oinarri berdina erabiltzen dute baina eraikuntza ezberdina daukate.

#### **2.6.1.1 AURREKO MOTORRA ETA AURREKO TRAKZIOA**

Aurreko motorra (normalean zeharkakoa) eta aurreko trakzioa zilindrada ertaina daukaten automobiletan asko erabiltzen den konfigurazioa da. Honek osagai mekanikoak kentzen ditu, esaterako transmisio ardatza eta gainera enbragea, kutxa aldagailua eta diferentziala multzo batetan multzokatzea posiblea da.



### **2.5 Irudia:aurreko motorra eta aurreko trazkioa transmisio sistema**

#### Abantailak

- Baldintza normaletan autoaren egonkortasun eta kontrola.
- Bidaiari-lekua hobeto erabilia.
- Trakzio hobeagoa elurran.
- Autoaren pisu txikiagoa.
- Erregaiaren kontsumo txikiagoa.
- Produkzio koste txikiagoa.

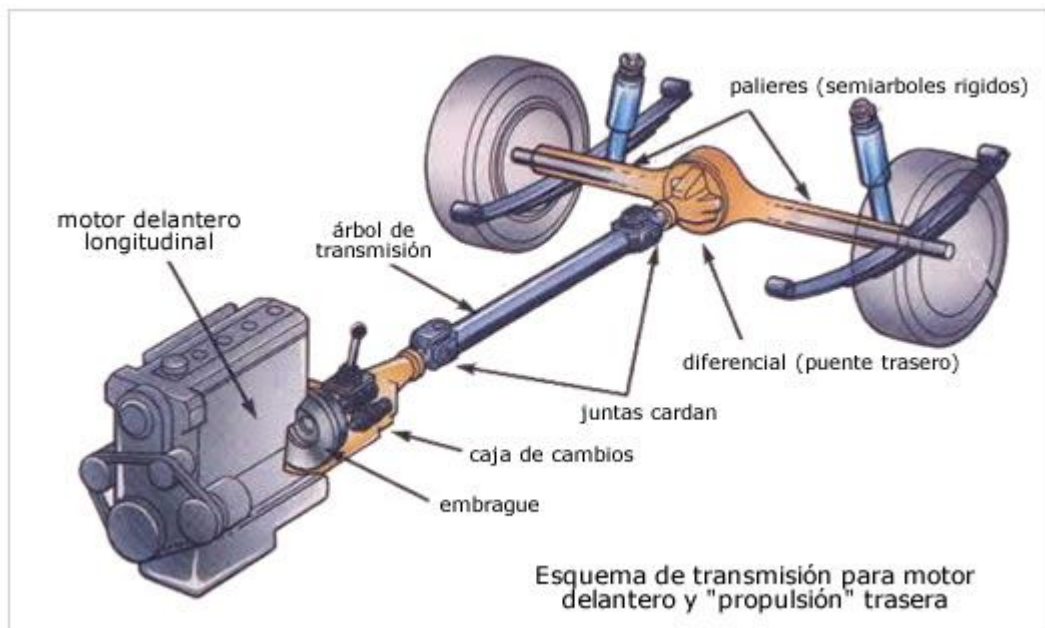
#### Desabantailak

- Aurreko semiardatz garestiak.
- Subbiraje izatera jotzen du.
- Aurreko trenaren konplexutaun handia.
- Nola ardatzak luzera eta pisu desberdinak daukate, autoa albo batera joatera jotzen du azelerazioa sendoa denean.

### **2.6.1.2 AURREKO MOTORRA ETA ATZEKO TRAKZIOA**

Aurreko motorra longitudinala eta atzeko trakzioa gehien erabili den transmisio konfigurazioa izan da. Kate zinematikoa mugimendua jarraitzen du motorratik hasita,

enbragea, kutxa aldagailua, transmisio ardatza eta diferentziala, ondoren palieretara eta bukatzeko mugimendu hori gurpiletara heltzen da.



## 2.6 Irudia: aurreko motorra eta atzeko trakzioa transmisio sistema

### Abantailak

- Pisuaren distribuzio uniformeagoa lau iskinetan.
- Manejo hobetua bai biraketetan, bai balaztatzean, pisua uniformeki banatuta dagoelako.
- Egonkortasun eta itsaspen ona errepidetan.
- Rekomendagarriago potentzia handiko autoetan.
- Rekomendagarriagoa atotietarako.
- Gurpilak desberdintzen ditu, batetik direkziokoak, eta bestetik trakziokoak.
- Mekanika konplexutasun txikiagoa.
- Biraketa diametroaren murriztapena, hobetzen manejoa leku estuetan.
- Autoaren estruktura indartsuagoa.

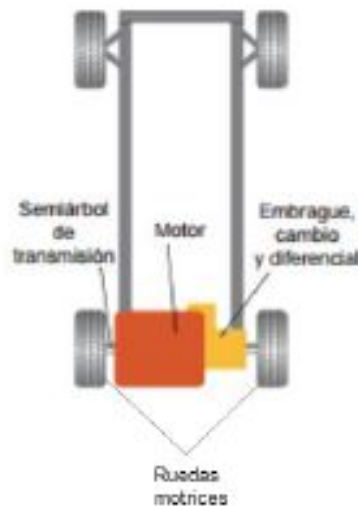
### Desabantailak

- Bidaiari-leku gutxiagoa.
- Autoaren pisu total handiagoa.
- Erregaiaren kontsumo handiagoa.
- Produkzio koste handiagoa.

### 2.6.1.3 ATZEKO MOTORRA ETA ATZEKO TRAKZIOA

Motorraren posizioa longitudinala edota zeharkakoa izan daiteke eta mugimenduaren kate zinatikoa motorratik hasita, enbragea, kutxa aldagailua eta diferentzialetik pasatzen da, azken hauek multzo bat osatzen dute.

Normalean, konfigurazio hau ez da asko erabiltzen eta auto deportiboetarako erreserbatzen da, direkzio kontrol totalaren bila.



### **2.7 Irudia: atzeko motorra eta atzeko trakzioa transmisio sistema**

Abantailak

- Manejo hobeagoa.
- Rekomendagarriago potentzia handiko autoetan.
- Gurpilak desberdintzen ditu, batetik direkziokoak, eta bestetik trakziokoak.
- Egonkortasun eta itsaspen ona errepidetan.

Desabantailak

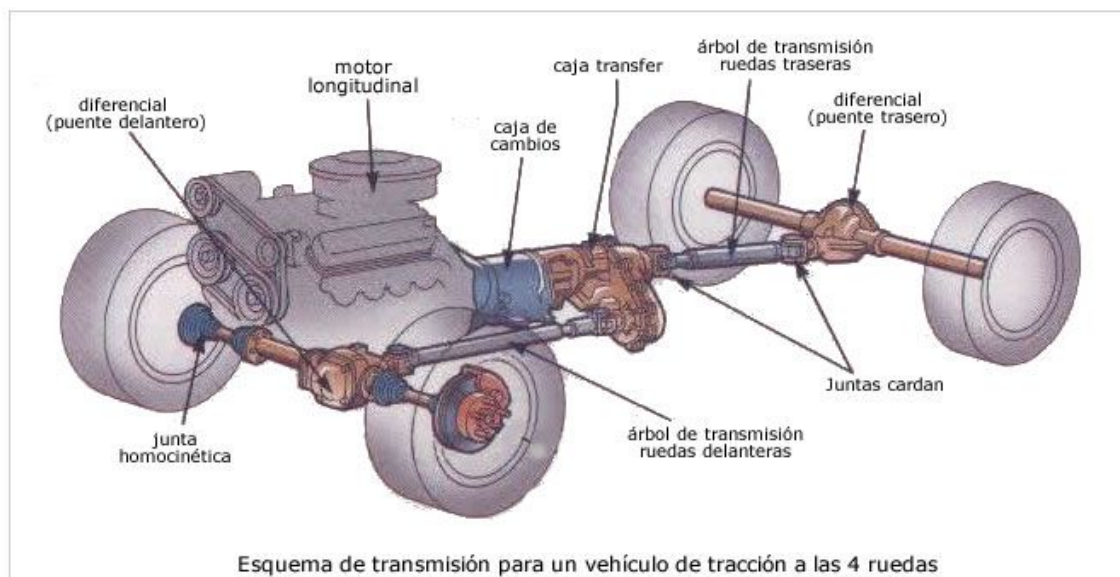
- Mekanika konplexutasun handia.
- Produkzio koste handiagoa.
- Refrigerazio arazoak motorretan.

### 2.6.1.4 AURREKO EDO ATZEKO MOTORRA ETA TRAKZIO TOTALA

Trakzio totala edota lau gurpiletako trakzioa (4x4) gai da motorraren biraketa pareta lau gurpiletan banatzeko. Aurreko trakzioaren eta atzeko trakzioaren eragozpenak saihesten ditu transmisioaren portzentaia ardatzen artean banatuz, proportzio berdinean edota desberdinetan.

Transmisio konfigurazio hau daramaten autoek motorra aurrekaldean edota erdialdean eraman dezakete. Transmisio katea hurrengoa da: engragea, kutxa aldagailua, transferentzia kutxa, aurreko eta atzeko transmisio ardatzak, kardan juntak, aurreko eta atzeko diferentzialak eta palieretara.

Konfigurazio automotriz konplexuena eta teknologikoena da, gaur egungo prestazio handiko automobilak transmisio konfigurazio hau daramte.



### 2.8 Irudia: aurreko edo atzeko motorra eta trakzio totala transmisio sistema

#### Abantailak

- Trakzio maximoa elurran baita bide malkartsuetan.
- Egonkortasun eta autoaren kontrol bikaina baldintza meteorologiko txarretan eta itsaspen gutxiko errepidetan.

#### Desabantailak

- Erregai kontsumo handia.
- Pisu handiagoko autoa.

- Produkzio kostu handiagoa.
- Konplexutasun tekniko handiagoa.
- Osagai higikor gehiago.

## **2.6.2 ENBRAGEA**

Enbragea motorrak garatzen duen biraketa abiadura kutxa aldagailura transmititzen edo eteten duen mekanismoa da. Enbragea motorraren eta kutxa aldagailuaren artean kokatzen da eta gidatze beharren arabera motorra eta transmisio sistema konektatzea eta deskonektatzea ahalbidetzen du, mekanismo hau nahitaezkoa izaten da martxak jartzeko eta martxa aldaketak egiteko.

Enbragea motorratik ateratako pare maximoa jasateko gai izan behar da eta biraketa mugimenduaren transmisioa era leun eta progresiboan eman behar da, gidatzea trabatu dezaketen talka eta tiratzerik gabe. Aldiberean, enbrageak motorrak sor ditzakeen bibrazio eta talkak xurgatu behar ditu, transmisioko osagaiak kaltetu ez dezaten.

Enbrage motaren arabera motorraren biraketa abiadura era desberdinetan transmititu daiteke, baina transmisio manualeko autoetan gidariak pedal bidez kontrolatzen du. Ohiko posizioan, enbragea zanpatu gabe, enbragea enbragatuta dago eta biraketa transmititzen da. Enbragea zapaltzean berriz, enbragea desenbragatzen da eta transmisioa mozten da, momento horretan gidariak martxa aldaketa egin dezake talka barik. Motorreko biraketa mugimendua transmititzeko moduaren arabera enbrageak mota desberdinekoak izan daitezke.

### **2.6.2.1 FRIKZIO ENBRAGEA**

Enbrage mota hauetan frikzio disko bat edo gehiago presio mekanismo batekin inertzia bolantera aklopatu eta biraketa mugimendua marruskadura bitartez transmititzen da. Frikzio enbrageetan enbrage diskoa eta presio platera dira elementu nagusiak eta nabarmenenak, motorraren para kutxa aldagailura transmititzen eta enbrage diskoa inertzia bolantera zanpatzen dutenak.

Diskoa frikzio forru batzuez osatuta dago, hauek errematxe bitartez finkatuta eta errematxeen buruak enbutituta doaz bolanteko eta platereko ukipen gainazalak urratu ez ditzan. Normalean, frikzio forruak material ez metaliko batekoak (karbozeramikoak, organikoak, kevlar...) izaten dira eta higadurarekiko erresistentzia eta karga gaitasun handia izan behar dute.

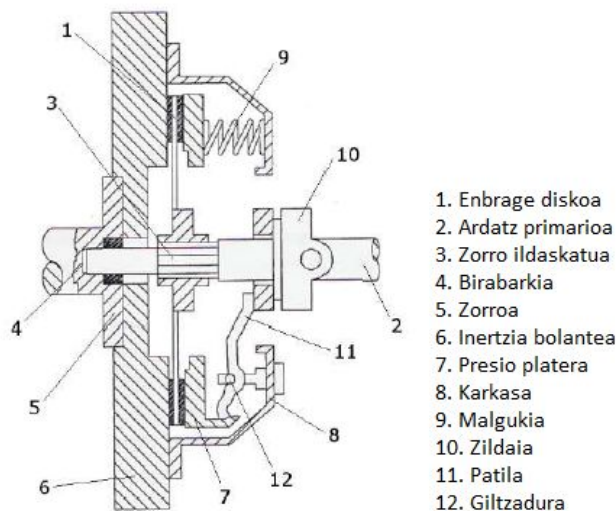
Automobilgintzan disko bakarreko enbrageak dira erabilienak, eraginkorragoak, sinpleagoak eta mantentze kostu baxuagoak izaten dira beste enbrage mota batzuekin konparatuta.

Enbragearen mazak (presio platera, karkasa eta loturagailuak) diskoarekin akoplatzeko egin beharreko presioa ze elementu edo dispositiboarekin egiten den arabera, hainbat frikzio enbrageak desberdinu daitezke.

### 2.6.2.1.1 MALGUKI HELIKOIDALEKOA

Enbrage mota hauetan malguki baten edo mazaren inguruan uniformeki banatuta dagoen malguki multzo baten bitartez egiten da beharreko indarra. Azken hauek platera bultzatu eta frikzio forruen koro zirkularrean presio konstantea eragiten dute, higadura eta transmisio uniformeak lortuz.

Baina praktikan ez da gertatzen beti teoriaran esandakoa, eta kasu honetan, presioa ez da guztiz uniforme eta malgukiek denborarekin eraginkortasuna galtzen dute, izan ere, indar zentrifugoak, plateraren tenperatura altuak eta enbrage multzoaren esfortzu axial handiak jasan behar dituzte.

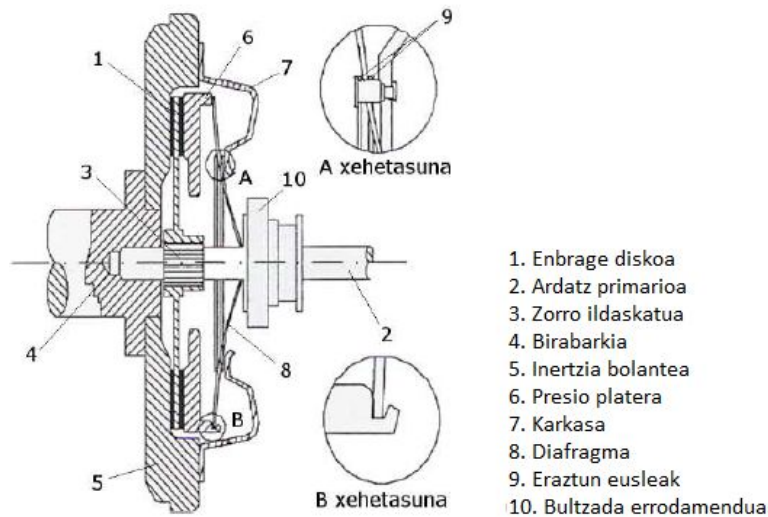


### 2.9 Irudia: malguki helikoidaleko enbragea

### 2.6.2.1.2 DIAFRAGMAKOA

Diafragmako enbrageetan indarra altzairu bereziko diafragma elastiko baten bidez gauzatzen da. Diafragma honek presio plateraren inguruan ahokatzen da eta kono forma eta zentrotik hasten diren ebaketa erradialak ditu, beren muturrak karkasara eusteko erabiltzen dira.

Frikzio enbrage hauek tamaina txikiagoa eta orekatze hobea dute, modu honetan presio eta higadura uniformea lortzen da eta barne marruskadurak, zaratak eta esfortzuak murriztu egiten dira.



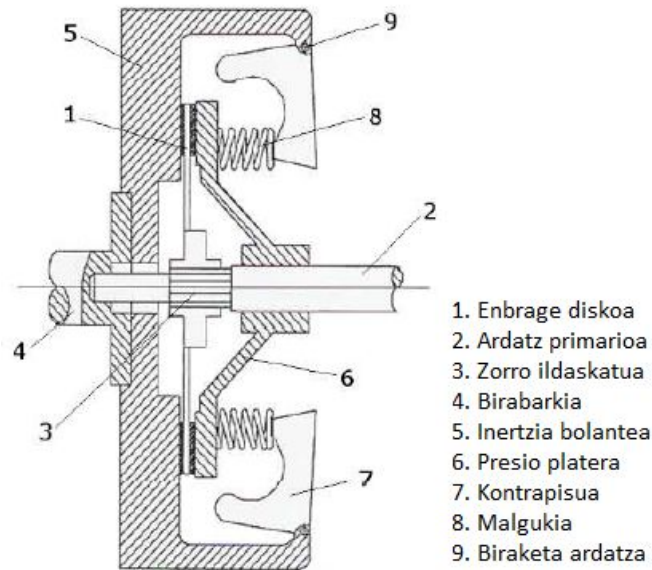
**2.10 Irudia: diafragmako enbragea**

### 2.6.2.1.3 FRIKZIO ENBRAGE AUTOMATIKOA

Enbrage automatikoetan izena esaten duen bezala, enbragatze eta desenbragatze prozesua era automatikoa gertatzen da. Akzionamendu indarra kontrapisu batzuen bitartez lortzen da eta hauek motorreko biraketaren indar zentrifugoaren arabera funtzionatzen dute. Motorraren biraketa handitzean indar zentrifugoak kontrapisuak kanpoalderantz desplazatzeko erabiltzen dira eta presio platera diskoarekin akoplatzen da.

Enbragearen funtzionamendua soilik motorraren erregimenaren menpe dago eta gidariak dio pedalari eragin behar.



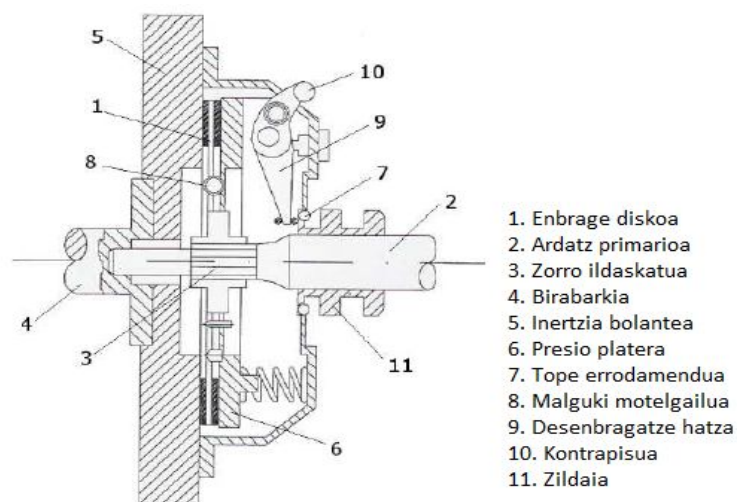


**2.11 Irudia: frikziozko enbrage automatikoa**

#### 2.6.2.1.4 FRIKZIO ENBRAGE SEMIAUTOMATIKOA

Enbrage automatikoen aurrerapen sistema zentrifugoa dauka eta indarra malguki edota diafragmaren bidez gauzatzen da. Enbrage honek zildaia dauka, pedal bidezko akzionamendua ere ahalbidetzeko eta gidariak enbragearen funtzionamendua kontrola dezake izanez gero.

Kontrapisuek malgukiaren edo diafragmaren enbragatzeko akoplamenduei laguntzen die, baina desenbragatzean zildaiaren gain indar handiagoa egin behar da.

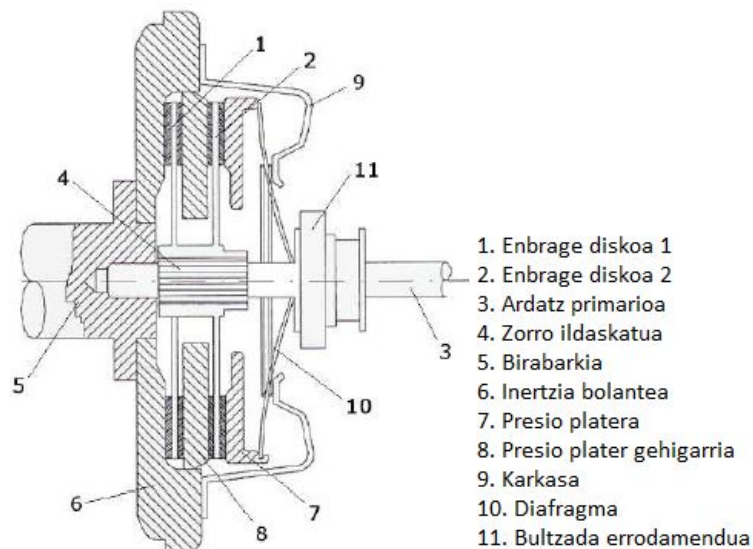


**2.12 Irudia: frikzio enbrage semiautomatikoa**

### 2.6.2.1.5 DISKO ANITZEKO ENBRAGEA

Disko anitzeko enbrageetan motorraren biraketaren transmisioa bi enbrage disko edo gehiagoren artean gauzatzen da. Hau inertzia bolantearen ezaugarri edo tamainagatik disko bakarra ipini ezin daitekeenean erabiltzen da. Hainbat disko elkarren jarraian jartzen dira, modu honetan kontaktu gainazalak eta enbragearen ahalmena biderkatzen dute.

Enbrage arrunt baten funtzionamendu bera dute eta akzionamendu indarra malguki edota diafragma baten bidez burutu daiteke, baina ezinbestekoa izaten da zildaia edo bultzada errodamenduaren ibiltartea eta egin beharreko indarra handiagoa da.



**2.13 Irudia: disko anitzeko enbragea**

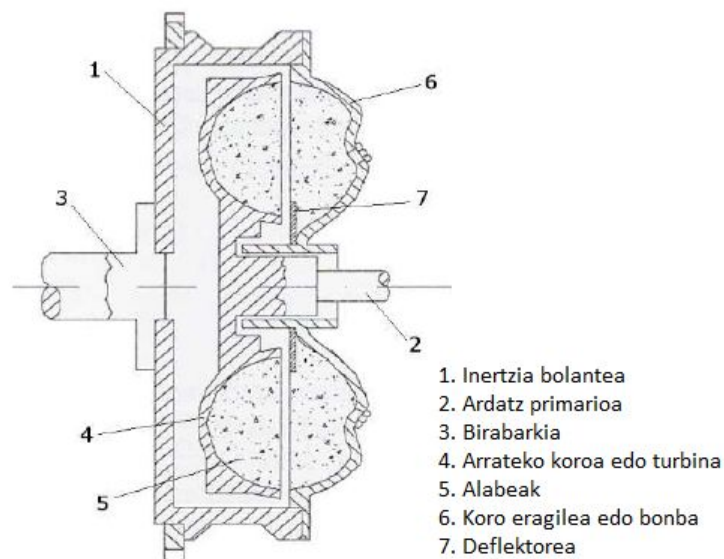
### 2.6.2.2 ENBRAGE HIDRAULIKOA

Enbrage hidraulikoetan masa likido batek motorraren eta kutxa aldagailuaren artean biraketa transmititzen du era automatikoan. Enbrage mota hauetan bi elementuen arteko konexioa ez da zurruna eta motorraren abiadura handitzean bonba zentrifugotik turbinarako energia transmisioa ematen da, normalean olio mineralaren bidez gauzatzen da.

Enbrageak alabeez osatutako bi koro birakor ditu, bata, koro eragilea (bonba zentrifugoa), motorraren birabarkiari torloju bitartez lotuta dago, eta bestea, arrasteko koroa (turbina), kutxa aldagailuaren ardatz primarioa konektatuta dago. Hauek likidoz beteta daude eta karkasa iragazgaitz baten barnean kokatzen dira, bien arteko marruskadurarik gertatu barik. Motorra eta honi loturiko koro eragilea biratzerakoan, likido zurrunbiloa sortu eta honek sorturiko energia zinetikoak arrasteko koroaren alabeak jotzen ditu, biraketaren transmisioa gertatuz.

Motorraren biraketa abiadura txikian, erralention, likidoak sorturiko energia zinetikoa ez da gai biraketa transmisioa lortzeko, baina abiadura handitzean zurrunbiloa indartsuagoa da eta pare handiak transmititu ditzake.

Enbrage hidraulikoak soilik kutxa aldagailu automatiko edo semi-automatikoetan erabil daiteke, zeren eta arrasteko koroa erralention ere bultzada indarraren eraginpean dago eta horrek kutxa aldagailua manualetako (engranaje paralelokoak) martxa aldaketak egitea eragozten du.



**2.14 Irudia: enbrage hidraulikoa**

### 2.6.2.3 ENBRAGE ELEKTROMAGNETIKOA

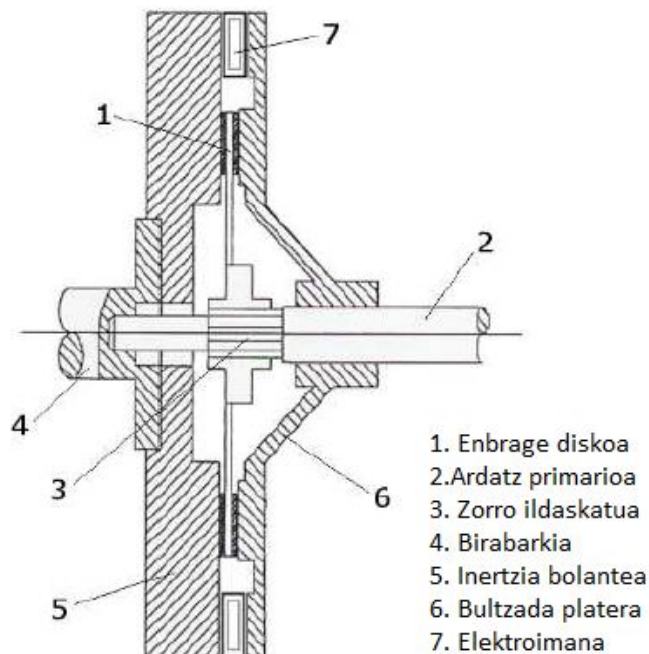
Enbrage elektromagnetikoetan biraketaren transmisioa inertzia volantean kokatutako masa polarraren akzio elektromagnetikoaren bidez burutzen da. Honek

presio platera ordezkaten duen korrante elektrikodun barne harila du eta enbrage diskoaren inguruan eremu magnetiko bat sortzen da. Eremu magnetiko horren akzioa indartzeko, leku hutsa altzairuz (kromo eta aluminio) osatutako hauts magnetikoz betetzen da.

Enbrage hauen funtzionamendua zirkuitu elektromagnetiko baten bidez kontrolatzen da, zeinetan motorraren abiadura handitzean harilera korrante guztia igaro eta eremu magnetikoak inertzia bolantea eta harilaren armadura solidario bihurtzen dituen. Era berean, martxa aldaketetarako gidariak pedala zapaltzean, harilera heltzen den korrante elektrikoa eteten da, modu honetan akzio magnetikoa galtzen da eta biraketaren transmisioa mozten da.

Akoplatzeko eta desakoplatzeko prozesuak era nahiko progresiboan gauzatzen dira, korrantea harilera heltzen denean hauts magnetikoa diskoan aglomeratuz doa eta pixkanaka boolantea eta armadura bateratzen dira.

Enbrage honek daukan mekanismo konplexutasun handia eta kostu altua dela eta, oso automobil gutxitan erabiltzen da. Praktikan bereziki aplikazio militarretara edo funtzio industrial oso konkretuetara zuzenduta dago.



**2.15 Irudia: enbrage elektromagnetikoa**

### 2.6.3 KUTXA ALDAGAILUA

Kutxa aldagailua motorretik jasotako biraketaren abiadura eta pare transformatzen edota biraketaren noranzkoa aldatzen duen elementua da. Hau engragearen ostean kokatzen da eta unean uneko gidatze baldintzen arabera motorraren biraketa transformatzen du, ibilgailuaren gurpiletara biraketa eta potentzia egokia heltzea ahalbidetzen du.

Ibilgailuen barne errekuntza motorrak soilik pare eta potentzia maximoko erregimenen artean egonkorak eta erregularak dira eta abiadura txikiagoetan funtzionamendua ezegonkorra da eta ibilgailua ez litzateke behar bezala higituko. Horregatik, kutxa aldagaiuluak funtzionamendu erregimen egonkorreko biraketa jaso eta kasu edo behar desberdinetara egokitzen du.

Kutxa aldagailua ez du aktuatzen motorraren potentzian, haxe berdin mantentzen da, kutxa aldagailua motorrak sortutako parean aktuatzen du, haxe handitzen edo txikitzen behar izanen baldintzetara egokitzen. Motor batek sortutako erreboluzioak eta potentzia ezin dira motorrarekin aldatu, baldintza desberdinetarako ezinbesteko da kutxa aldagailuaren erabilpena motorrak garatutako pare handitu edo txikitzeko.

Biraketaren aldakuntza martxa desberdinen bitartez burutzen da eta hauetako bakoitza engranaje batez edo gehiagoz osatzen da, transmisio erlazio (erredukzio) jakin bat dutela. Transmisio erlazio handiagoan biraketa abiadura txikiago eta pare handiago garatzen da, eta alderantziz. Hori horrela izanik, martxa baxuenak (laburrena) erredukzio handiaenak eta martxa altuenak (luzeena) erredukzio txikiak dute.

Autoen martxa kopurua eta erredukzioak motorraren ezaugarrien (berezi pare maximoa) eta gainidtu beharreko gidatze eskakizunen arabera determinatzen dira. Horrez gain, martxa batetik besterako erredukzio eta abiadura aldaketa mailakatua izan behar da ibilgailuaren higidura progresiboa eta zakartasunik ez agertzeko. Ahal den heinean transmisio erlazio mailakatze logikoa lortu behar da, baina errealitatean engranajeen hartz kopuruak eta konbinaketak mugatuak dira eta progresio hori ez da guztiz perfektua izaten.

### 2.6.3.1 MOTAK

Gaur egun merkatuan aurkitzen diren kutxa aldagailuak hurrengoak dira:

- Manualak: gidariaren kontrola ezinbestekoa da hauetan, martxa aldaketak gidariak kontrolatzen ditu. Gidariak kontrolatzen du bai enbragea, bai kutxa aldagailua.
- Automatikoak: ez da beharrezkoa gidariaren kontrola martxa aldaketa burutzeko, baina gidariak lehen momentu batetan aukeratzen du aurrera edo atzera joango den. Kutxa aldagailu mota hau daukaten ibilgailuak ez daukate enbrage konbentzionala, pare bihurtzaile daukate, hauek nahiko antzekoak dira kutxa aldagailu manualetan dauden enbragei. Transmisio aldagai zuzena (CVT (continuous variable transmission)) duten kutxa aldagailuetan ez dago enbragerik ezta pare bihurtzailea. CVT kutxa aldagailuak bere barnean olioan bustinduta dauden bi enbrage multidisko dauzka, bata aurrerako ibilbidearen funtzionamendurako, eta bestea, atzeko ibilbidearen funtzionamendurako.
- Manualak gidatua: kutxa aldagailu mota hauek gehinetan kutxa automatikoekin nahasten dira. Hauek manual bat bezala funtzionatzen dute, baina enbragea eta martxa aldaketa egin dago elementu aktuatzailerik bidez, zeinek martxa aldaketa bideratzen dute. Aukera ematen dute gidariak modu manual batean kontrolatzeko martxa aldaketa, bolantean dauden leba batzuen bitartez edota beste ibilgailu batzuek martxa aldaketa palanka agertzen da posibilitate hori. Batzuetan palanka ezkerrera edo eskuinera jo behar da eta beste batzuetan gorantz edo beheara eta momento horretan gidariak martxa aldaketaren kontrola izaten du, hau da, modu "manual" batetan alda daiteke kutxa aldagailuaren martxa. Gainera kutxa aldagailu hauetan badago posibilitatea guztia modu automatikoan egiteko, gidariak ezer egin barik. Transmisio sistema, bere aktuatzailerik bitartez, enbragea eta transmisioa akzionatzen du modu automatiko batetan.

Diferentzia handiena kutxa aldagailu manual eta automatiko baten artean bere barneko eraikuntzan dago, aurrean ikusiko den bezala. Baina kutxa aldagailu manual gidatua baten barne eraikuntza berdina da manual batek daukanari, baina akzionatzen da berak daukan aktuatzailerik bidez.

Gaur egun, ibilgailu industrialetan zein turismoetan, bezeroak aldaketa "automatikoa" izanez gero, modan dago ibilgailuetan kutxa aldagailu manual gidatuak

muntatzea. Hauxe egiten da zeren eta aldaketaren gestio elektronikoa eta kutxa manual batek daukan karakteristikak duenez, ibilgailuaren kontsumoa asko murrizten da eta kondukzioa optimizatzen da.

### **2.6.3.1.1 MANUALAK**

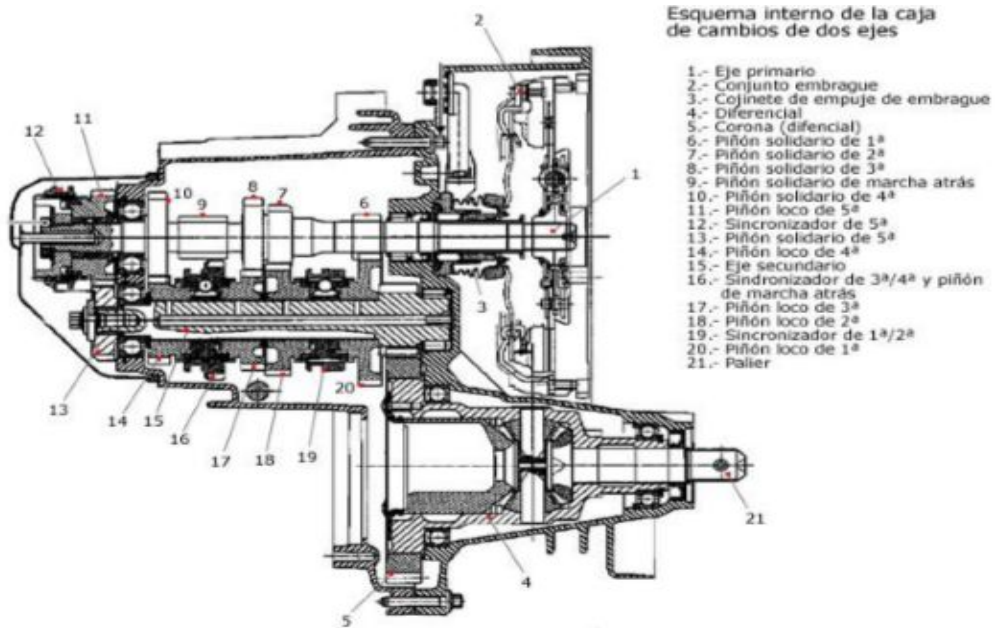
#### 2 ardatzeko kutxa aldagailua

Hauek oso erabiliak dira aurreko trakzio ibilgailuetan. Bere eraikuntza nahiko simple eta konpaktatua izaten da, zeren eta motorrarekin batera doa eta lekua bien artean banatu behar da, horrez gain diferentzial multzoa egon behar da baita.

Kutxa aldagailu hauetan bi ardatz agertzen dira, batetik, ardatz primario, ardatz honetik heltzen da motorraren biraketa para, eta bestetik, sekundarioa, honek aukeratutako pinioekin indarra transmititzen du multzo koniko diferentzialera, azken hauek palierren bidez biraketa transmisioa ematen die gurpilei.

Ardatz nagusia finkoa edo ez finkoa izan daiteke, eta ardatz sekundarioarekin berdina gertatzen da. Azken hau fabrikatzaileak aukeratutako arkitektura eta diseinuaren arabera izaten da. Baina ez dauka emaitza errendimenduan, azken finean modu batetan edo bestetan diseinatzea ez du aldatzen bere funtzionamendua.

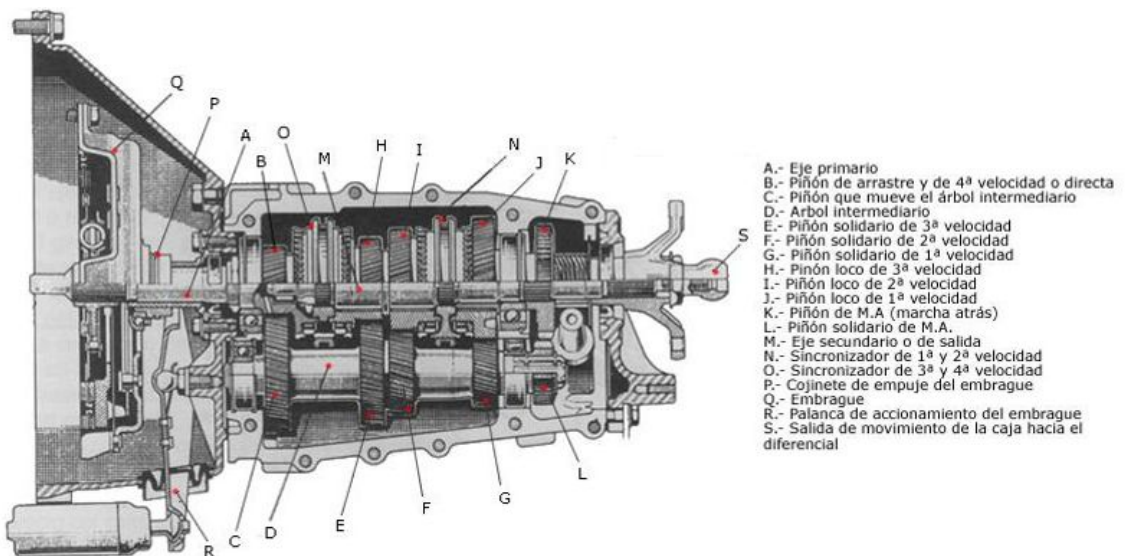
Nola motorraren pare guztia transmititzen da bakarrik 2 ardatzetik, pinioiak karga handiagoak soportatu behar dute 3 ardatzeko kutxekin konparatuz. Horregatik, oso garrantzitsua izaten da kalitate oneko materialak erabiltzea pinioiak diseinatzeko orduan.



**2.16 Irudia: 2 ardatzeko kutxa aldagailua**

3 ardatzeko kutxa aldagailua edota “toma konstantekoa”

Kutxa aldagailu hauek diseinatuta daude atzeko trakzioa daukaten ibilgailuetarako eta 3 ardatz dituzte. Oso erraz ezagutzen dira, tamaina luzekoak eta handiak dira eta ibilgailuaren erdialdeko partean kokatzen dira, bere luzetarako ardatzean. Horrexegatik motorra luzetarako konfigurazio izaten du. Parea 3 ardatzekin transmititzen du eta 2 ardatzeko kutxekin konparatuz gero, pinioiek esfortzu guxtiagoa jasan behar dituzte eta pinioien diseinurako kalitate ertaineko materialak erabili daitezkeela da abantaila nagusia.



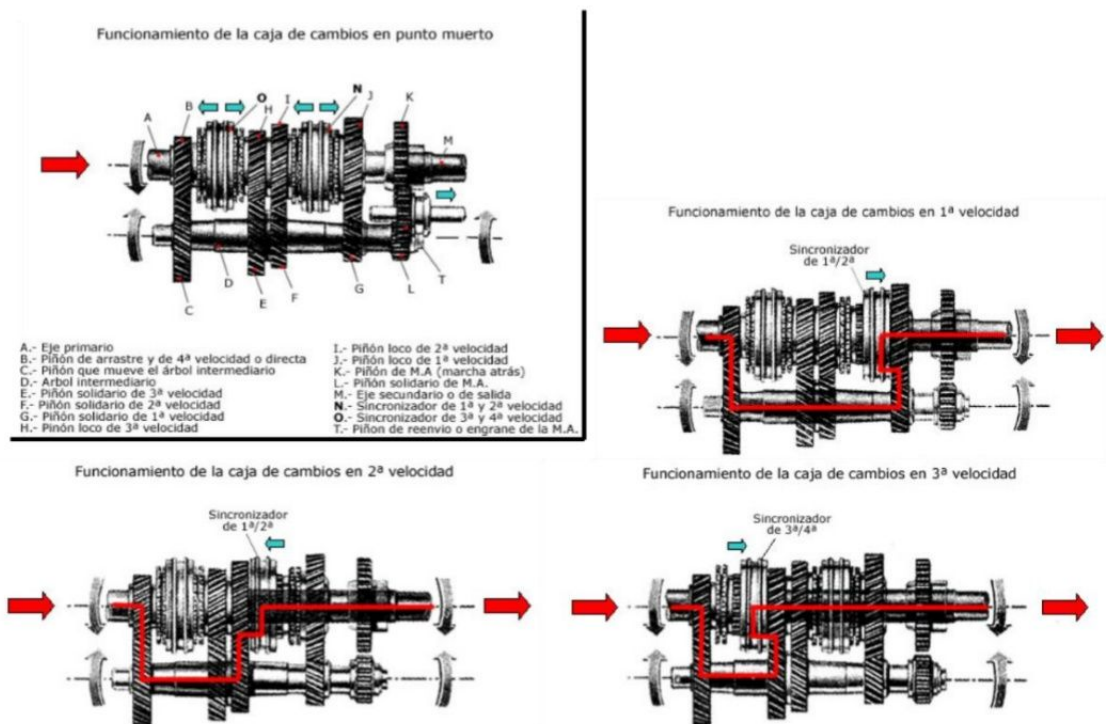
**2.17 Irudia: 3 ardatzeko kutxa edo “toma konstantekoa”**



Motorrako para transmititzen da motorraren birabarkitik kutxa aldagailura enbragearen bitartez (Q). Enbragearen irteerara konektatuta dago ardatz nagusia (A) biek konektatuta daude eta elkar biratzen dute. Ardatz nagusira modu koaxial batera eta honetan bermatuta orrratz errodamendu baten bidez, biratzen da ardatz sekundarioa (M) transmititzen desmultiplikaturako para hurrengo transmisio elementura. Ardatz nagusiaren eta sekundarioaren arteko parearen transmisioa eta desmultiplikazioa tarteko ardatz (D) batekin gauzatzen da.

Abiadura toma sinkronizatzaile (O eta N) batzuen bitartez lortzen da, hauek muntatuta egon ohi dira ardatz sekundarioan ildaskatu baten bitartez eta lateralki desplazatu daitezke ibilbide mugatu batetan. Ildaskatuaren gaineko desplazaketan sinkronizatzailea pinioekin akoplatzen da zeinek zoro biratzen dute ardatz sekundarioan.

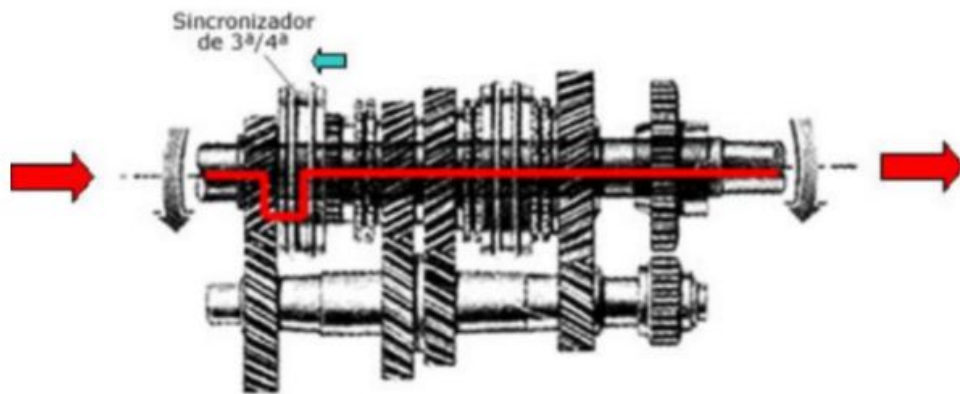
Martxa guztiak daukate aukeraketa sistema berdina, martxa zuzena eta atzeko martxa izan ezik.



### 2.18 Irudia: kutxa aldagailu baten martxa aukeraketa

Martxa zuzena aukeratuz gero, para ez da pasatzen bitarteko ardatzetik, baizik eta sinkronizatzaileen bitartez ardatz nagusi eta sekundarioa akoplatzen dira eta para transmititzen da.

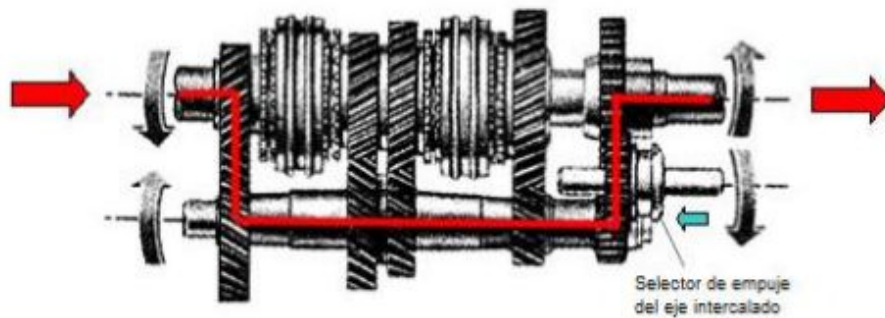
Funcionamiento de la caja de cambios en 4ª velocidad



### 2.19 Irudia: martxa zuzenaren aukeraketa

Atzeko martxa aukeratuz gero, selektorea bultzatzen du ardatz tartekatu bat (zeinetan beste pinioi bat dago montatuta) pinioi zoroa eta koronaren artean, momentu horretara arte ez zuten kontakturik beraien artean. Modu honetan, 3 gurpil hauek engranatzten eta transmititzen dute ardatz sekundariora eta honek biratuko da alderantzizko zentzuan. Honela kotxeak atzerazko zentzuan ibili dezake.

Funcionamiento de la caja de cambios en marcha atrás (M.A.)



### 2.20 Irudia: atzerako martxaren aukeraketa

### 2.6.3.1.2 AUTOMATIKOAK

Aldaketa manulean martxak engranatzen dira pinioi batzuekin baina aldaketa automatiko batetan lortzen da modu desberdin batean, planetario joku batzuekin. Martxaren eta biraketaren aldakuntza era automatikoan gidatze beharren eta baldintzen arabera gertatzen da. Martxa bateti besterako aldaketa aginte automatikozko dispositivo multzo batek (gailu elektro-hidraulikoak) gauzatzen du, motorren biraketa abiaduraren eta ibilgailuaren higidurako baldintzen arabera funtzionatzen dute.

Gidariak ezin dezake martxa aldaketa kontrolatu eta gidariak azelerazioaren pedala zapalduz ezartzen duen abiaduraren eta gidatzearen eskakizunen menpe dago. Horrek gidatzea erosoagoa izatea eragin dezake, baina gidariak martxak nahieran kontrolatzea eragozten du.

Engranje planetario batek hiru elementu nagusiz osatuta dago: engranaje planeta bat behekaldeko partean, sateliteak, zeinek biratzen dute planetaren inguruan eta korona bat sateliteen inguruan. Planetario joku bakarrarekin lau martxa lor daitezke, hiru aurreko ibilbiderako eta bata atzeko ibilbiderako.

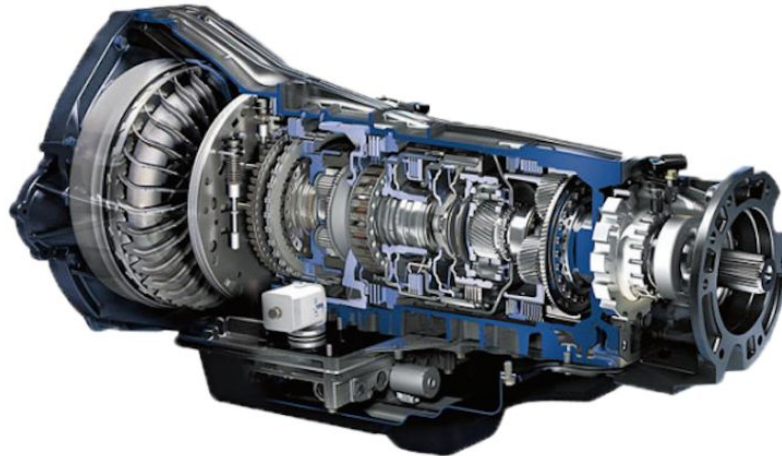
Erlazio laburrenean motorren potentzia planetatik sartzen da eta sateliteetatik irteten da. Tarteko erlazioan planeta ez du biratzen eta pareta koronatik lortzen da potentzia satelitetik sartuta. Erlazio luzean motorren potentzia koronatik sartzen da eta sateliteen bitartez pareta irteten da planetatik.

Atzeko martxan potentzia planetatik sartzen da, porta-satelitea blokeatzen da (baina sateliteak ez, tarteko pinioi bezala aritzen dira) eta korona orduan kontrako zentzuan biratzen da.

Kutxa aldagailu automatikoak ez daukate planetario joku bakarra, 3 martxa lortzen direlako soilik eta ezinezkoa da gaur egungo turismo baten prestaziok lortu hiru martxekin. Horrexegatik bi edo hiru (kutxa sofistikatuetan gehiago egon daitezke) planetario jokuz daude osatuta. Hauek erlazio desberdinak izaten dituzte beraien artean eta modu honetan sei edo martxa gehiago daukaten kutxak lortzen dira.

Joku planetario desberdinak kutxa aldagailuan akoplatzeko, kutxa bere barnean balazta eta enbrage batzuk izaten dituzte zeinek laguntzen dute balaztatzeko edota multzo desberdinei behartzeko zoro biratzen beharrezko erlazioa lortzeko.

Kutxa aldagailu automatikoak automatikoki akzionatzen diren enbrageekin batera funtzionatzen dutela eta engranaje planetarioak konplexuak direla kontuan izanda, hauen fabrikazio eta mantentze kostua handia da. Gainera, martxa aldaketak automatikoak izateak egoera guztietan motorraren erregimena behar bezala ez aprobetxatzea eragiten du, errendimendu mekanikoa murriztuz eta erregai gehiago kontsumituz.



**2.21 Irudia: kutxa aldagailu automatikoa**

### **Transmisio aldagai zuzena (cvt (continuous variable transmission))**

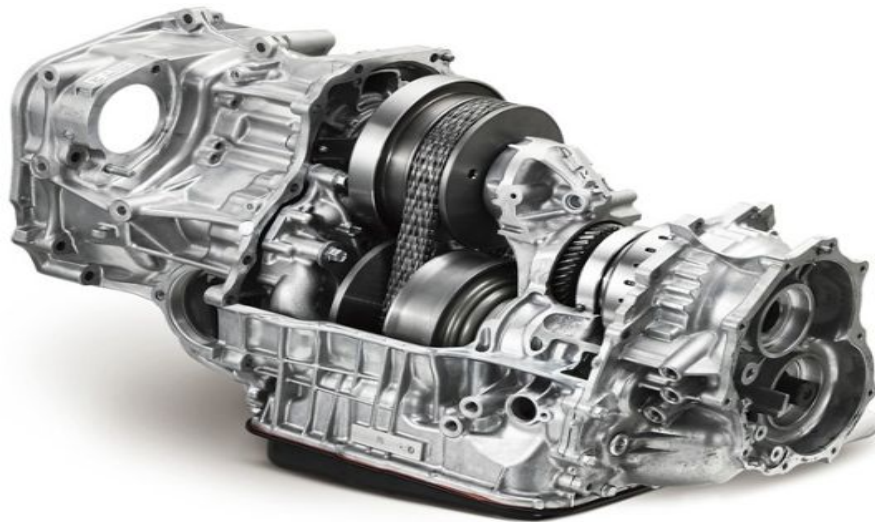
Kutxa aldagailu hauek erabat desberdinak dira aurreko kutxa aldagailu automatikoetara. Hauek zentratuta daude aurreko trakzioa eta automatikoak diren ibilgailuetara, non lekua murriztua da.

Mota hau azken urteetan fama eta eboluzio handia jasan dute aurreko trakzioa daukaten ibilgailu hibrido askotan muntatu baitira. Kanpoaldetik itxura oso antzekoa dauka kutxa aldagailu manual batera eta leku berdinean doa kokatuta, baina barnealdetik guztiz desberdinak dira.

Honek ez du eramante pare bihurtzailea, motorraren potentzia zuzenean pasatzen da ardatz nagusira eta honek transmititzen du planetario bakarrera, bakarrik aurreko bi martxa eta atzeko bakarra lortzen da. Bi enbrage hidrauliko dauzka, bata aurreko ibilbiderako eta bestea atzekorako.

Planetarioaren sekundarioa eta enbrageak polea berezi bat mugitzea egiten dute, eta azken honek altzairuzko uhal baten bitartez beste polea bat mugitzen du. Biratzen duten rpm-en arabera polea hauen diametroa aldatzen joaten dira eta modu

honetan transmisorako infinito erlazio lortzen dira. Atzeko martxan transmisio finkoko sistema erabiltzen da.



**2.22 Irudia: transmisio aldagai zuzeneko kutxa**

### 2.6.3.1.3 MANUAL GIDATUA

Ardatz sekundario bikoitza inkorporatzen dute, eta honen bidez azkartasuna lortzen da martxa aldaketan, hori da kutxa hauen ezaugarri nagusia. Ardatz sekundario bikoitza ez daukaten kutxetan enbrage bikoitza izaten dute, zein sinkronizatzen du ardatz nagusi bikoitz (bere barnean bananduta) bat zein ardatz nagusi bakarra dirudi, kasu honetan ardatz sekundarioa finkoa izaten da. Lehenengo kasuan ardatz nagusia izan ohi da ardatz finkoa.

Kutxa aldagailu hauetan bi martxa engranatzeko dira aldi berean, bat bakoiti, bestea bikoiti, lortzen bata transmititzea mugimendua multzora eta bestea aldi berean itxoiten engranatura izatera beste enbragetik, modu honetan aldaketa azkarra eta biguna lortuz.

Gidariaren kondukzioaren arabera sinkronizatzen ditu martxak abiadura handiagoa lortzeko (azelerazioa) edota martxa murrizteko (deselerazioa).

Kutxa aldagailuekin konparatua hauek aukera ematen dute gidariak martxen kontrola har dezadan, eta baldintzen edo eskakizunen arabera gidariak nahi duen martxa ipintzeko posibilitatea dauka. Motorraren erregimena aprobeatza daiteke eta

errendimendu mekanikoa igo eta erregai kopurua murriztu daiteke kutxa aldagailu automatikoekin konparatuta.

### **2.6.3.2 KUTXA ALDAGAILUEN KONSTITUZIOA**

#### **2.6.3.2.1 ENGRANAJEEN ARABERA**

- Hertz zuzeneko engranajeak: oso sendoak dira eta baimentzen du martxa aldaketa egitea enbragearen erabilera barik. Nahiko zaratatsuak dira ez baitdute sinkronizazio mekanismoa, kompetiziorako erabiltzen dira gehienbat.
- Hertz helikoidaleko engranajeak: hauek hortzak inklinatuta dauzka. Ez dira hain zaratatsuak eta bere akzionamendua sinkronizatzaileen bitartez egiten da. Gainera transmititutako karga pixka bat handiagoa da, honek esan nahi du karga berdinarako hertz helikoidaleko biritza luzeagoa izango dela. Hertz helikoidaleko engranaje bat, nahiz eta txikiagoa izan, hertz zuzeneko engranaje batek transmititzen duen karga berdina transmititu dezake. Horrexegatik kutxa aldagailu askotan hertz helikoidaleko engranajeak muntatzen dira, erabilienak izaten dira.
- Epizikloidalak: martxa erlazio desberdinak lortzen dira rotazio abiadurak aldatzen pinioi epizikloidaleko joku batetan. Erabilienak dira kutxa aldagailu automatikoetan, zehazkiago pare bihurtzailea dutenetan. Engranaje epizikloidalaren edozein elementu balaztatzeko presio hidraulikoa aplikatzen da disko batzuei, eta hauek blokeatzen dituzte edota enbrage elektromagnetikoak erabil daitezke.

#### **2.6.3.2.2 ARDATZEN ARABERA**

- 2 ardatz: kutxa aldagailua multzo diferentzialera lotzen da, modu honetan multzo osoa sinplifikatzen da. Hauxe ematen da aurreko trakzioa eta motorra edota atzeko trakzioa eta motorra daukaten ibilgailuetan. Ardatz sekundarioa diferentzialaren pinioiarekin bukatzen da, azken honek mugimendua ematen dio multzo diferentzialera. Hauetan tarteko ardatza ezabatzen da. Parea ardatz nagusira heltzen da motorraren birabarkitik eta ondoren enbragetik pasatuz gero. Martxa bat aukeratzean, sinkronizatzailea mugitzen da ardatz sekundarioak daukan pinioi baterantz eta ardatzarekin

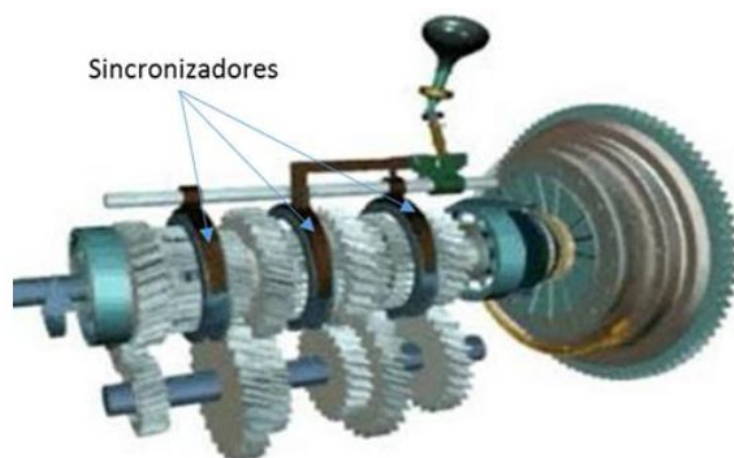
elkartzen du, modu honetan engranaje horren pare transmititzen da gidatze gurpiletara.

- 3 ardatz: motorraren birabarkiaren pare enbragetik pasatuz gero kutxa aldagailuaren ardatz nagusira heltzen da, honek mugimendua transmititzen du tarteko ardatzera engranaje konstante baten bidez eta ondoren beste martxen aukeraketetan, pare hori transmititzen da ardatz sekundarioa zeinek diferenzial baten bitartez mugimendua gurpiletara eramaten du. Martxa desberdinak sinkronizatzaile baten bitartez engranajen dira, honek finko uzten du ardatz sekundarioaren dagokion gurpila. Engranajeen hortzak helikoidalak izan ohi dira, kontaktu hobea baimentzen baidute, eta gainera aurrean azaldu den bezala gutxiago egiten dute. Sistema hau da gehien erabiltzen dena, trinkoagoa da eta gainera lerrotuta dauzka kutxa aldagailuaren sarrerako ardatza eta irteerako ardatza.

### 2.6.3.2.3 SINKRONIZATZAILEA

Martxa aldaketa aukeraketa egiteko erabiltzen den mekanismoa da eta gidariak martxa aldaketa palankarekin akzionatzen du. Atzeko martxa izan ezik, ardatz sekundarioan dauden beste engranajeak ez daude honi finkatuta (zoro biratzen dute, mugimendua transmititu barik) eta horrexegatik derrigorrezkoa da sinkronizatzaileen erabilera martxa aukeraketarako, hauxe gurpila eta ardatza lotzen ditu.

Atzeko martxa eta 5. Abiaduraren artean kokatuta dagoen sinkronizatzailea atzeko martxako pinioi zoroa bultzatuko du, modu honetan martxa hori formatzen duten hiru engranajeak momentu pare transmititu dezatela ardatz sekundarioa.

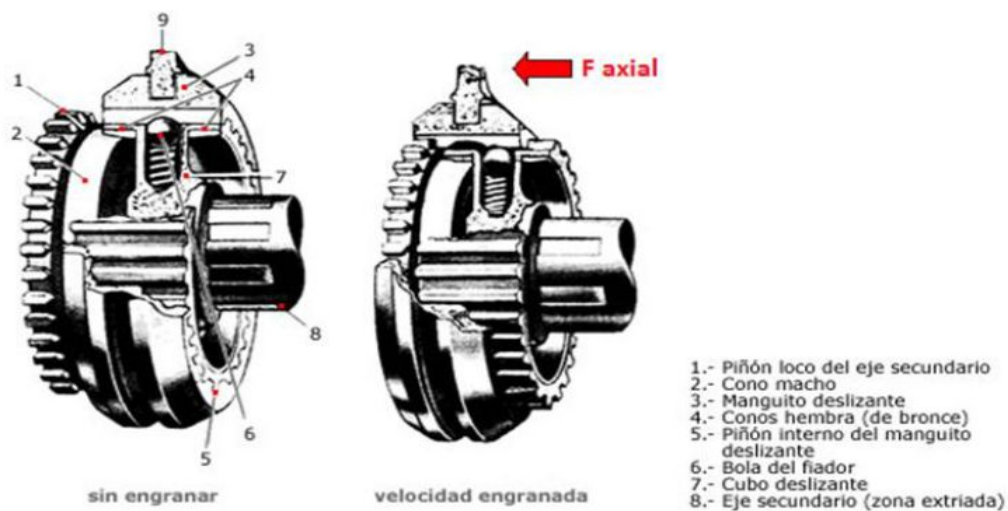


**2.23 Irudia: sinkronizatzaileak**

Sinkronizatzaileak marruskadurari esker ardatz sekundarioaren eta martxaren abiadura modu progresibo batean berdindu behar ditu, bi hauek bikain engranaturak egon arte.

Berdinketa progresibo hori lortzeko, sinkronizatzaileak enbrage koniko moduan aritzen da. Sinkronizatzailearen gainazal konikoaren barneko partea eta engranajearen gainazal konikoaren kanpoko parteen artean gertatuko da marruskadura hori, hau gertatzen da gidariak martxa aldaketa palankarekin sortutako indar axialari esker.

Elementu biak abiadura berdinarekin biratu ondoren, akoplamendu finala ematen da hortz zuzeneko gurpilak, zeinek ensanblatuta datozte martxa bakoitzera (pinioi zoroa, bakarrik ardatz sekundarioan), eta sinkronizatzailearen zorro irristagarriaren engraneari esker.



### 2.24 Irudia: sinkronizatzaile baten elementuak

Bi hauek akoplatzean, momentu horretara arte mugimendu transmititu barik biratzen zen martxa, orain para transmititzen dio sinkronizatzaileari, eta azken honek nola ardatzaren tarte ildaskatura lotuta dagoenez, ardatz sekundarioa transmititzen da momentu para. Ondoren pare hori ardatz sekundariotik transmisio ardatzera pasatuko da.

### 2.6.4 TRANSMISIO ARDATZA

Transmisio ardatzak abiadura kaxaren edota transferentzia kasaren irteerako biraketa ibilgailuaren aurreko eta atzeko ardatzen diferentzialetara transmititzen dituzten atalak dira. Elementu hauek nagusiki motorrak daukan posizioa ibilgailuan eta gurpil eragileen posizioen menpe egondo dira nagusiki. Transmisio elementu hauek



esfortsu tortsore handiak jasan behar dituzte, eta horrexegatik diseinatzerako orduan kontuan izan behar da esfortsu horiek jasan behar dituztela deformazio barik eta gai izan behar dira momentu pareta osoa gurpiletara transmititzeko. Hauen eginkizun nagusia kutxa aldagailutik diferentzialetarainoko distantzia eta altuera diferentzia gainditzea eta biraketa helaraztea da.

Transmisio ardatza bakarrik izango da beharrezkoa motorra eta gurpil eragileak ardatz desberdinetan kokatuta dauden ibilgailuetan. Transmisio ardatzen dimentsionaketa ibilgailuaren dimentsioen eta biraketa abiaduraren eta parearen araberakoa da, 1,5 m-ko luzera gainditu barik. Ibilgailuaren ezaugarriak hala exijitzen dutenean (ohikoa ibilgailu industrialetan), transmisio ardatza bi edo hiru tarteetan banatzen da.

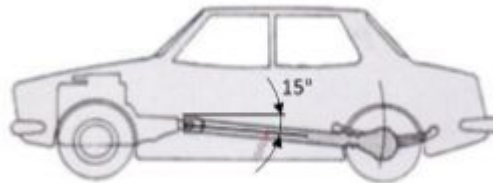
Ardatzen fabrikazioan elastikotasun koefiziente altuko altzairuzko hodiak erabiltzen dira, baina zenbaitetan aluminiozkoak eta karbono zuntzezkoak izaten dira. Ardatzak sekzio zirkular hutsekoak izaten dira, izan ere, espazioaren aldetik diámetro handiagoak izan daitezke (ez dago leku murrizpenik) eta azalera erabilgarri berdinerako sekzio betekoek baino erresistentzia handiagoa dute, era berean ibilgailuaren pisua murrizten da eta honekin batera honen kontsumoa murriztu daiteke pixka bat.

Nola motorra eta kutxa aldagailua bastidoreari finkatuta daude eta gurpilak suspentsio sistema elastiko batetan daude montatuta, hauek etengabeko desplazamenduak jasaten dituzte lurzoruen irregulartasunen ondorioz. Horrexegatik, transmisio ardatzak eta beren loturak ezin dira zurrunik izan, zeren eta aurreko eta atzeko ardatzen mugimenduagatik gertatzen diren angelu eta luzera aldaketak jasateko gai izan behar dira. Horretarako, transmisio ardatzek luzera aldaketak xurgatzen dituen parte desolazagarria eta muturretan junta edo giltzadura bat izaten dute, hauek zubiaren deformazioak xurgatzen dituzte, giltzadura unibertsalak edo kardan giltzadurak erabiltzen dira.



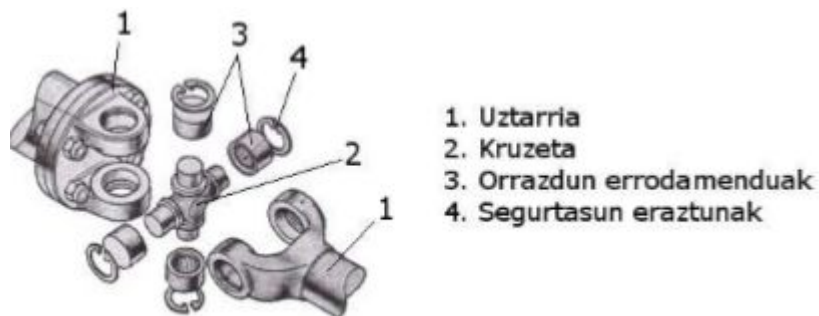
## 2.25 Irudia: transmisio ardatza eta kardan giltzadurak

Kardan giltzadurak erabilienak dira gaur egun, hauek pare handia transmititu dezakete eta  $15^\circ$  -ko desplazamendu angeluarra baimentzen ditu. Ardatz biak lerrokatu barik biratzen badute kardan giltzadurak abiadura angeluar bariazioak izango ditu, eta honek esfortsu alferno gehiago agertzea baimenduko du, honen ondorioz giltzaduren materialen fatiga handitzen da. Baina fabrikazio eta muntaketa kostu baxua, bizitza luzea eta mantenimendu eskasa du.



### **2.26 Irudia: transmisio ardatz baten desplazamendu angeluarra kardan giltzadurekin**

Kardan giltzaduren diseinua oso sinplea da, 2 uztarri (1) kruzeta (2) batez batuta daude eta orrazdun errodamenduak (3) uztarrietako alojamenduetan presiopean ahokatuta daude eta hauek segurtasun eraztunez (4) finkatuta egoten dira.



### **2.27 Irudia: kardan giltzaduraren despiezaketa.**

## **2.6.5 DIFERENTZIALA**

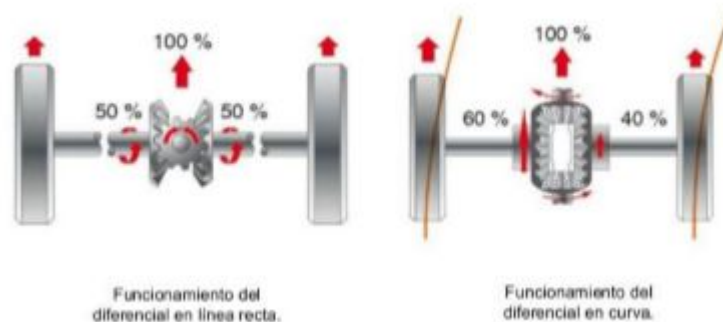
Diferentziala transmisio ardatzen biraketa erreduzitu eta palierren bitartez gupil eragileetara transmititzen duen mekanismoa da. Honek aldi berean ardatz bereko gupilen (palierren) artean gidatze beharrek exijitzen dituzten abiadura diferentziak egoteko aukera ematen du.

Diferentziala berez multzo konikoaz (eraso pinioia eta koroa) eta sistema diferentzialaz osatuta dago eta biak konbinatzean diferentzialak bere eginkizuna betetzen du. Batzuetan nekazaritzako eta industriako ibilgailuetan palierren ertzetan engranaje zilindriko edo epiziklidak izaten dituzte erredukzio gehigarri bat lortuz.

Multzo konikoak eraso pinioaren bidez transmisio ardatzetatik heldutako biraketa jaso eta korora transmititzen du, zeharkako norabidean,  $90^\circ$  -ko errotazioa, egonda. Eta palierekin bat egin eta gurpiletara biraketa transmititzen du. Pinioiaren eta koroaren arteko transmisio erlazioak biraketa erreduzitzen du, honen balioa 3:1 eta 4:1 artekoa izaten da ibilgailuaren ezaugarrien arabera.

Eraso pinioia eta koroa etengabe engranatuta eta biraketa transmititzen daudenez, normalean hortz helikoidalekoak izaten dira agertu daitezkeen esfortsu handiak hobeto jasateko eta transmisio isilagoa eta progresiboagoa lortzeko. Horrexegatik engranaje hauek eta sistema diferentzialekoak altzairu forjatukoak izaten dira, gogortasun eta higadurarekiko erresistentzia handiagoa izateko tratamendu bereziak aplika daitezke.

Guztia sinplifikatuz, diferentziala pieza mekanikoa da zein parean banatzen du gurpil eragileen artean, baimentzen bata bestea baino abiadura gehiagorekin biratzea. Elementu hau sortu baino lehen, ibilgailua bihurgune batetan sartzean kanpoko gurpila, non kotxearen pisu guztia joaten zen, barneko gurpila baino distantzia gehiago egiten zuen eta honek gurpil horrek irristatzea egiten zuen. Diferentzialaren sorrerarekin arazo hori konpontzea zuen helburu.



## 2.28 Irudia: diferentzialaren funtzionamendua

Diferentzial mota desberdinak daude ibilgailuen ezaugarrien arabera.

### 2.6.5.1 DIFERENTZIAL KONBENTZIONALA

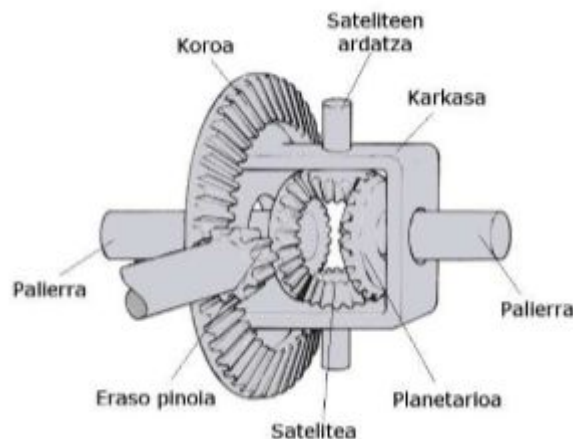
Kaleko auto gehienek, deportiboak kenduta, diferentzial mota hau erabiltzen dute.

Diferentzial askeetan biraketaren banaketa hertz zuzeneko planetario eta satellite konikoen bidez gertatzen da. Hauek elkarrekin engranatzten dute, engranaje itxia osatuz eta palierren artean sortzen diren abiadura erlatiboak xurgatzen dituzte.

Planetario bikotea elkarren aurka zeharkako norabidean kokatzen da eta barnean duten ildaskatuaren bidez palierrekin konektatzen dira gurpiletara biraketa transmititzeko. Satelliteek, berriz, bi hauekin aldi berean engranatzten dute konpensatzaile lana eginez eta karkasan finkatutako ardatz perpendikular batean muntatzen dira, planetarioen gain libreki biratu dezaketela.

Eraso pinioiak biraketa jasotzean koroak eta honen solidarioa den karkasak ere biratzen dute, horrek planetarioak birarazi eta gurpilek koroaren abiadura berdina dute ibilgailua lerro zuzenean higitzen den bitartean. Bihurguneetan barneko gurpilari dagokion planetarioak biraketaren kontra erresistentzia handiagoa egiten du, modu honetan planetarioa moteldu eta satelliteek bere gain errodutzen dute beste gurpilaren biraketa areagotuz. Horrela, gurpil batek galtzen duen biraketa besteak irabazten du satelliteek egindako akzio konpensatzaileari esker.

Higidura baldintza normaletan diferentziala funtzionamendu eta eraginkortasun ona dauka, baina gurpilen batek adherentzia galtzekotan (elurrean, lokatzean...) satelliteen konpensazio akzioa arazo bihurtzen da, bertatik biraketa pare guztia ihes egiten dutelako. Fenomeno hau sahiesteko, diferentzial kontrolatua agertu ziren.



### 2.29 Irudia: diferentzial askea edo orokorra

### **2.6.5.2 DIFERENTZIAL KONTROLATUA**

Diferentzial kontrolatuetan diferentzialaren eragina ezereztu eta gurpil batek irristatzerakoan biraketa pareta galtzea ekiditen da. Irriatzea gertatzen, honek modu manual edo automatikoan bi palierrek eta koroak batera biratzea eragiten du, sistema diferentzial osoa ardatz bakarra balitz bezala aritzen da.

Diferentzial bloketuarekin ibilgailua eremu malkartsu eta labainkorretatik igaro daiteke irristatzerik gertatu gabe. Baina bihurtuneetan ibilgailua ezengokorra da gurpil bat arrastatu eta kanporantz desplazatzeko joera baitu, horrexegatik, blokeoa desakoplatu behar da beharrezkoa ez denean.

Diferentzial hau errepideaz kanpo edo bestelakp egoera kritikoetan higitzen diren ibilgailu industrialetan eta automobiletan ezartzen da, gurpil batek trakzioa galtzean ibilgailua gelditu geratzea saihesten du.

Blokeoa nola burutzen den arabera, hainbat diferentzial kontrolatu aurki daitezke.

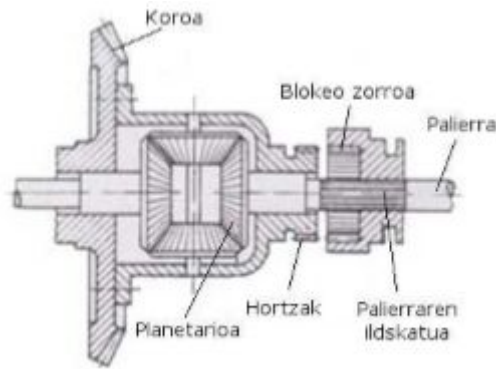
#### **2.6.5.2.1 BLOKEO MANUALEKO DIFERENTZIALA**

Blokeo manualeko diferentzialetan gidariak akzionatutako blokeo zorro edo barailak sistema diferentziala eta palierrak batera blokeatzen ditu. Blokeo zorroa palierrean ildaskatu bidez finkatzen da eta gidariaren aginduz desplazatzerakoan blokeoa gauzatzen da.

Blokeo zorro honen akzionamendua mekanikoa edo elektro-hidraulikoa da eta blokeoa konektatuta dagoen bitartean, sistema diferentzialaren funtzionamendua deuseztatuta dago eta horrexegatik bi gurpiletara abiadura eta pare berdina heltzen da.

Blokeoa burutzeko orduan ibilgailua geldiunean edo oso abiadura motelean egon behar da, bestela blokeo zorroaren eta sistema diferentzialaren arteko akoplamendua egiteko zailtasunak egoten dira. Aurrean aipatu bezala, sor ditzakeen gidatze arazoak sahiesteko, higidura baldintza normaletan blokeoa deskonektatuta egon behar da eta diferentzialak bere funtzioa burutu behar du.

Diferentzial honek blokeoa ezartzea gidariaren eskuetan uzten du, sinpletasuna dela eta, fabrikazio eta mantenimendu kostu txikia dute. Gainera, pare handien erangipean lan egin dezakete eta matxura gutxi izaten dute.



**2.30 Irudia: blokeo manualeko diferentziala**

### 2.6.5.2.2 DIFERENTZIAL AUTOBLOKANTEA

Diferentzial autoblokanteetan biraketaren banaketa eta biraketa abiaduraren orekatzea modu automatikoan gertatzen da. Blokeoaren konexio edo deskonexioa unean uneko gidatze kondizioen arabera burutzen da eta gidariaren kontroletik kanpo dago.

Gurpil batek adherentzia galtzean eta abiadura diferentzia handiegia izatean, diferentzialak hori automatikoki detektatu eta erresistentzia handiagoa ipintzen duen gurpilera pare gehiago bidaltzen du, beste gurpilari pare hori kenduz, modu honetan gurpil abiaduren konpensazioa gertatzen da unean-uneko baldintzen arabera. Azken batean, biraketa erresistentzia handiena duen gurpilera lurrera potentzia gehiago transmititu dezakeena da, trakzioa handitzen da eta lortzen da barruko gurpilak zoro ez biratzea.

Blokeoa gauzatzen duten elementuen arabera diferentzial autoblokante desberdinak daude.

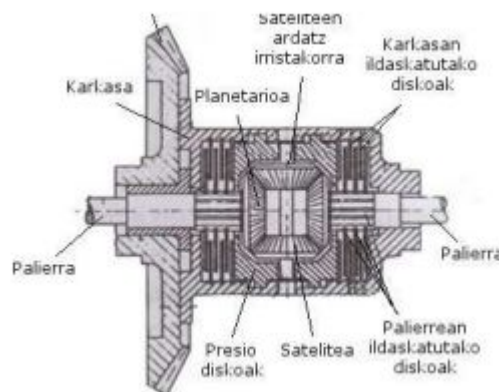
#### 2.6.5.2.2.1 FRIKZIO DISKO BIDEZKOA

Frikzio disko bidezko diferentzial autoblokanteetan planetarioaren eta sistema diferentzialaren karkasaren artean tartekatua dauden diskoen marruskaduraren bidez blokeoa ematen da. Blokeo honen efektua ez da diferentziala guztiz blokeatzeko hain handia, baina gurpil baten irristaketa eragozten du.

Sistema honetan sateliteen ardatza presio eraztunen hozkatan apoiatzen da eta eraztun hauek karkasaren ildaskatuan mihizatzen dira, sateliteei mugimendua transmititu diezaieketela eta aldi berean frikzio diskoak presionatzeko axialki desplazatu daitezkeela. Bi motako diskoak tartekatzen dira, eta kanpo hortzak dituztenek karkasaren ildaskatuan engranatu eta barne hortzak dituztenek planetarioekin engranatuzen dute.

Ibilgailua lerro zuzen higitzerakoan, biraketa sateliteen ardatzara heldu eta honek frikzio diskoekiko duen loturagatik, beren desplazamendu axiala jaso eta presioak eragindako marruskaduraren bidez biraketa planetarioetara eta gurpiletara heltzen da. Bihurguneetan gutxiago irristatzen den gurpil baten diskoak bata bestearikiko atzeratuta geratzen da eta biraketa atzeratutako gurpilari transmititzen zaio, bere irristaketa eta bestearen gehiegizko biraketa konpentsatuz.

Diferenzial honen konplexutasuna dela eta, fabrikazio eta mantenimendu kostua altua izaten dute eta ez dira gai momentu tortsore handiak transmititzeko, baldintza exigenteetan aritzen diren ibilgailuetan ezin dira erabili.



### **2.31 Irudia: frikzio disko bidezko diferenziala**

#### **2.6.5.2.2 FRIKZIO KONO BIDEZKOA**

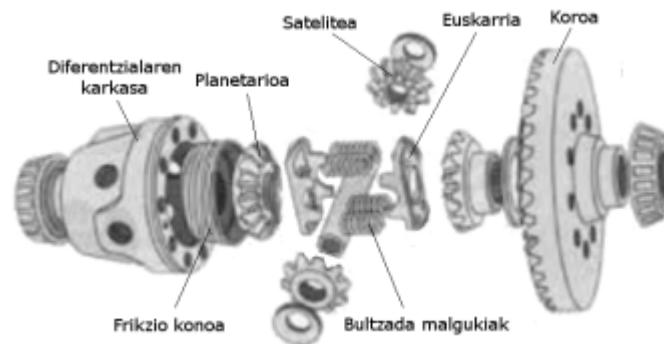
Frikzio kono bidezko diferenzial autoblokanteetan planetarioa eta sistema diferenzialaren karkasa elkartzen dituen frikzio konoaren bitartez blokeoa ematen da. Honek, enbrage koniko bat bailitzan, planetarioak karkasarekin akoplatzen ditu eta honekin ere ez da diferenzialaren erabateko blokeoa ematen, baina gurpilen artean irristaketa mugatzen da.

Frikzio konoa planetarioaren asentuan kokatzen da eta bere akzioa eta efektu autoblokantea bi faktoren menpe dago. Zehatzago esanda, malgukiek konoaren kontra

duen presioaren eta sateliteek planetarioei eragiten dieten bultzada axialaren indarraren menpe daude.

Ibilgailua lerro zuzenean higitzerakoan ez da frikzio konoaren desplazamendurik gertatzen eta planetarioan solidario muntatuta geratzen da, diferentzial orokorren portaera bera izaten du. Bihurguneetan, berriz, gurpilen arteko abiadura ezberdintasunak malgukien indar axiala eragiten du eta horrek frikzio konoa sistema diferentzialaren karkasarekiko akoplatzen du diferentziala blokeatuz.

Diferentzial honek beste sistema autoblokanteak baino sinpleagoa eta merkeagoa da fabrikazioaren eta mantenimenduaren aldetik, baina momentu tortsore mugatua transmititu dezake.

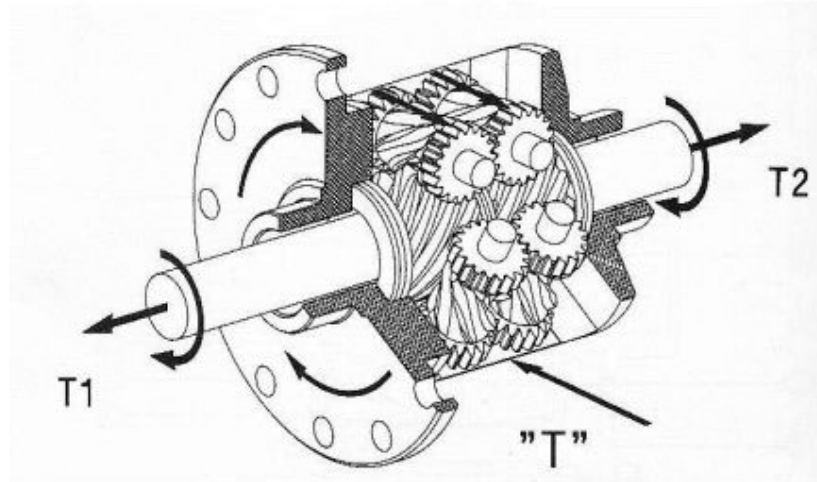


**2.32 Irudia: frikzio kono bidezko diferentziala**

### 2.6.5.3 TORSEN DIFERENTZIALA

Torsen diferentzialetan biraketaren parearen transmisioa gurpilek momentu bakoitzean lurrarekiko duten adherentziarekiko proportzionalki burutzen da. Honek gurpilen biraketaren independienteki, era automatikoan gurpiletako erresistentziaren arabera parearen distribuzioa egiten du, erresistentzia eta adherentzia handieneko gurpilari pare gehiago bidaliz.



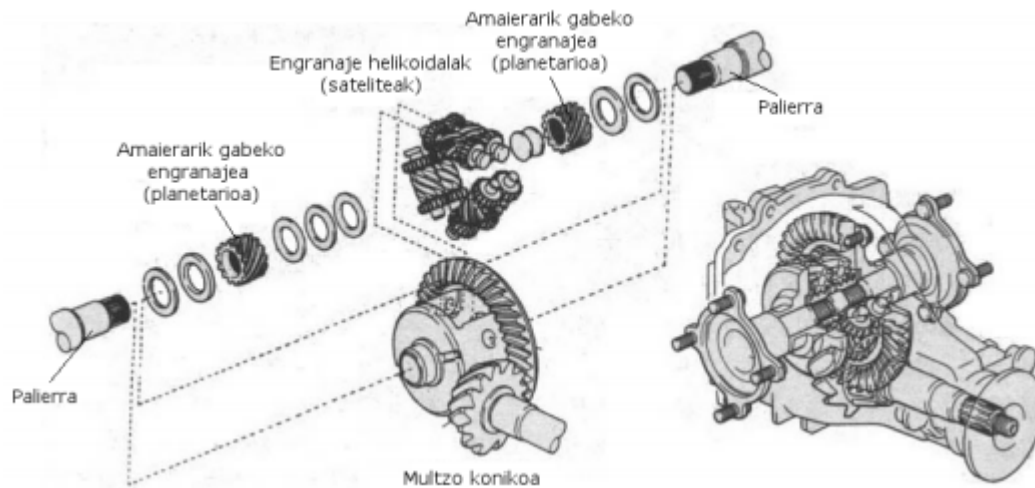


### **2.33 Irudia: esfortzuak Torsen diferentzian**

Diferenzial mota honen funtzionamendu hortz helikoidaleko engranaje zilindrikoetan eta amaierarik gabeko torlojuan oinarritzen da, zeren eta diferenzialaren barnean frikzio pareak sortzen dira eta horrek pareak asimetriki banatzen eragiten du. Amaierarik gabeko torloju motako planetario bana palierretara konektatzen da eta hiru satelite bikote dituzte, hortz helikoidalekoak planetarioekin eta hortz zuzenekoak beste sateliteekin engranatzeko dutela.

Funtzio nagusia norabide elkartutakoak ( $90^\circ$ -tara gurutzatu) diren bi engranaje helikoidalek betetzen dute eta hortzen inklinazioak planetarioen arteko biraketak komunikatzen ditu diferenzialaren efektua lortuz. Ibilgailua bihurtzetik igarotzean, barneko gurpilaren palierak balaztatu eta engranaje sateliteak besteari biraketa transmititzen dio. Beste planetarioarekin engranatzeko duen sateliteak biraketa transmititu eta planetario hori azkarago birarazten du diferenzialaren efektuaren ondorioz. Modu honetan palier batek galdutako biraketa beste palierak irabazten du.

Diferenzial mota honek potentzia gurpilaren adherentziaren arabera banatzen duenez gero, besteek baino trakzio ahalmen handiagoa du. Beste diferenzialak baino arestiagoak dira eta aplikazio espezifikoetara bideratutako ibilgailuetan erabiltzen dira, beren erabilera momentuz ez da oso zabaldua.



**2.34 Irudia: torsen diferentziala**

## 2.7 HARTUTAKO EBATZIA

Ibilgailuaren transmisio sistema osatzen duten elementu desberdinetarako dauden aukera posibleak aztertu ondoren, bezeroaren eskakizun eta beharrentzat egokiena den soluzioa hartu da. Hain zuzen, alde zuzen, alde zuzen, alde zuzen zehaztutako diseinu baldintzetan ibilgailuaren funtzionamendu egokia bermatzeko behar diren osagai edo mekanismoak definitu dira. Hauen dimentsionaketa kalkuluen eranskinean egindako kalkuluen arabera da eta beren xehetasunak planoen dokumentuetan jasotzen dira. Jarraian, transmisio sistema osoaren funtzionamenduaren eta bere pieza nagusien deskribapen zehatza azaltzen da.

### 2.7.1 TRANSMISIO SISTEMAREN FUNTZIONAMENDUA

Transmisio sistema, ibilgailuaren parte nagusi eta garrantzitsuenetako bat izanda, motorraren birabarkiko potentzia gupil eragileetara transmititzen du. Era berean, honek motorreko biraketaren parea eta abiadura aldatuz ibilgailua eremu eta egoera desberdinetan higitzea posible egiten du.

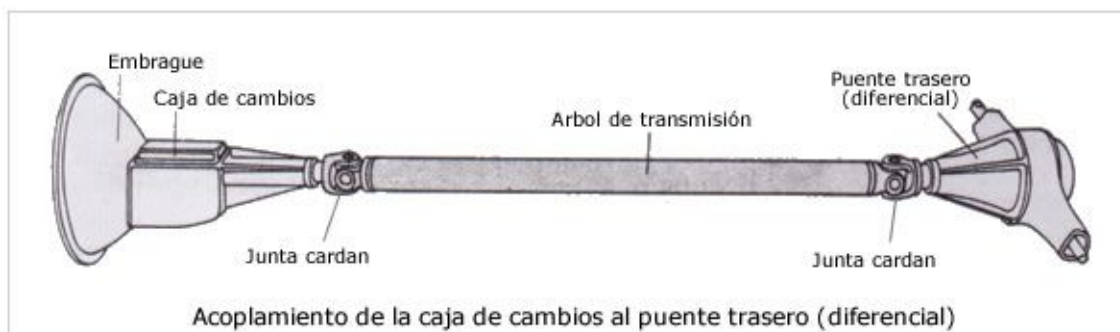
Transmisioaren eginkizuna motorrak garatutako biraketa birabarkiarene bitartez enbragera heltzen hasten da. Honek motorreko biraketaren transmisioa beste elementuetara eramateko edo eteteko aukera ematen du, horren akzionamendua

gidatze beharren edo gidariaren nahien arabera burutzen da enbrage pedalaren bitartez.

Ondoren, kutxa aldagailuan aukeratutako martxaren erredukzioaren bidez biraketaren momentua eta abiadura transformatzen edo biraketa noranzkoa alderantzikatzen da. Honela ibilgailuaren higidura bidearen exijentzietara egokitzen da era automatikoan nahiz gidariaren aginduz eta eremu eta kondizio desberdinetan desplazatzea lortzen da.

Segida, transmisio ardatza kutxa aldagailutik irtendako biraketa diferenzialera bidaltzen du, bi elementu horien artean dagoen distantzia eta altuera diferentzia gaindituz. Baita ere, ardatz honek ibilgailuaren higaduragatik sortu daitezkeen mugimendu eta bibrazioak xurgatzeko gaitasuna dute.

Bukatzeko, eraso ardatzaren bidez biraketa diferenzialera heltzen da eta honi elkartutako palierrekin biraketa gurpil eragileetara transmititzen da. Batetik, diferentzilaren multzo konikoak biraketa erreduzitu eta zeharkako norabidean jartzen du gurpilekin lerrotatuta egon dadin. Bestetik, sistema diferenzialak gurpilen artean abiadura diferentziak egotea onartzen du batek gutxiago biratzen irristaketa ekiditeko, baina hau blokeatzeko posibilitatea dago adherentzia galeretan potentzia aprobetxatzeko.



### **2.35 Irudia: aurreko motorra eta atzeko trakzioa duen auto baten transmisio sistema**

## 2.7.2 KONFIGURAZIO AUTOMOTRIZA

Diseinatuko den transmisio sistema BMW serie 1 118-d automobil bati dagokio. Auto honek, aurreko luzetarako motorra dauka eta gurpil eragileak atzekoak dira. Horren ondorioz, diseinurako erabiliko den konfigurazio automotrizaren 2.6.1.2 AURREKO MOTORRA ETA ATZEKO TRAKZIOA atalean agertzen dena da.

Nola proiektu hau aurrean aipatutako autoan oinarrituta dago, konfigurazio automotrizaren definituta zegoen hasieratik, ez dauka zentzurik beste konfigurazio automotrizaren erabiltzea. Horrexegatik transmisio sistemaren diseinurako auto horrek errealitatean daukan konfigurazio automotrizaren erabili da. Hau definituta, hurrengo elementuak dira transmisio sistemaren parte hartzen duten elementuak:

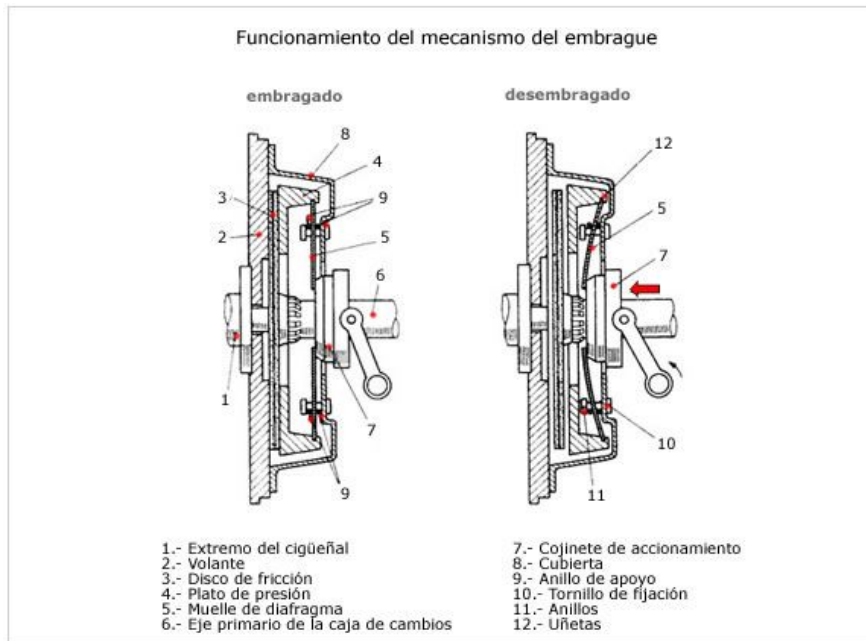
- Enbragea
- Kutxa aldagailua
- Transmisio ardatza
- Diferentziala

## 2.7.3 ENBRAGEA

Industrian gehien erabiltzen den enbragea frikziozkoa da, horrexegatik proiektu hau gauzatzeko enbrage mota hori erabili da. Hauek transmisio gaitasun handia dute eta ez dute espazio asko okupatzen, ibilgailuetan oso erabilia den enbrage mota da.

Aurrean aipatu den bezala, enbragea motorraren eta kutxa aldagailuaren arteko biraketaren transferentzia burutzeko eta mozteko erabiltzen da. Hau gidariak enbragearen pedalaren bitartez kontrolatzen du; pedala zapalduta ez dagoenean (enbragatuta), biraketaren transmisioa gertatzen da eta pedala zapaltzean (desenbragatuta), aldiz, transmisioa gelditzen da.

Enbrage mota hauen akzioa inertzia bolantearen eta enbrage diskoaren arteko marruskaduran oinarritzen da. Enbrage diskoak ildaskatuaren bidez abiadura kutxaren ardatz primarioa konektatuta dago eta biraketa transmititzen du.



### 2.36 Irudia: enbrage baten funtzionamenduaren mekanismoa

Posizio normalean (pedala zapaldu gabe) presio platerak eta diafragmak diskoa inertzia bolantearen kontra presionatu eta bi gainazalen arteko marruskaduragatik motorraren para enbrage diskora igarotzen da. Ordea, gidariak enbrage pedala zapalduz gero, akzionamendu kojiniteak presioa egiten du enbrage diskoa liberatuz eta momento horretan transmisioa eteten da, enbragea desakoplatuta geratuz.

Proiektu honetarako disko bidezko enbrage aukeratu da National brake and clutch web-katalogotik, zeinek kalkuluen eranskinetan kalkulaturako baldintza guztiak betetzen dituen. Enbrageak 172 mm-ko barne diametroa eta 245,6 mm-ko kanpo diametroa. Aukeratutako enbrageak  $1,68 \text{ Kg/cm}^2$  presioa eta 477,24 Kg-ko indar axiala jasatzeko gai izan beharko da. Enbrageak gai da 391,04 N·m-ko pare maximoa transmititzeko. Enbrage diskoak aurren azaldu denez, kutxa aldagailuko ardatz primarioa konektatuta dago, horretarako enbrage diskoak zein ardatz primarioak ildaskatu bat eduki behar dute. Kasu honetan 22 hortz, 1,5 mm-ko modulua eta 7,17 mm-ko luzera minimoa duen DIN 5480 ildaskatua da. Xehetasun gehiagotarako 3.dokumentura: kalkuluen eranskinetara jo.

## 2.7.4 KUTXA ALDAGAILUA

Transmisio sistema honetan engranaje helikoidaleko eta martxa aldaketa sinkronizatuko kutxa aldagailu mekaniko manuala erabili da, hau ibilgailuaren funtzionamendu eta eskakizunetara hobeto egokitu eta transmisio leunagoa (progresiboagoa) eta iraunkorragoa eskuratzen baita, kutxa alldagailu mota hau ibilgailu askotan erabilia da.

Aurrean azaldu den bezala, kutxa aldagailuak motorretik heldutako biraketaren abiadura eta pareta transformatzen edota biraketaren noranzkoa aldatzen du engranajeen bitartez. Horrek motorraren biraketa unean uneko gidatze beharretara egokitzen du, ibilgailuaren gurpil eragileetara beharrezko biraketa abiadura ailegatzen dela.

Kutxa aldagailu honen bitartez gidariak nahieran martxa aldaketa egin eta ibilgailua eremu nahiz egoera askotan higitzera egokitu daiteke, ondorioz, aldeztatik finkatutako higidura exijentziak gainditzeko dira eta errendimendu mekanikoa hobea da, erregaiaren kontsumoa murrizten da.

Hain zuzen ere, ibilgailuak bere higiduran zenbait erresistentziari aurre gin behar die. Horretarako, motorrak garatutako potentziatik abiatuta, kutxa aldagailuko martzen eta transmisio sistemako beste atalen, diferentzialaren, erredukzioen bidez indar erresistente horiek gainditzeko gai izan behar da.

Abiadura kutxa beharrezko higidura garatu dezakeela aztertu eta konprobatu behar da, kalkuluen eranskinetako 3.2 atalean, autoaren eta errepideko higiduraren kontra 4 erresistentzia nagusi agertzen direla kontsideratu da:

- Errodadura indarra ( $F_{rd}$ ): ibilgailuaren gurpilen eta zoruaren arteko marruskaduragatik sortzen den indar erresistentea.

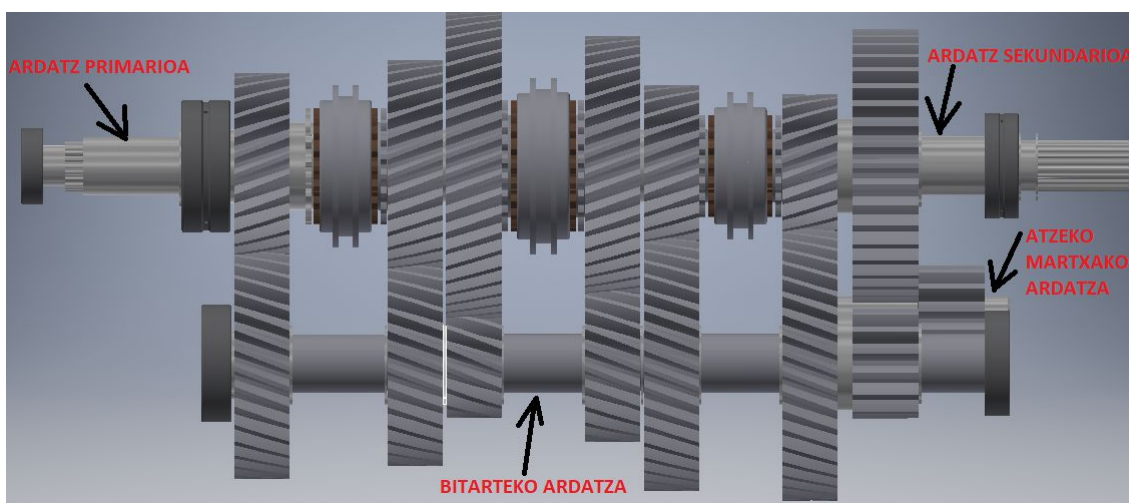
- Aldapa indarra ( $F_{ald}$ ): ibilgailuak aldapa bat igotzean pisuaren ondorioz agertzen den indar erresistentea.

- Inertzia indarra ( $F_{in}$ ): ibilgailuak abiadura batetan higitzeagatik agertzen den indar erresistentea.

- Airearen indarra ( $F_{ra}$ ): aireak edo haizeak ibilgailuaren mugimenduaren kontra egiten duen indar erresistentea.

Kutxa aldagailua hiru ardatz nagusiz, ardatz primarioa, bitarteko ardatza eta ardatz sekundarioz, eta atzera martxako ardatzaz osatuta dago, azken honetan atzera martxan biraketaren noranzkoa alderantzikatzeko tartekatzen den gurpil gehigarria muntatzen da.

Ardatz primarioak, enbragetik biraketa jasotzen du, ardatz sekundarioarekin lerrokatuta dago eta biak elkarrekin akoplatu daitezke modu horretan martxa zuzena (4. martxa) lortuz. Bestetik, bitarteko ardatza bi hauekiko paraleloan kokatzen da eta modu honetan engranajeetako gurpil bana bitarteko ardatzean eta ardatz primarioan edo sekundarioan kokatzen da.



**2.37 Irudia: kutxa aldagailuaren ardatzak**

Martxen engranajeak ardatz paralelotan egonda, beren gurrilen ardatzen arteko distantzia konstantea mantendu behar da. Engranajeak normalak edo “A-cero” motakoak direla suposatuta da eta engrane arazoak sahiesteko, gurril guztiek modudu eta angelu berdinak dituztela kontsideratu da, beraz, engranaje bakoitzeko hertz kopuruen batura konstantea da.

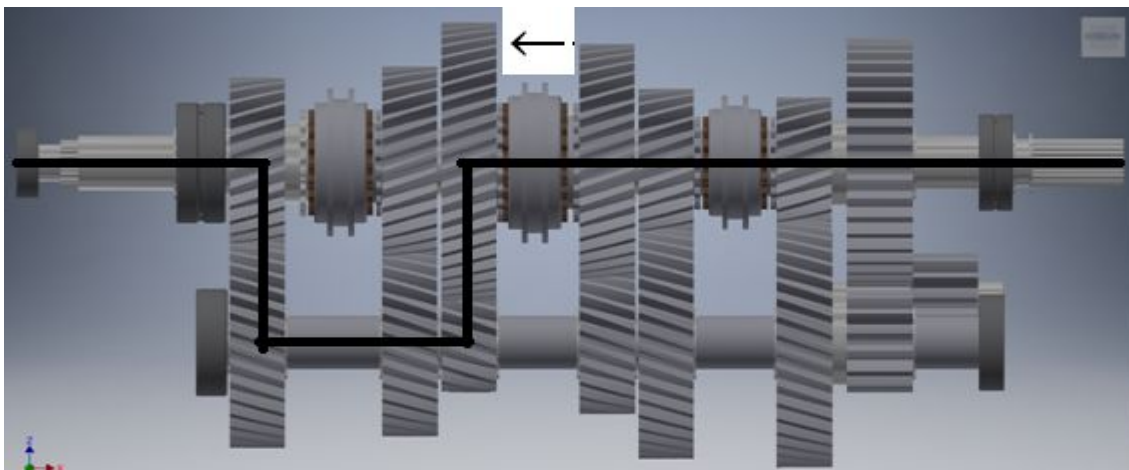
Engranajeak ardatzen arteko distantzia errespetatzen dutela, hasierako erredukzioaren engranajea ardatz primarioan eta bitartekoan kokatzen da eta beste martxen engranajeak, ordea, bitarteko ardatzean eta sekundarioan joaten dira.

Enbragea enbragatuta dagoenean motorraren biraketa ardatz primarioa heltzen da eta honetan mekanizaturiko gurrilaren bidez biraketa bitarteko ardatzera transmititzen da, engranaje honek hasierako erredukzioa osatzen duela. Aldi berean, ardatz honen solidario diren gurrilak ardatz sekundarioaren gurril askeekin engranatu daude eta sinkronizatzaileen bidez gidariak aukeratutako martxaren

gurpila finkatu eta biraketa ardatz sekundariora eltzen da, bertatik biraketa transmisio ardatzera ateratzen da. Martxa zuzenean, 4. martxan, ez da aurrekoa gertatzen eta biraketa zuzenean ardatz primariotik ardatz sekundariora igarotzen da, sinkronizatzaile baten bidez ardatzak elkartzen dira.

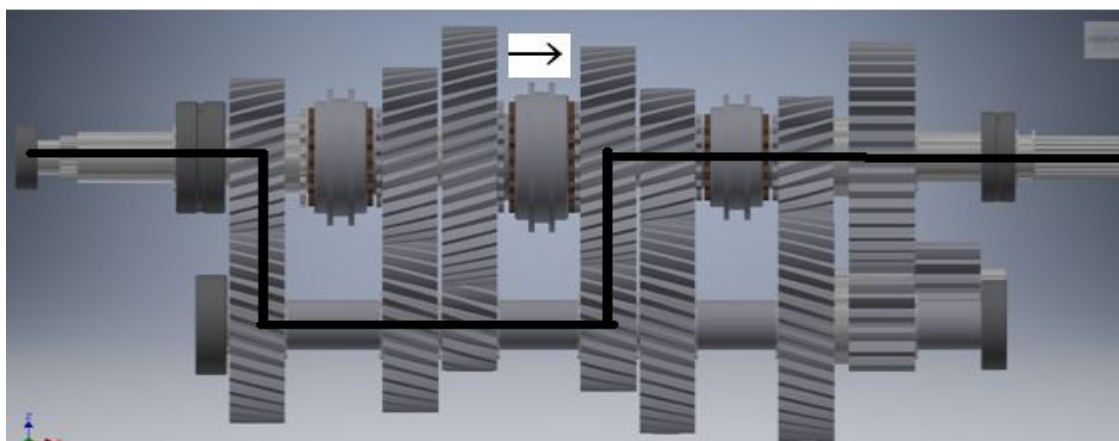
Atzerako martxaren kasuan, atzera martxako ardatzaren gurpila desplazatu eta bitarteko ardatzaren eta sekundarioaren artean tartekatzen da, honek bitarteko ardatzetik sekundariorako biraketa transmititzen du. Modu horretan, biraketaren noranzkoa aldatzen da eta sekundariotik irteten den biraketa sarrerakoaren alderantzizkoa da.

### **1.Martxa**



**2.38 Irudia: kutxa aldagailuaren 1º martxaren aukeraketa**

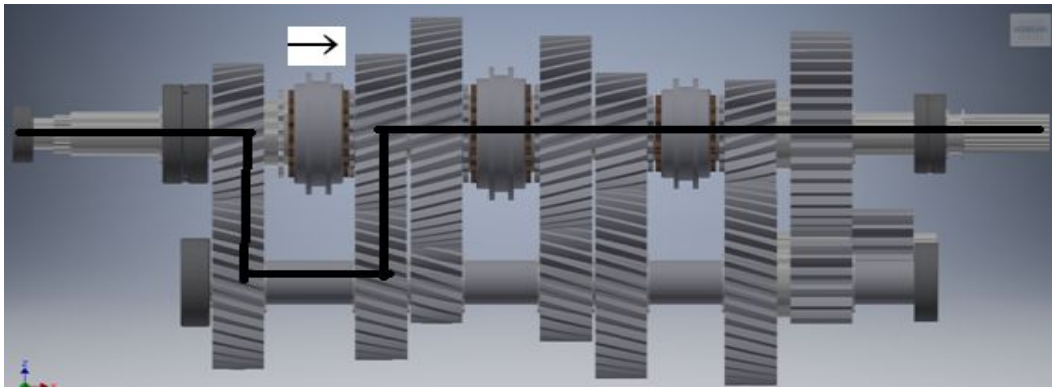
### **2.Martxa**



**2.39 Irudia: kutxa aldagailuaren 2º martxaren aukeraketa**

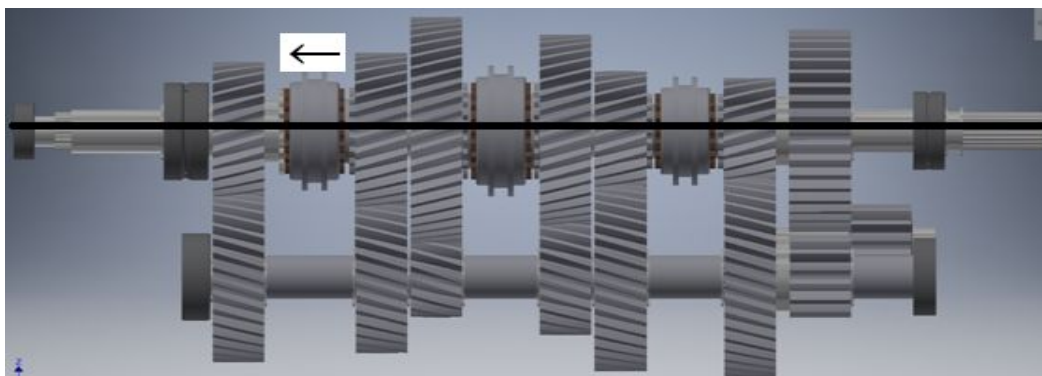


**3.Martxa**



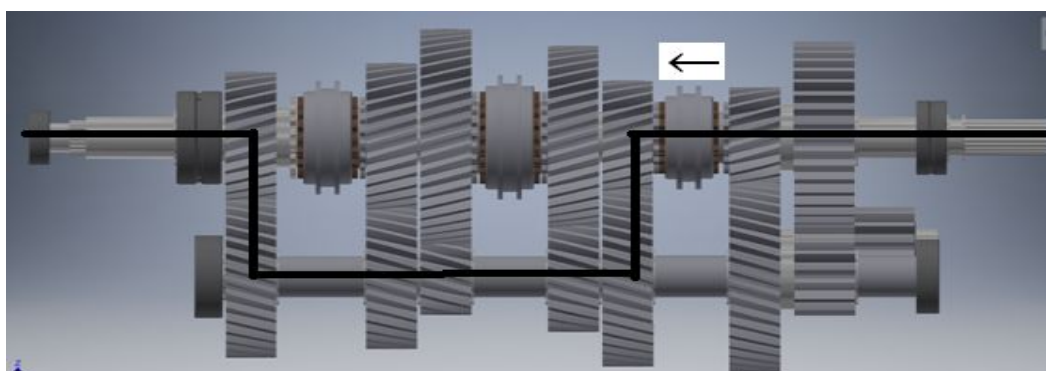
***2.40 Irudia: kutxa aldagailuaren 3º martxaren aukeraketa***

**4.Martxa (zuzena)**



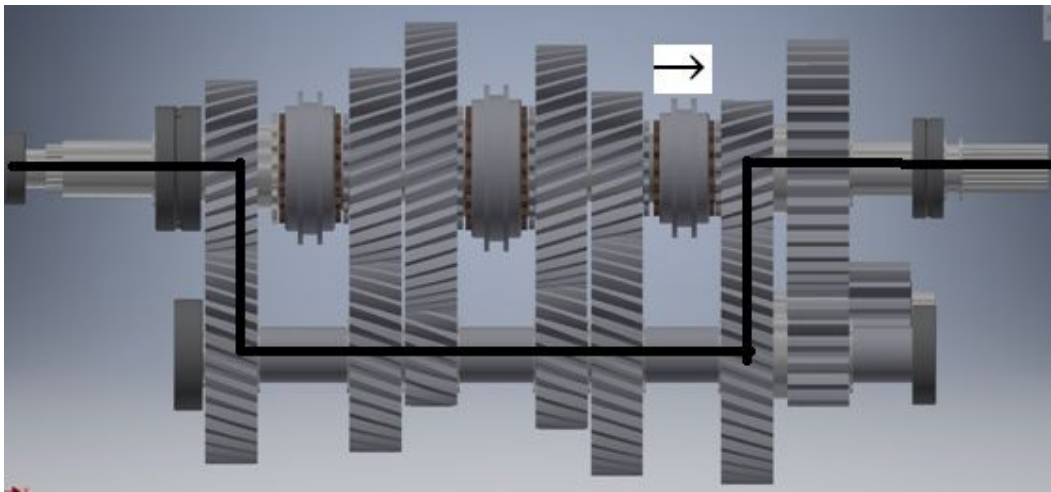
***2.41 Irudia: kutxa aldagailuaren 4º martxaren aukeraketa***

**5.Martxa**



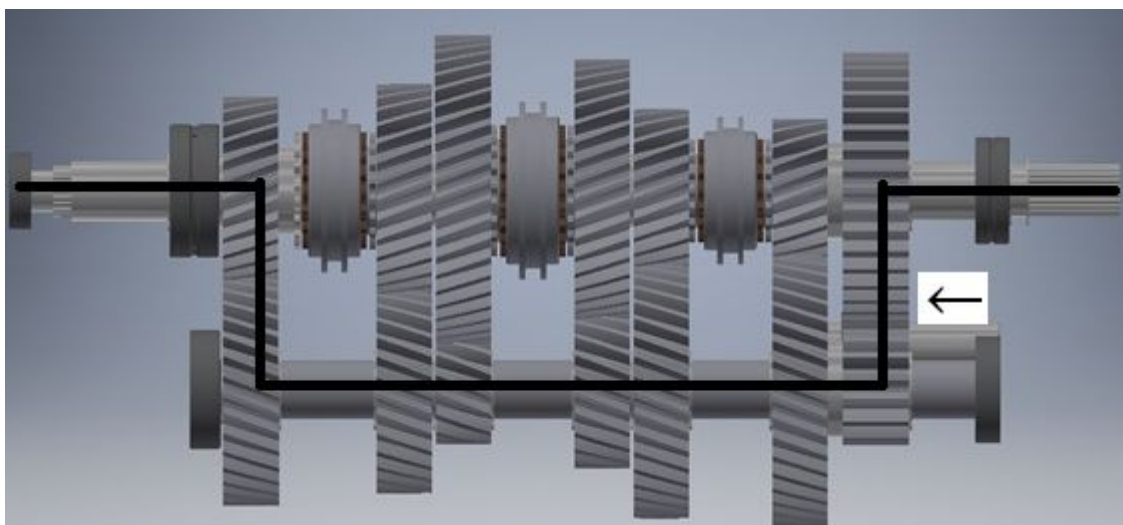
***2.42 Irudia: kutxa aldagailuaren 5º martxaren aukeraketa***

**6.Martxa**



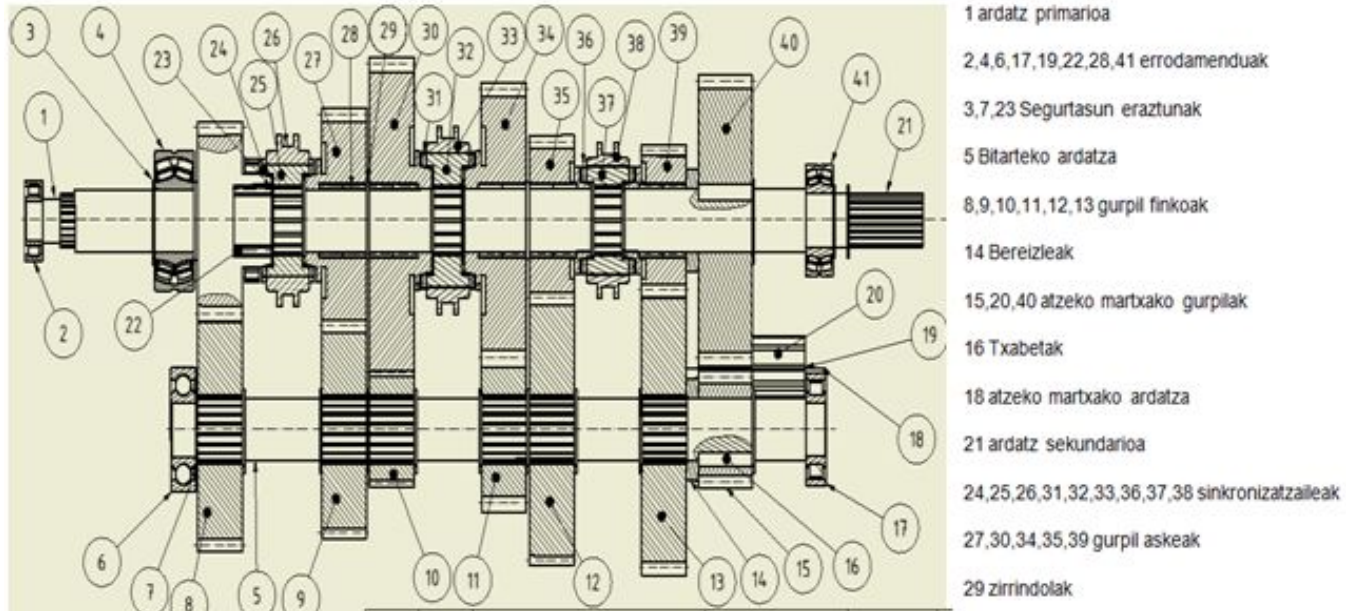
***2.43 Irudia: kutxa aldagailuaren 6° martxaren aukeraketa***

**Atzeko martxa**



***2.44 Irudia: kutxa aldagailuaren atzeko martxaren aukeraketa***

Aurrekoa azalduz gero, kutxa aldagailuaren diseinua eta dimentsionamendua egiteko, honen atal nagusiak aztertu dira.



**2.45 Irudia: kutxa aldagailuaren elementu nagusiak**

### 2.7.4.1 ENGRANAJEAK

Engranajeak ardatz batetik bestera biraketa transmititzen eta erreduzitzen edo handitzen duten horzdun gurpil bikoteak dira.

Engranajeen gurpilak elkarren paraleloak diren ardatzetan kokatzen dira eta hasierako erredukzioan ezik, engranajeen gurpil bat ardatzarekiko solidariora eta bestea askea da, aukeratutako martxari dagokion engranajearen gurpil askea finkatzen dela.

Martxa bakoitzak engranaje bat du eta bere gurpilen arteko transmisio erlazioak martxari dagokion erredukzioa ezartzen du. Martxa laburrek erredukzio handiagoa dute, eta biraketa abiadura txikiago eta pareta handiago garatzeko ahalmena dute. Martxa luzeek, berriz, erredukzio txikiagoa dute eta alderantzizkoa gertatzen zaie. Kutxa aldagailuko martxa bakoitzaren eta diferentzialaren erredukzioa autoaren espezifikazio teknikoek zehazten dituzte 3.2 taulan ikusi daitezke.

Transmisio erlazioen balioak eta gurpilen hortzen baturak (konstantea) jakinda, gurpilen hortz kopurua definitu dira (kalkuluen eranskineko 3.4.4.1 atalean), ahal den heinean erredukzio teorikoetara hurbildu eta esfortzuak jasateko gai izan behar dira.

Horzdun gurpil gutietan N7 gainazal akabera kalitatea eta 16MnCr5 altzairu aleazio zementatu eta tenplatua aukeratu da bere gainazaleko gogortasun eta higaduraren aurkako erresistentzia handiagatik. Gurpiel guztiek 0,1-eko osilazio zirkularreko perdoia dute.

Kutxa aldagailuko engranaje guztiak ez dira berdinak, bakoitzak bete behar dituen eskakizunen arabera egokiena hautatzen da.

### **-Aurrera martxen engranajeak**

Gurpil hauek uneoro engranatuta daude eta hortz helikoidalekoak dira, beren hortzak zeharrik dira, gurpilen arteko engrane luzeagoa (kontaktu gainazala handiagoa) eta transmisio leunagoa lortuz. Gainera, gurpilek presio txikiagoak jasaten dituzte eta transmisioa erresistenteagoa eta karga ahalmen handiagoa dute.

Engranaje guztien hortzen arteko kontaktuko presio edo engrane angelurako ( $\alpha$ ) 20°-ko presio angelu normalizatua ezarri da. Era berean, engranaje helikoidaletan hortzak inklinatuak dira eta gurpil helikoidal guztien hortzen inklinazioa edo helize angelurako ( $\beta$ ) 20°-ko inklinazio angelu normalizatua hartu da.

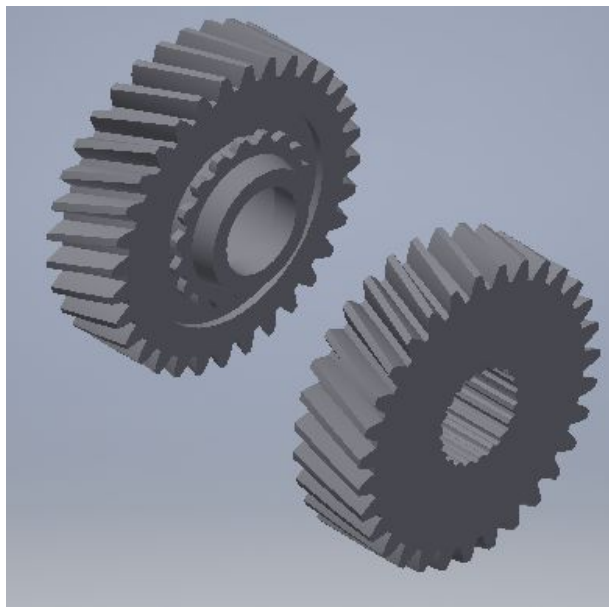
Engranajeak aztertzerako orduan, moduluaren kontzeptua erabili da, honek engranajea ezaugarritzen du eta engranajearen dimentsioak eta karga ahalmena determinatzen ditu. Beren artean ondo engranatu ahal izateko eta arazorik ez agertzeko, engranaje bereko gurpilek modulu bera izan behar dute, baina proiektu honetan engranaje helikoidal guztiek modulu bera dutela kontsideratu da.

Martxa bakoitzaren engranajeetako gurpil txikiaren (gehien sufritzen duena) moduluaz aztertu eta modulu handiena gainontzeko gurpilei ezarri zaie (kalkuluen eranskineko 3.4.4.2 atalean). Lortutako kutxa aldagailuaren aurreko martxen gurpil askeen eta finkoen behin betiko ezaugarri eta dimentsio nagusiak hurrengo taulan ikus daitezke:

Gurpila	Martxa	$z$	$m_r$ [mm]	$\alpha_r$ [°]	$\beta_a$ [°]	$b_a$ [mm]	$d$ [mm]	$d_k$ [mm]	$d_b$ [mm]
2	HE	35	4	20	20	37,6	148,985	156,985	138,985
3	AU1	15	4	20	20	37,6	63,851	71,851	53,851
4	AU1	48	4	20	20	37,6	204,322	212,322	194,322
5	AU2	23	4	20	20	37,6	97,904	105,904	87,904
6	AU2	40	4	20	20	37,6	170,27	178,268	160,268
7	AU3	31	4	20	20	37,6	131,96	139,958	121,958
8	AU3	32	4	20	20	37,6	136,215	144,215	126,215
9	AU5	39	4	20	20	37,6	166,012	174,012	156,012
10	AU5	24	4	20	20	37,6	102,161	110,161	92,161
11	AU6	42	4	20	20	37,6	178,782	186,782	168,782
12	AU6	21	4	20	20	37,6	89,391	97,391	79,391

**2.1 Taula: aurreko martxen gurpilen dimentsioak**

Gurpilen xehetasun gehiagotarako 4.dokumentua: Planoak jo.

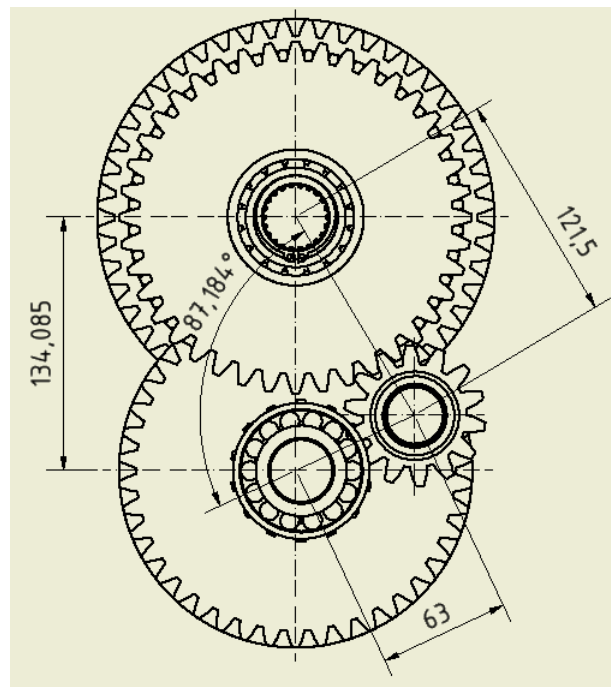


**2.46 Irudia: aurreko martxa baten gurpil pare**

### **-Atzera martxaren engranajea**

Atzera martxaren gupilak hertz zuzenekoak dira bitarteko ardatzaren eta sekundarioaren gupilen artean biraketaren noranzkoa alderantzikatzen duen gupil gehigarri bat tartekatzen da. Gidariak atzera martxa aukeratzekoan, tarteko gupila desplazatu eta beste biekin engranatu du.

Mekanismo hau hiru gupilez osatutako hertz zuzeneko engranaje arrunta da, zeinetan tarteko gupilak biraketaren noranzkoa aldatzen duen erredukzioan eragin eduki gabe. Engranaje honen gupilek behar bezala engranatu dezaten eta interferentziarik agertu ez dadin, atzera martxaren ardatzak besteekiko  $87,184^\circ$ -ko angelua osatu behar du (kalkuluen eranskineko 3.4.4.3)



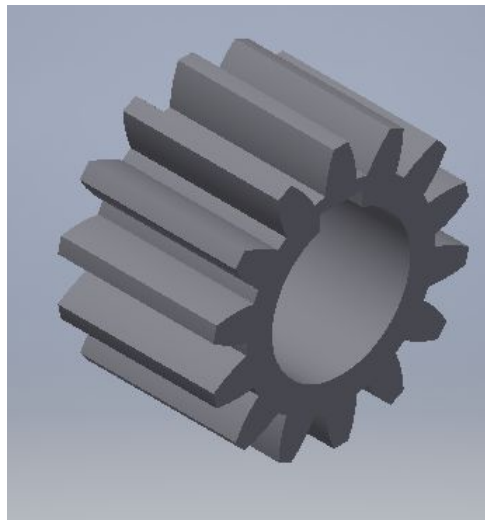
### **2.47 Irudia: atzeko martxaren konfigurazioa**

Aurreko prozedura berdina egiten da atzera martxako engranajearekin modulua aztertzerako orduan. Kasu honetan bitarteko ardatzaren gupil kritikoena izanda, horren modulua beste gupileei ezartzen zaie (kalkuluen eranskineko 3.4.4.3). Atzera martxako engranajearen gupilen ezaugarri eta dimentsio nagusiak hurrengo taulan azaltzen dira:

<b>Gurpila</b>	<b>Martxa</b>	<b>z</b>	<b>m</b> [mm]	<b><math>\alpha</math></b> [°]	<b>b</b> [mm]	<b>d</b> [mm]	<b><math>d_k</math></b> [mm]	<b><math>d_b</math></b> [mm]
<b>13</b>	AM	14	4,5	20	45	63	72	51,75
<b>14</b>	AM	14	4,5	20	45	63	72	51,75
<b>15</b>	AM	40	4,5	20	45	180	189	168,75

**2.2 Taula: atzeko martxako gurpilen dimentsioak**

Gurpilen xehetasun gehiagotarako 4.dokumentua: Planoak jo.



**2.48 Irudia: atzeko martxako gurpil bat**

## 2.7.4.2 ARDATZAK

### 2.7.4.2.1 ARDATZ PRIMARIOA

Ardatz primarioa enbrageko biraketa jaso eta bitarteko ardatzera nahiz sekundarioa transmititzen duen ardatza da.

Enbragea bere gainean muntatzen da eta enbrage diskoa ardatzarekin ildaskatuta dago, bertatik biraketa igarotzen da enbragea enbragatuta dagoenean. Hasierako erredukzioaren gurpila mekanizatuta dauka biraketa bitarteko ardatzera transmititzeko. Gurpilaren alboan ildaskatu bat dauka martxa zuzenean sinkronizatzailearekin ardatz sekundarioa akoplatu eta zuzenean biraketa transmititzeko. Baita ere, ardatz sekundarioaren errodamendurako ahokalekua du, azken hau ardatz primarioan apoiatzen baita bi ardatzen lerrokatzea eta konexioa lortzeko. Hasierako erredukzioaren gurpilak, 1. gurpilak, dituen ezaugarri eta neurri nagusiak hurrengo taulan biltzen dira:

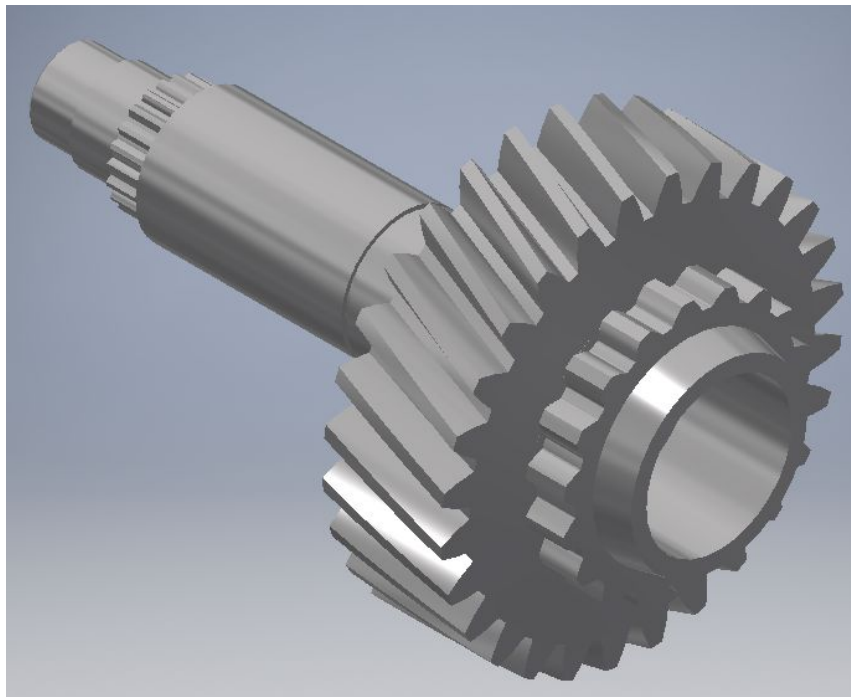
Gurpila	z	$m_r$ [mm]	$\alpha_r$ [°]	$\beta_a$ [°]	$b_a$ [mm]	d [mm]	$d_k$ [mm]	$d_b$ [mm]
1	28	4	20	20	37,6	119,188	127,188	109,188

**2.3 Taula: ardatz primarioaren gurpilaren dimentsioak**

Ardatza bere gaineko esfortzuak jasateko eta biraketa transmititzeko gai izan behar da, bere diametro nagusia 40 mm-koa da. Enbrage diskoarekin 35 mm-ko diametroa, 12 mm-ko luzera eta 1,5 mm-ko modulua duen DIN 5480 ildaskatua jarri da (kalkuen eranskineko 3.4.5.4 atalean). Enbrage diskoa ardatz primarioaren ildaskatutik lasaiera handiarekin desplazatzen da, horregatik, ildasatu horretan H8/e9 perdoia jarri da.

Ardatz primarioan eta gainontzeko ardatzetan ere erabilitako materiala 16MnCr5 altzairu aleazio zementatu eta tenplatu da, izan ere, material honek ardatzetako esfortzu exigenteak jasateko erresistentzia, gogortasun eta plastikotasun egokiak dauzka.

Ardatz primarioa bere gain muntatze diren elementuak baldintzatzen dute eta 207 mm-ko luzera totala dauka. Xehetasun gehiagotarako 4.dokumentua: Planoak ikusi.



**2.49 Irudia: ardatz primarioa**



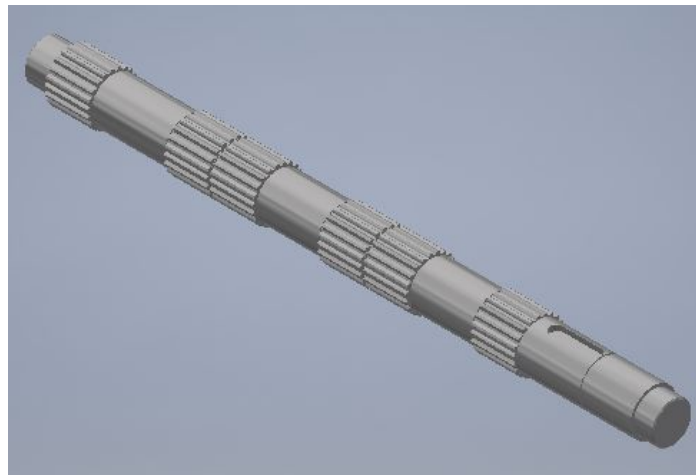
#### **2.7.4.2.2 BITARTEKO ARDATZA**

Bitarteko ardatza gurpil finkoak dituen eta ardatz primariotik sekundariora biraketa transmititzen duen ardatza da.

Biraketa hasierako erredukzioaren engranajearen bitartez heltzen da eta gurpilak ardatzetara ildaskatuak daude, ardatz eta gurpil guztiek batera biratzen dute. Atzera martxako gurpila DIN 6885-A txabetaren bidez lotzen da, izan ere, martxa hori gutxiagotan erabiltzen da eta hainbesteko exijentziak jasaten ez dituela suposatu da.

Ardatzak dagozkien exijentziei aurre egiteko eta ildaskatu bidez gurpil finkoak birarazteko, bere diametro orokorra 40 mm-koa da eta gurpil guztietan 45 mm-ko diametroan eta 2 mm-ko modulua duen DIN 5480 ildaskatua erabili da (kalkuluen eranskineko 3.4.5.4 atalean). Praktikan ardatzaren eta gurpilen arteko ildaskatua desplazamendurik edo lasaierarik egon behar ez denez, behartua den eta mailuzko muntaketa behar duen H7/k9 perdoia erabili da.

Bitarteko ardatzaren dimentsioak ardatz sekundarioarenak mugatzen dituzte beren gurpilak elkarrekin engranatzeko dutelako eta bere luzera 549,85 mm-koa da. Xehetasun gehiagotarako 4.dokumentua:Planoak ikusi.



**2.50 Irudia: bitarteko ardatza**

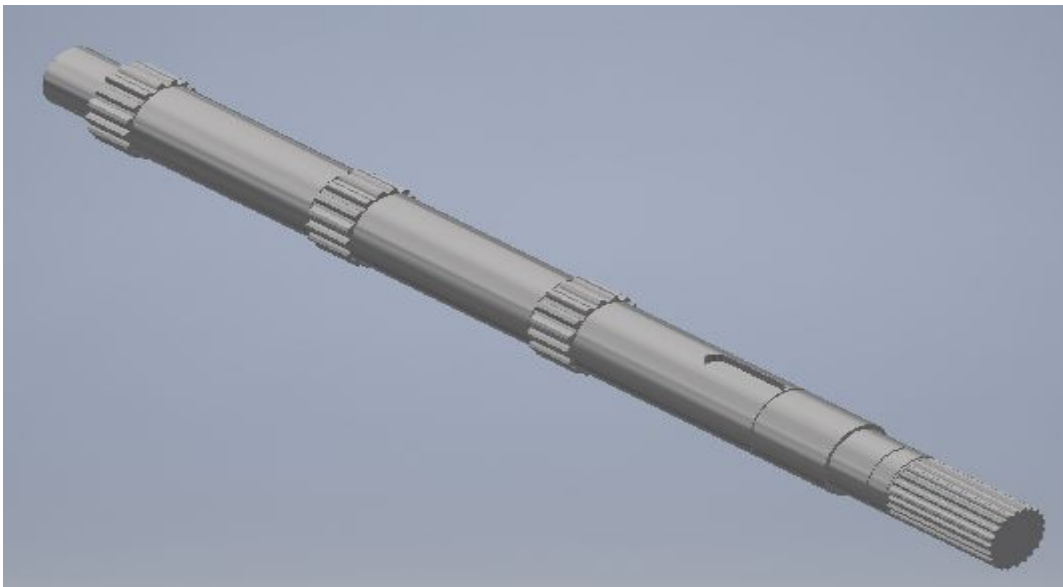
#### **2.7.4.2.3 ARDATZ SEKUNDARIOA**

Ardatz sekundarioan gurpil askeak eta horiek ardatzarekin batera birarazten dituzten sinkronizatzaileak dituen eta biraketa transmisio ardatzera transmititzen duen ardatza da.

Ardatzean muntatzen diren gurpil askeek ez dute ardatzarekin batera biratzen eta orrazdun errodamenduen gainean kokatzen dira marruskadura eta higadura minimizatzeko. Gurpil hauek etengabe bitarteko ardatzekoekin engranatuta daude eta beren potentzia jasotzen dute, baina hori ez da ardatz sekundariora heltzen. Sinkronizataileak gurpil aske horiek ardatzarekin batera biratzeaz arduratzen dira, gidariak aukeratutako martxaren gurpil askea finkatu eta biraketaren transmisioa gertatzen da. Zehazki, kubo sinkronizatailea ardatzera ildaskatuta dago eta sinkronizatailea bere gain desplazatu daiteke, bi hauek ere elkarri ildaskatuta daudela. Modu honetan, gidariak martxa bat hautatzean, urkilaren bidez sinkronizatailea martxaren gurpil askearen alboko arrasteko hortzekin akoplatu eta ardatzarekiko solidario bihurtzen du gurpila, ardatz sekundariora potentzia transmitituz. Atzera martxan ez dago sinkronizatailearen beharrik eta gurpila DIN 6885-A txabetaz lotzen da ardatzera.

Ardatzak funtzionamendu eskakizunak jasateko eta sinkronizataileen kuboekin ildaskatzeko, 45 mm-ko diametroa, 24 mm-ko luzera eta 2,5 mm-ko modulua duen DIN 5480 artekatua baliatu da. Gurpil finkoen kasuan bezala, ardatzaren eta kubo sinkronizataileen arteko ildaskaturako behartua den eta mailuzko muntaketa duen H7/k9 perdoia jarri da.

Ardatz sekundarioaren dimentsioak bere gainean muntatzen diren horzdun gurpilek eta sinkronizataileak markatzen dituzte eta bere luzera totala 578,2 mm-koa da. Xehetasun gehiagotarako 4.dokumentua: Planoak ikusi.



**2.51 Irudia: ardatz sekundarioa**

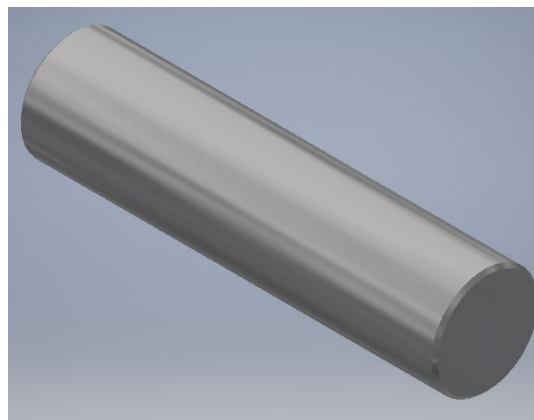
#### 2.7.4.2.4 ATZERA MARTXAKO ARDATZA

Atzera martxako ardatza bi muturretan karkasari landatuta dagoen eta atzera martxaren tarteko gurpila eusten duen ardatza da.

Atzera martxaren gurpila ez da ardatzaren solidarioa eta orrazdun errodamenduen gainean muntatzen da, gurpilaren zabalera handiagatik bi orrazdun errodamendu jartzen dira. Atzera martxa hautatzean urkilak gurpila desplazatu eta bitarteko eta sekundarioko gurpilekin engranatzeko du, errodamenduak gurpilekin batera mugitzen dira. Modu honetan, ardatz sekundarioa kontrako noranzkoa duen biraketa transmititzen dio.

Ardatzak betebeharrak betetzeko eta tarteko gurpila eusteko, 32 mm-ko diametroa ardatz osoari ezarri zaio (kalkuluaren eranskineko 3.4.5.2 atalean). Nola gurpila ardatzean zehar desplazatu behar den ardatz osoan zehar H7/he perdoia jarri da.

Atzera martxako ardatzaren dimentsioak bere gain doan tarteko gurpilaren eta bere desplazamenduak ezartzen ditu. Ardatz honen luzera 125 mm-koa da. Xehetasun gehiagotarako 4.dokumentua: Planoak ikusi.



**2.52 Irudia: atzeko martxako ardatza**

#### 2.7.4.3 SINKRONIZATZAILEAK

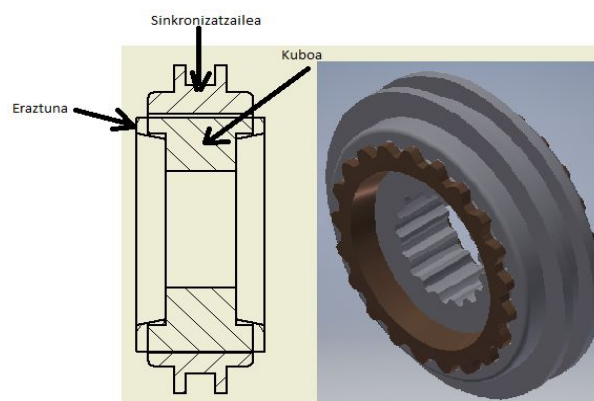
Sinkronizatzaileak ardatz sekundarioarekin gurpil askeak ardatzarekin birarazten dituzten osagaiak dira.

Sinkronizatzaileek kubo sinkronizatzailearen ildaskatuaren bidez ardatzarekin batera biratzen dute eta hauen gainean desplazagarria en sinkronizatzailea ildaskatuta dago. Honekin batera, sinkronizatzaileen eta gurpil askeen artean eraztun sinkronizatzaileak kokatzen dira eta enbrage konikoak bailiran, gurpil askea geldiarazi eta abiadura berdinduz sinkronizatzailearen eta gurpil askearen arrasteko horzen engranea leunagoa izatea ahalbidetzen du.

Martxa hautatzerakoan, urkilak sinkronizatzailea martxaren gurpil skerantz desplazatzen du. Honek aldi berean tartean dagoen eraztun sinkronizatzailea bultzatzen du eta honen eta gurpilaren arteko konikotasunak gurpil askea zertxobait balaztatzen du akoplatzea errazteko. Honi esker, sinkronizatzailea eta gurpilaren arrasteko hortzek hobeto engranatzten dute eta horrela sinkronizazioa burutzen da, sinkronizatzailearen eta kuboaren bitartez biraketa ardatz sekundariora ailegatzen da.

Gurpil askeen ezaugarriak direla eta, martxen sinkronizatzaileak ezberdinak dira. Kubo guztiak barne ildaskatu berdina dute 45 mm-ko diametroa, 24 mm-ko luzera eta 2 mm-ko modulua duen DIN 5480 ildaskatua. Baina kuboak duten kanpo ildastuak sinkronizatzailearen arabera desberdinak dira, 90 mm-ko, 80 mm-ko eta 70 mm-ko diametroa eta 4 mm-ko modulua duen DIN 5480 ildaskatua du. Kubo sinkronizatzaileak eta gurpilen arrasteko hortzek sinkronizatzailearekin eratzen duten ildaskatu horrek sinkronizatzailearen desplazamendua egotea utzi behar du, beraz, labainkorra den H8/h9 perdoia erabili da.

Sinkronizatzaileak eta kuboak 16MnCr5 altzairu aleazio zementatu eta tenplatukoak dira sinkronizazio prozesuan sortzen diren esfortzuak eta higadura jasateko gaitasun handia duelako. Eratzun sinkronizatzaileetarako, aldiz, 1705-RG10 estainuzko brontzezkoak dira. Sinkronizatzaileen xehetasun gehiagotarako 4.dokumentua: Planoak ikusi.



### **2.53 Irudia: sinkronizatzaile baten despiezaketa**

#### 2.7.3.4 ERRODAMENDUAK

Errodamenduak ardatz birakorrak eta gurpil askeak eutsi eta beren kargak xurgatzen dituzten elementuak dira.

Mota eta tamaina anitzeko errodamenduak daude eta beren barneko elementu errodatzaileek (bola, arrabolak...) ezaugarri eta izaera desberdineko kargak jasateko eta xurgatzeko ahalmena dute, modu honetan osagai birakorrak beste osagai finkoetan nahiz birakorretan apoiatu daitezke marruskadura eta higadura minimizatuz.

Errodamenduak elementu normalizatuak eta komertzialak dira eta errodamendu eta ixte-eraztunak fabrikatzen dituen SKF enpresaren katalogotik hartu dira, beren aukeraketa karga motak jasateko gaitasunaren eta espazio erabilgarriaren arabera burutu da. Hain zuzen ere, fabrikanteak ISO 281:1990 araudiaren arabera den karga gaitasun dinamikoa (nominala) oinarritzat hartzen du, zeini  $10^6$  ( milioi bat) birako iraupena eta %90-eko fidakortasuna ezartzen zaion.

Orokorrean beren barneko elementu errodatzailearen arabera lau errodamendu mota nagusi bereizten dira, gero horien arteko konbinaketak ere posibleak dira:

- Boladun errodamenduak: karga erradialak eta axialak jasan ditzateke, baina karga ahalmena besteetan baino txikiagoa da eta esfortzu txikiak eta biraketa abiadura handia den aplikazioetan erabiltzen dira.

- Arraboldun errodamenduak: karga erradial handiak jasan ditzateke, norabide erradialean karga ahalmen oso handia dute eta ez dute indar axialik jasaten.

- Arrabol konikodun errodamenduak: karga erradial altuak eta karga axialak noranzko batean jasan ditzateke, horregatik binaka jartzen dira bakoitzak noranzko batean karga axiala jasateko, muntaketa aurpegiak aurrez aurre edo bizkarrak elkarren kontra daudela izan daiteke.

- Orrazdun errodamenduak: karga erradial altuak jasan ditzateke eta espazio erradiala mugatua denean erabiltzen dira, tamanina txikiagoko arraboldun errodamenduak direla kontsideratu daiteke.

Kutxa aldagailuan erabilitako errodamendu guztiak ez dira berdinak eta beren kokapenegatik funtzio desberdinak betetzen dituzten errodamenduak daude, betiere indar axiala errodamenduetako batek edo biek batera xurgatu behar dute. Errodamendu guztiak beren ardatzarekiko birakorrak eta labainkorrak izan behar dira,

horregatik errodamendu guztietan eta dagozkien ardatzetan N7 gainazal akabera kalitatea eta H7/h7 perdoia jarri da.

Kutxa aldagailuko ardatzak biapoiatuak dira eta esfortzu handiak agertzen dira, kasuan kasuko indar eta espacio eskakizunen arbera ardatz bakoitzerako errodamendu egokienak aukeratu dira (kalkuluen eranskineko 3.4.6.1)

Ardatz primarioan hasierako erredukzioaren gurpiletik hurbilen dagoen euskarriak, F euskarriak, karga altuak jasan behar ditu, horregatik karga gaitasun erradial eta axial handia duen errotularako arraboldun errodamendua hautatu da. Berez, errotularako arraboldun errodamenduak inklinatuta dauden arrabol zilindrikoen bi ilara ditu eta karga axialak eta erradialak jasan ditzake. E euskarrian aldiz, karga gaitasun erradiala soilik duen arrabol zilindrokodun errodamendua jarri da.

Bestalde, bitarteko ardatzean A euskarriak karga gaitasun erradial eta axiala jasan behar du, horregatik, boladun errodamendua aukeratu da. B euskarrian aldiz, karga gaitasun erradiala soilik jasan behar du, arrabol zilindrokodun errodamendua hautatu da.

Bukatzeko, ardatz sekundarioan ardatz primarioan ahokatzen den euskarriak, C euskarriak, sekzio erradial txikia izan behar du eta karga gaitasun erradiala soilik duen orrazdun errodamendua aukeratu da. D euskarria, berriz, karga gaitasun erradiala eta axiala jasaten duen errotularako arraboldun errodamendua aukeratu da.

<b>Ardatz primarioiko errodamenduak</b>							
<b>Euskarria</b>	<b>Mota</b>	<b>Errodamendua</b>	<b>d</b>	<b>D</b>	<b>B</b>	<b>C (kN)</b>	<b>Co (kN)</b>
E	Arrabol zilindrikodun	NU 205 ECP	25	52	15	32,5	27
F	Errotularako Arraboldun errodamendua	22308 E	40	90	33	155	140
<b>Bitarteko ardatzeko errodamenduak</b>							
<b>Euskarria</b>	<b>Mota</b>	<b>Errodamendua</b>	<b>d</b>	<b>D</b>	<b>B</b>	<b>C (kN)</b>	<b>Co (kN)</b>
A	Boladun	QJ 307 MA	35	80	21	64	51
B	Arrabol zilindrikodun	N 207 ECM	35	72	17	56	48
<b>Ardatz sekundarioiko errodamenduak</b>							
<b>Euskarria</b>	<b>Mota</b>	<b>Errodamendua</b>	<b>d</b>	<b>D</b>	<b>B</b>	<b>C (kN)</b>	<b>Co (kN)</b>
C	Orrazdun	K32x46x32	32	46	32	62,7	83
D	Errotularako Arraboldun errodamendua	22207 E	35	72	23	88,8	85

### **3.4 Taula: ardatzetako errodamenduen aukeraketa**

Ardatz sekundarioiko eta atzera martxako gurpilek ardatzean gain higadura edo marruskadurarik gabe libre biratu ahal izateko, errodamenduetan muntatu behar dira (kalkuluen eranskineko 3.4.6.2).

Errodamendu hauek gurpilen banean ahokatzen direnez gero, sekzio erradial txikia eta karga gaitasun erradial altua izan behar dute. Horren ondorioz, gurpil askeetan orrazdun errodamenduak jartzea erabaki da, beren luzerak gurpilen zabalaren antzekoak izan behar direla. Kasu honetan gurpil aske bakoitzean 2 orrazdun errodamendua ipintzea hautatu da, ez baitzegoen gurpilen zabalera zeukaten orrazdun errodamendurik, horrexegatik 20 mm-ko zabalera duen errodamendua aukeratu da, eta binaka jarri dira. Gurpil askeen eta orrazdun errodamenduen arteko perdoia H7/h7 labainkorra da.

Atzera martxako gurpilaren kasuan kanpo eraztuna eduki behar du errodamenduak, gurpilean estu ahokatzeko eta gurpilearekin batera desplazatzeo, beraz, kanpoaldeko eraztunean behartua den eta mailuzko muntaketa behar duen H7/k9 perdoia ipini da, barnealdekoan, aldiz, beste errodamenduetan bezala, H7/h7 perdoia jarri da.



#### **2.54 Irudia: orrazdun errodamendua**

<b>Errodamendua</b>	<b>d</b>	<b>D</b>	<b>B</b>	<b>C (kN)</b>	<b>Co (kN)</b>
K40x48x20	40	48	20	34,7	58,5
NKS 32	32	47	22	74,1	96,5

**2.5 Taula: gurpil askeen errodamenduen aukeraketa**

### **2.7.5 TRANSMISIO ARDATZA**

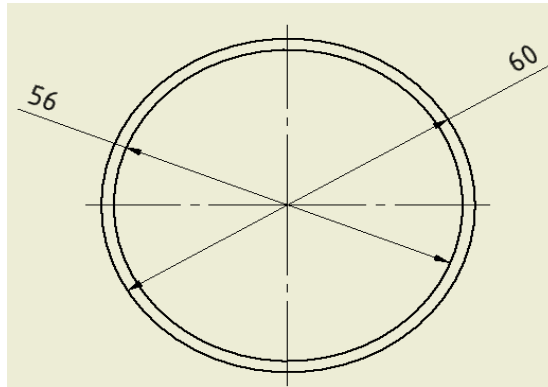
Transmisio ardatza potentzia leku batetik bestera transmititzeaz ardurutzen den elementua da. Atzeranzko trakzioa eta motor frontala duen auto batean, kutxa aldagailuaren (ardatz sekundarioa) irteeratik diferentzialera distantzia bat dago, eta potentzia eramatek transmisio ardatzak erabili ohi dira.

Kasu honetan autoaren dimentsioetan oinarrituta, 1 m-eko transmisio ardatza erabiliko da, transmisio ardatza beste osagaietara lotzeko kardan giltzadurak erabiltzen dira.

Orokorren, ardatz hutsak erabiltzen dira transmisio ardatzetan, ardatz beteak baino arinagoak dira eta, gainera, transmititu dezaketen pareta nahiko antzekoa da.

Erabiliko den ardatz zirkular hutsa 60x2 sekziokoa da (kalkuluen eranskinetako 3.5.2).

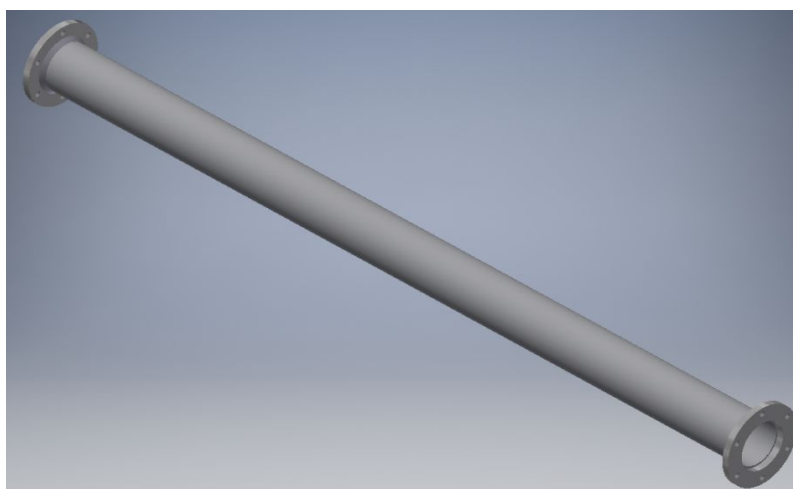




**2.55 Irudia: transmisio ardatzaren perfila**

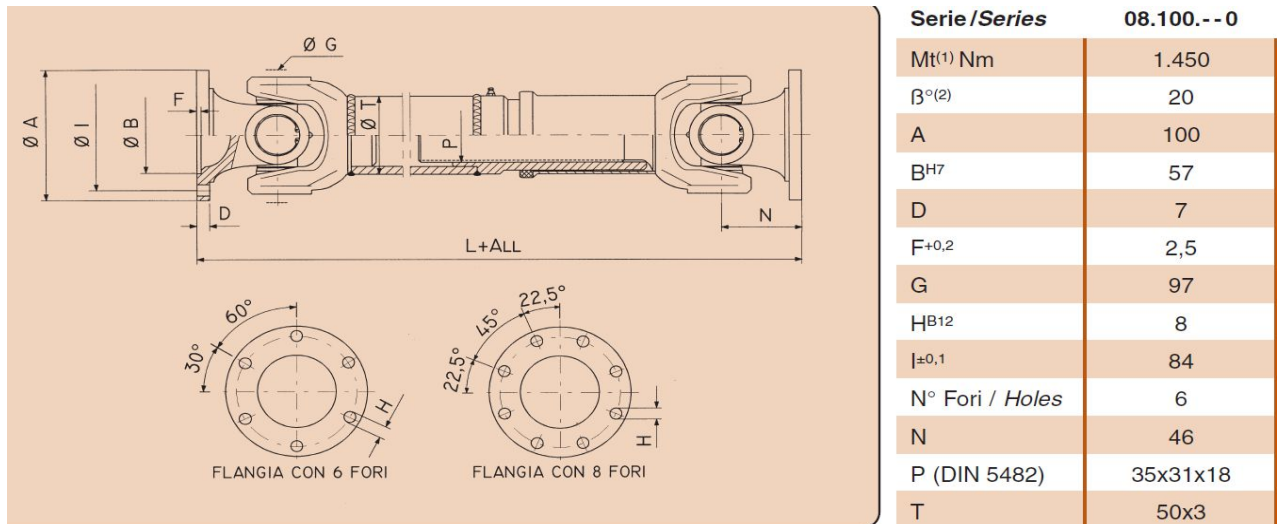
Transmisio ardatzaren kalkulua ASME kodearekin konprobatu da, ondoren abiadura kritikoa ere frogatu da. Izan ere, ardatza elementu birakorrak dira, beraien hutsegitea nekeagatik izango da, baina bere luzera handia denez abiadura kritikoa ere konprobatu behar da, ardatza erresonantzian ez del sartzen konprobatzeko (kalkuluen eranskineko 3.5.3)

Transmisio ardatzaren diseinurako S275 altzairu erabiliko da. Hau, kardan giltzadura bitartez lotzen dira kutxa aldagailuko ardatz sekundariora (irteera) baita diferentzialeko pinioia daukan ardatzera. Kardan giltzadurak transmisio ardatzera lotzeko ardatzean uztarri batzuk soldatzen dira. Hauek aukeratutako kardan giltzaduraren araberakoak dira. Baita ere kardan giltzadura ardatz sekundariora lotzeko akoplamendu ildaskatua erabiltzen da, azken hau, baita ere aukeratutako kardan giltzaduraren araberakoa izaten da. Azken hauen xehetasun gehiagotarako 4.dokumentua: Planoak ikusi.



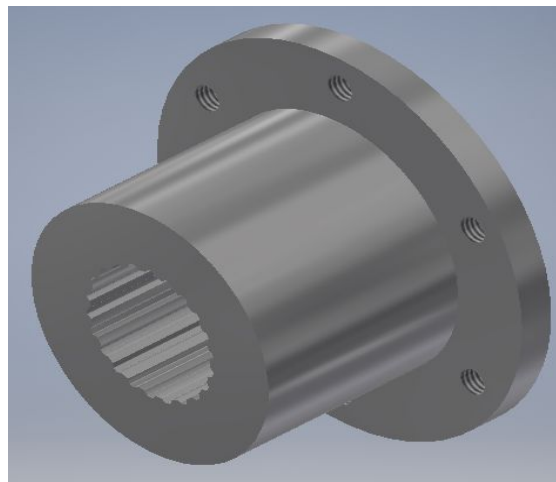
**2.56 Irudia: transmisio ardatza uztarriekin soldatuak**

Aukeratutako kardan giltzadura Trasmil fabrikatzailekoa da eta kardan giltzadura simple bat da, hurrengo erreferentzia dauka: SERIE 08.100.100, simple joint. Aurrean azaldu denez, honek baldintzatzen du bai transmisio ardatzeko uztarria baita akoplamendu ildaskatua.



### 2.57 Irudia: aukeratutako kardan giltzadura

Akoplamendu ildaskatuak 35 mm-ko diametroa, 60 mm-ko luzera eta 1,5 mm-ko modulua duen DIN 5480 ildaskatua du, ardatz sekundarioaren irteeran dagoen ildaskatu berdina, biak batera biratzeko asmoz. Ildaskatu honetan desplazamendurik edo lasaierarik egon behar ez denez, behartua den eta mailuzko muntaketa duen H7/k9 perdoia jarri da.



### 2.58 Irudia: ardatz primarioa eta kardan giltzadura lotzeko akoplamendua

### **2.7.6 DIFERENTZIALA**

Proiektu honetarako diferentzial konbentzional bat erabiltzea hautatu da diferentzial mota guztien artean. Automobila ez da deportibo bat eta diferentzial konbentzional batek daukan ezaugarri eta prestazioekin autoak beharreko nahiak beteko lituzke.

Diferentzialak transmisio ardatzetik heldutako biraketa erreduzitu eta palierren bitartez gurpil eragileetara transmititzen du, gurpil horien (palierren) artean abiadura diferentziak egotea ahalbidetzen du.

Diferentziala multzo konikoaz (eraso pinioia eta koroa) eta sistema diferentzialaz (planetarioak eta sateliteak) osatzen da eta hauek biraketa erreduzituz zeharkako norabidean jarri eta ardatz bereko gurpilek abiadura ezberdinak izatea ahalbidetzen dute hurrunez hurren.

Kalkuluen eranskineko 3.6 atalean aipatzen den moduan diferentzial konbentzional komertzial bat aukeratuko da, bete beharreko baldintza bakarra multzo diferentzialak 3-ko erredukzioa izatea da. Berez planetarioek eta sateliteek batera biratzen dute erredukziorik gabe eta diferentzialaren erredukzioa eraso pinioiaren eta koroaren arteko erlazioak gauzatzen du.

Diferentzialaren diseinua eta produkzioa engranaje koniko fabrikatzen dituen konpainia aditu baten eskuetan usten da: GRUPOS DIFERENCIALES SA.

### **2.8 PLANIFIKAZIOA**

Proiektuaren gauzatzea planifikatzeko, Gantt-en diagramaren bitartez transmisioa fabrikatzeko beharrezkoak diren denborazko ezaugarriak zehaztu dira. Honen bidez modu grafikoan fase edo ekintza bakoitzaren iraupena denboran zehar aztertzen da eta beren iraupenak eta epeak kontsideratuz, planifikazioa ezarri eta amaiera data aurreikusi daiteke.

Transmisio sistema egiteko hasierako data 2018ko otsailaren 19an finkatu da, astelehena dena. Data horretatik abiatuta proiektuko transmisio sistemaren osagaien fabrikazioaren eta muntaketaren iraupenak definitu eta amaiera data determinatu daiteke. Ondorengo zerrendan prozeu bakoitzare iraupenak biltzen dira:

- Elementu komertzialak, enbragea eta diferentziala eskatu: Martxoak 5-rako eduki behar dira elementu guztiak, egun horretan transmisio sistema osoa muntatuko baita.
- Kutxa aldagailuaren mekanizaketa eta muntaketa: 7 egun.
- Transmisio ardatzaren fabrikazioa eta muntaketa (soldadura barne): 3 egun.
- Transmisio sistema osoaren muntaketa: 4 egun.
- Transmisio sistemaren amaierako entsegu eta frogapenak: 2 egun.

Prozeu hauen barnean kasuan kasuko tratamenduak, kalitate kontrolak eta abar kontsideratu dira, fabrikazioaren eta muntaketaren egokitasuna konprobatzeko ezinbestekoak dira eta.

Prozesu hauek burutzeko lanordu estandarra zehaztu da, non lanegunak astelehenetik ostiralera bitartekoak diren eta egun bakoitzean 8 orduz lan egiten den. Jarraian transmisio sistemaren lanen dagokion Gantt-en diagrama azaltzen da.

GANTT-EN LANEN DIAGRAMA																							
LANA	2018																						
	OTSAILA							MARTXOA															
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 Elementu komertzialak eskatu																							
2 Kutxa aldagailua																							
3 Transmisio ardatza																							
4 Muntaketa																							
5 Frogapena																							
6 Kalitate kontrola																							
7 Proiektuaren gauzatzea																							

**2.6 taula: Gantt-en diagrama**

Aurreko Gantt-en diagrama aztertuz, transmisio sistemaren fabrikazio eta muntaketarako beharrezkoa den lanegun kopurua 17 egunekoa da. Hasieran zehaztutako epe eta iraupenak betetzen badira, proiektuaren gauzatzea 2018-ko martxoaren 13an bukatuko dela aurreikusten da.

## 2.9 KALITATE PLANA

7.Dokumentuan: Ikerlanak, segurtasun arau guztiak aztertuko dira eta hauek betetzeko beharrezko dokumentazioa eta normak jarraituko dira. Modu honetan transmisio seguru bat lortzeko.

## 2.10 PROIEKTUAREN KOSTUA

Aurrekontuan oinarrituta, proiektuaren kostua hurrengoa da:

**AURREKONTU OSOA:.....7018,41 €**

Proiektuaren kostu osoa zazpi mila hamazortzi eta berrogeita bat zentimokoa da. Honi dagozkion xehetasun guztiak 6.Dokumentuan: Aurrekontuak atalean adierazten dira.