

INGENIARITZA MEKANIKOKO GRADUA
GRADU AMAIERAKO LANA

***AUTOMOBIL BATEN ABIADURA-KAXAREN
DISEINUA***

2. DOKUMENTUA- MEMORIA

Ikaslea: Lertxundi, Saez, Eneko

Zuzendaria : Santos, Pera, Juan Antonio

Ikasturtea: 2018-2019

Data: Bilbon, 2019ko otsailaren 9an

2. DOKUMENTUA: MEMORIA

2.1. PROIEKTUAREN HELBURUA.....	4
2.2. PROIEKTUAREN HEDADURA.....	5
2.3. ARAUDIAK ETA ERREFERENTZIAK.....	6
2.3.1. LEGE ARAUDIAK ETA ARAUAK.....	6
2.3.1.1. Proiektuaren dokumentaziorako arauak	6
2.3.1.2. Transmisioaren diseinurako arauak	6
2.3.1.3. Segurtasun arauak.....	7
2.3.2. BIBLIOGRAFIA	7
2.3.2.1. Liburuak.....	7
2.3.2.2. Katalogoak.....	8
2.3.2.3. Webguneak	8
2.3.3. KALKULU PROGRAMAK	8
2.4. DEFINIZIO ETA LABURDURAK	9
2.4.1. DEFINIZIOAK	9
2.4.2. LABURDURAK	9
2.5. DISEINURAKO BALDINTZAK.....	11
2.6. EBATZIEN AZTERLANA	12
2.6.1. TRANSMISIO SISTEMA.....	12
2.6.1.1. Aurreko trakzioa	12
2.6.1.2. Atzeko trakzioa eta motorra aurrean.....	13
2.6.1.3. Atzeko trakzioa eta motorra atzean.....	14
2.6.1.4. Propultsio bikoitza.....	14
2.6.1.5. Guztizko trakzioa edo 4x4	15
2.6.2. ENBRAGEA.....	16
2.6.2.1. Frikziozko enbrageak.....	17
2.6.2.1.1. Osagaiak nagusiak	17
Enbragearen diskoa.....	17
Presio platera	18
Desenbragatze zorroa	19
Inertzia bolantea	19
2.6.2.1.2. Muntaketa eta funtzionamendua	19
2.6.2.1.3. Frikziozko enbrage motak	20

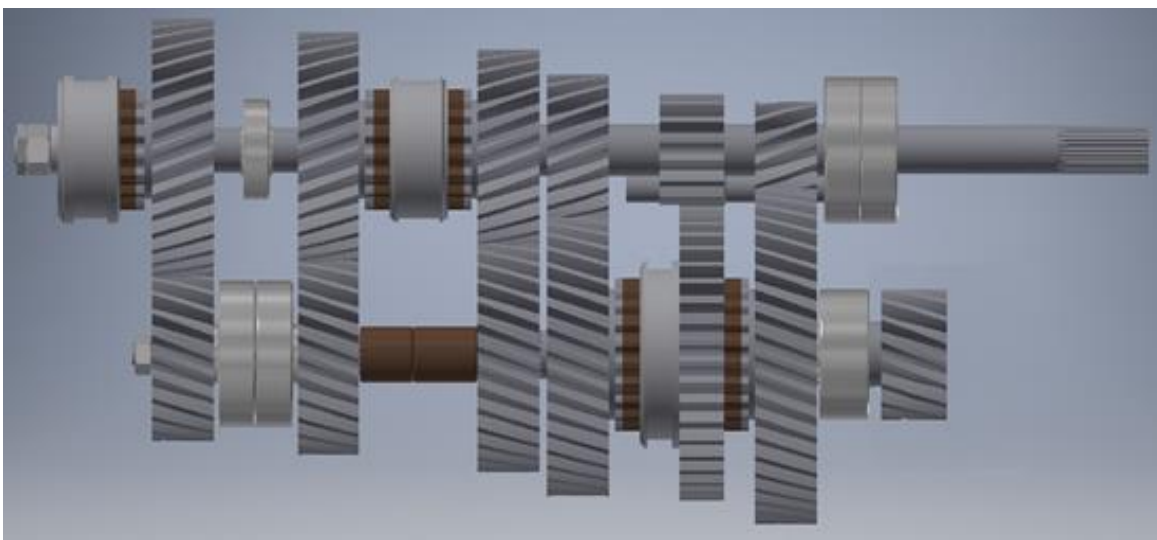
Malgukizko enbragea	20
Diafragmazko enbragea	20
Enbrage automatikoa	20
Disko anitzeko enbragea	21
Akzionamendu elektromagnetikoko enbragea	21
Frikziozko kono bidezko enbragea	21
2.6.2.1.4. Aginte sistema motak.....	21
2.6.2.2. Enbrage hidraulikoa	21
2.6.2.3. Enbrage elektromagnetikoa.....	22
2.6.2.4. Enbrage mixtoa	22
2.6.3. ABIADURA-KAXA	23
2.6.3.1. Abiadura-kaxa manuala.....	23
2.6.3.1.1. Ardatzak	24
Ardatz primarioa	24
Bitarteko ardatza.....	24
Ardatz sekundarioa	24
Atzeranzko martxaren ardatza.....	24
2.6.3.1.2. Engranajeak.....	24
Hortz zuzeneko engranajeak.....	24
Hortz helikoidaleko engranajeak.....	25
2.6.3.1.3. Sinkronizatzailak.....	25
2.6.3.1.3. Eskuzko abiadura-kaxa motak.....	26
Bi ardatzeko abiadura-kaxa	26
Hiru ardatzeko abiadura-kaxa	28
2.6.3.2. Abiadura-kaxa automatikoa	29
2.6.3.2.1. Pare bihurtzaileko abiadura-kaxa	30
2.6.3.2.2. Etengabeko transmisio aldakorra (CVT, Continuous Variable Transmission) .	31
2.6.3.2.3. Enbrage bikoitzeko abiadura-kaxa (DSG, Direct Shift Gearbox)	32
2.6.4. MUGIMENDUAREN TRANSMISIOA	33
2.6.4. MULTZO ERREDUKTOREA ETA DIFERENTZIALA	35
2.6.4.1. Multzo erreduktorea	35
2.6.4.1.1. Pinoi eta koroa helikoidala	36
2.6.4.1.2. Pinoi eta koroa konikoa (Multzo konikoa)	36
2.6.4.1.2. Biderketa bikoitzeko erreduktorea	37

2.6.4.2. Diferentziala	38
2.6.4.2.1. Diferentzial konbentzionalak	38
2.6.4.2.1. Diferentzial kontrolatuak	39
<i>Planetarioaren gelditze bidezko blokeoa (Eskuzkoa)</i>	40
<i>Blokeo automatikodun diferentziala</i>	40
2.6.4.2.1. Tortsen diferentziala	42
2.7. HARTUTAKO EBATZIA	44
2.7.1. Transmisio sistema	44
2.7.2. Enbragea	44
2.7.3. Abiadura-kaxa	45
2.7.3.1. Engranajeak	50
2.7.3.2. Ardatzak	51
2.7.3.2.1. Ardatz primarioa	51
2.7.3.2.2. Ardatz sekundarioa	53
2.7.3.2.3. Atzeranzko martxaren ardatza	54
2.7.3.3. Errodamenduak	54
2.7.3.3.1. Bolazko errodamenduak	55
2.7.3.3.1. Arraboldun errodamenduak	56
Ardatz primarioko arraboldun errodamendua	56
Ardatz sekundarioko arraboldun errodamendua	56
2.7.3.3.1. Orrazdun errodamenduak	57
1. martxako gurpil askearen errodamendua	57
2. martxako gurpil askearen errodamendua	57
3. martxako gurpil askearen errodamendua	58
4. eta 5. martxetako gurpil askeen errodamendua	58
Atzeranzko martxako pinoiaren errodamendua	58
2.7.3.3.4. Sinkronizatzaileak	59
2.7.5. Erreduktorea eta diferentziala	60
2.8. PLANIFIKAZIOA	61
2.9. KALITATE PLANA	63
2.10. PROIEKTUAREN KOSTUA	63

2.1. PROIEKTUAREN HELBURUA

Proiektu honen helburua auto baten transmisio sistemaren atala den abiadura-kaxa osatzen duten elementuen kalkulu eta diseinu mekanikoa egitea da, horretarako, diseinua baldintzatzen duten transmisioaren gainerako atalak ere diseinatuko direlarik.

Zehazki, SEAT Leon 1.6 TDI 85kW (115 CV) autoarentzako abiadura-kaxa diseinatuko da. Auto honek, **115 CV-ko potentzia maximoa** eta **250Nm-ko pare maximoa** eragiten dituen motorra dauka.



2.1. Irudia. Abiadura-kaxa.

Proiektuaren egilea: Lertxundi Saez, Eneko.

NAN zenbakia: 79004280-Q

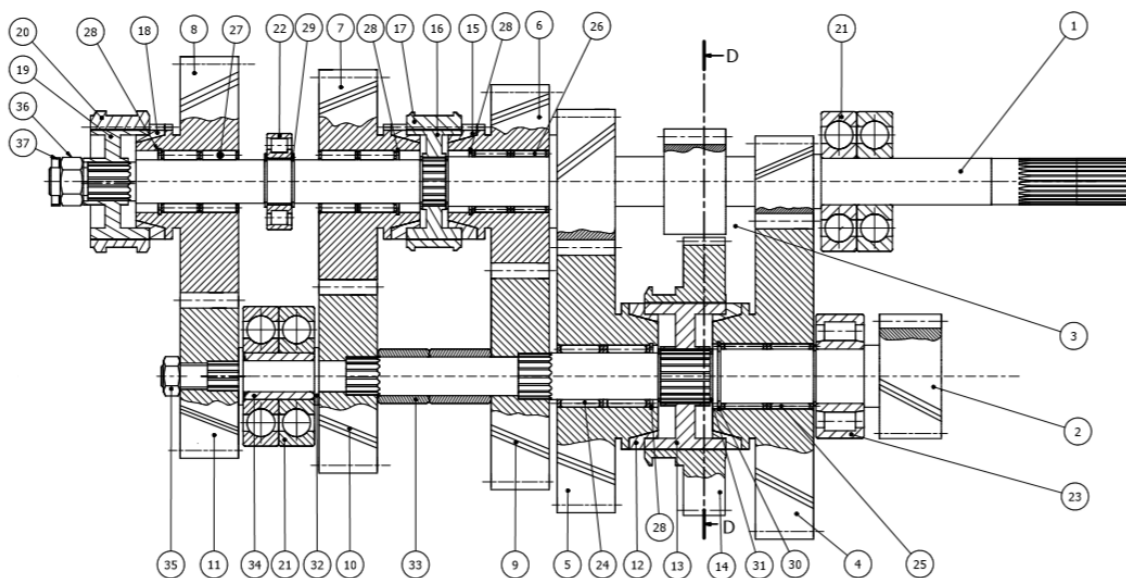
2.2. PROIEKTUAREN HEDADURA

Proiektua teknikoa da eta atal mekanikoa izango du aztergai. Hortaz, elementu mekaniko guztien azterketa eta diseinua egingo da eta ez ditu proiektuarekin zerikusia duten alderdi hidrauliko, elektriko edo elektronikoak jorratuko.

Bestalde, diseinu proiektua den heinean, UNE 157001-2002 araudiaren araberako sortze faseak bereganatuko ditu eta honek zehazten duen dokumentazioa aurkeztuko da. Ez da ekoizpen proiektu bat, alderdi hori beste teknikari batzuen esku utziko da.

Diseinu funtzionalari dagokionez, honako irizpide nagusi hauek kontuan hartuko ditu proiektuak:

- Autoaren enbrageak, motorraren biraketa nahieran akoplatu eta desakoplatzeko aukera emango du.
- Abiadura-kaxak motorretik jasotako biraketaren abiadura eta pareta aldatuz, autoa ezaugarri teknikoek zehaztutako gidatze-baldintzetara egokitzeko gai izan beharko da.
- Abiadura-kaxak aurreranzko 5 abiadura eta atzeranzko bat izango du.
- Abiadura bakoitzaren transmisio-erlazioa autoaren ezaugarri teknikoetan zehaztutakoa izan beharko da.
- Autoa ibilbide kurbatuan dabilenean, biraketa gurpiletan banatuko da hauen irristadura galaraziz.



2.2. Irudia. Abiadura-kaxa.

2.3. ARAUDIAK ETA ERREFERENTZIAK

2.3.1. LEGE ARAUDIAK ETA ARAUAK

2.3.1.1. Proiektuaren dokumentaziorako arauak

ARAUA	GAIA
UNE 157001-2002	Proiektuaren irizpide orokorrak
ISO 2768-m	Perdoi orokorra
UNE 1-011	Planoen tamaina
UNE 1-026-83/1	Eskalak
UNE 1-026-83/2	Planoen formatua
UNE 1-027-95	Planoen tolestea
UNE 1-032-82	Marrazketa teknikoaren oinarriak
UNE 1-034-71/1	Idazkera
UNE 1-035-95	Errotulazio kutxa
UNE 1-135-89	Osagaien zerrenda
UNE 1-100-83	Osagaiekiko erreferentziak
UNE 50132	Dokumentuen zenbakikuntza
UNE 1-037-86	Gainazal akaberak
UNE 1-039-94	Akotazioa
UNE EN 22768-2	Perdoi geometrikoak
UNE EN 20286-1	Perdoi dimentsionalak

2.1. Taula. Dokumentazioaren arauak.

2.3.1.2. Transmisioaren diseinurako arauak

ARAUA	GAIA
ISO 18004-1	Engranajeak. Hiztegia eta definizio geometrikoak
ISO 2203	Engranajeentzako ohiko sinboloak
UNE 18005	Engranajeen moduluak
UNE 18016	Engranaje zilindrikoak
UNE 18018	Transmisioetarako ardatzak
ASME B106.1M	Transmisio ardatzen diseinua
Une 18048	Horzdun gurpilentzako ISO prezisio sistema
UNE 18066	Engranajeak. Zuzenak eta helikoidalak

UNE 18068	Engranaje zilindrikoak. Planoetan adierazi beharreko datuak
ISO 15	Errodamendu erradialak
DIN 625	Boladun errodamenduak
ISO 104	Errodamendu axialak
ISO 281	Errodamenduen orokortasunak
ISO 1206	Orrazdun errodamenduak
DIN 988	Zirrindola laua
DIN 471	Segurtasun eraztuna (ardatzak)
DIN 472	Segurtasun eraztuna (zuloak)
DIN 5480	Hortz bilkariko ildaskatua
DIN 7969	Segurtasun azkoina
DIN 2391	Materialen ezaugarriak

2.2. Taula. Transmisioaren arauak.

2.3.1.3. Segurtasun arauak

ARAU	GAIA
UNE-EN ISO 12100	Segurtasuna makinetan. Diseinurako printzipio orokorrak
UNE-EN ISO 13849-1	Segurtasuna makinetan. Arrisku egoeren sailkapena
UNE-EN ISO 13855	Segurtasuna makinetan. Babesleen kokapena
UNE-EN ISO 13857	Segurtasuna makinetan. Segurtasun distantziak
UNE-EN ISO 1299	Bibrazioak eta talka mekanikoak
UNE-EN ISO 981	Segurtasuna makinetan. Arrisku seinale sistemak eta ikus-entzunezko informazioa

2.3. Taula. Segurtasun arauak.

2.3.2. BIBLIOGRAFIA

2.3.2.1. Liburuak

- Cascajosa, M. "Ingenieria de Vehiculos", Tebar. Madrid (2008).
- Muñoz gracia, F. "Calculo teorico-practico de los elementos y grupos del vehiculo industrial y automovil I", Dossat. España.
- Muñoz gracia, F. "Calculo teorico-practico de los elementos y grupos del vehiculo industrial y automovil II", Dossat. España.

- Niemann, G., Machine elements: design and calculation in mechanical engineering, Springer, Berlin (1978).
- Norton, R.L., Machine design: an integrated approach, Prentice Hall, New Jersey (2000).
- Decker, K., "Elementos de maquinas", Urmo, Bilbao.
- Abasolo, M., Navalpotro, S., Iriondo, E., "Diseño de maquinas". Euiti Bilbao.
- Santos, J.A., Perez, A., "Ingeniaritza proiektuak", Bilboko IITUE, Bilbo (2008).

2.3.2.2. Katalogoak

- SACHS
- SKF
- ThyssenKrupp
- Beneri

2.3.2.3. Webguneak

- www.skf.com
- www.aftermarket.zf.com
- www.ro-des.com
- www.aficionadosalamecanica.com
- www.aenor.com
- www.sidenor.com
- www.insht.es

2.3.3. KALKULU PROGRAMAK

- Autodesk Inventor Professional 2016
- Microsoft Excel 2010
- Project Libre
- GIM softwarea

2.4. DEFINIZIO ETA LABURDURAK

2.4.1. DEFINIZIOAK

- **Indarra:** Solido batek beste gorputz baten gainean eragiten duen ekintza fisikoa..
- **Momentua:** indar batek gorputz bat puntu baten inguruan birarazteko duen joera.
- **Karga:** Gorputz baten gainean egindako indarra.
- **Tentsioa:** Pieza edo gorputz batek jasan ditzakeen barneko kargak, trakzio edo konpresiozkoak.
- **Erresistentzia:** Gorputz batek edozein gertaeraren aurrean, hau jasateko daukan gaitasuna.
- **Erresistentzia tentsioa:** pieza batek hausturarik gabe jasan dezakeen indarraren balio maximoa, piezaren materialaren arabera nagusiki.
- **Abiadura:** Denbora unitateko desplazamendua (biraketa edo lerro zuzenean).
- **Azelerazioa:** gorputz batek denbora unitatean jasandako abiadura aldaketa.
- **Potentzia:** Denbora unitatean burututako lan edo energia kantitatea.
- **Errendimendua:** Sistema edo mekanismo batek erabilgarri duen energiaren eta sistemari emandako energiaren arteko erlazioa ehunekotan.
- **Bizi-iraupena:** Material bat diseinatzerako orduan esleitu zaion erabilpen iraupena 10^6 bira edo ziklotan neurtua.

2.4.2. LABURDURAK

\emptyset_g : Gurpilen diametroa

R_r : Errodaturagatiko erresistentzia

R_p : Maldagatiko erresistentzia

m : Autoaren pisua

R_j : Inertziagatiko erresistentzia

j : Azelerazioa

R_a : Erresistentzia aerodinamikoa

C = Erresistentzia aerodinamikoaren koefizientea

g = Grabitatearen azelerazioa (m/s^2)

δ = Airearen pisu espezifikoa baldintza normaletan

V = Autoaren abiadura erlatiboa abiadurarekiko (m/s)

S = Autoaren gainazal nagusia (m^2)

V_1 : Hasierako abiadura

V_2 : Bukaerako abiadura

V_{max} : Abiadura maximoa

t : Denbora

$M_{enbrage}$: Enbragearen marruskadura momentua

p : Presio espezifikoa

N : Indar normala

A : Azalera

F_m : Marruskadura indarra

μ : Marruskadura koefizientea

r_{bb} : Frikzio gainazalaren batz besteko erradioa

R_{barne} : Barne erradioa

R_{kanpo} : Kanpo erradioa

V_{irrist} : Irristadura abiadura

F_a : Indar axiala

F_t : Indar tangenziala

h : Hortzaren altuera

Z : Hortz kopurua

Z_n : Hortz zuzen kopurua

L_{art} : Artekatuaren luzera

i_d : Diferentzialaren transmisio erlazioa

i_x : x martxaren transmisio erlazioa

n_g : Gurpilen biraketa abiadura

n_m : Motorraren biraketa abiadura

a : Ardatzen arteko distatantzia

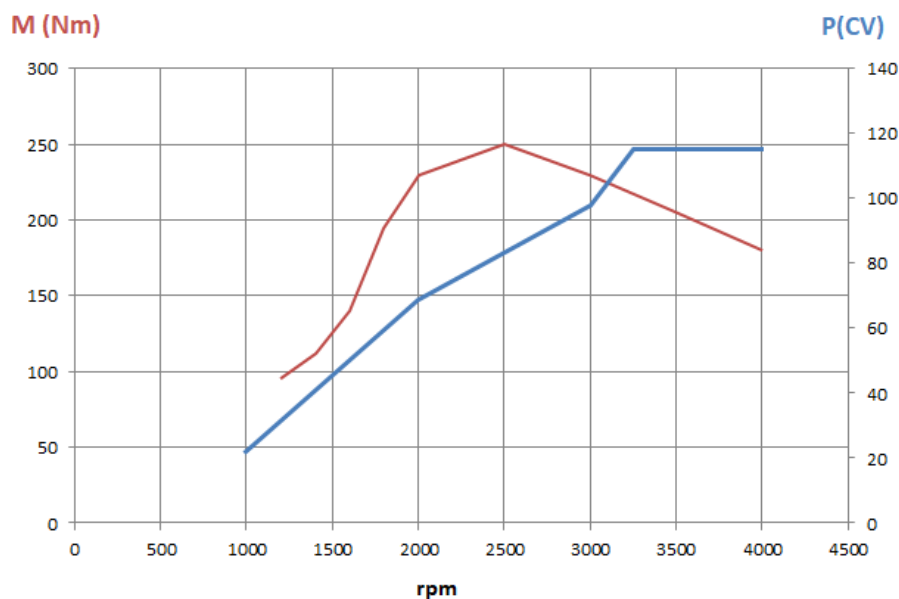
2.5. DISEINURAKO BALDINTZAK

Abiadura-kaxaren SEAT Leon 1.6 TDI 85kW (115 CV) auto modeloentzako diseinatuko da, beraz, bere ezaugarri teknikoak kontuan hartuko dira.

Diseinurako beharrezkoak diren autoaren ezaugarri nagusiak, motorraren potentzia (115 CV 3500 rpm-tara) eta pare maximoa (250 Nm 2500 rpm-tara) dira. Izan ere, horiek dira abiadura-kaxa transmititu eta biderkatu beharko dituen balioak.

Horrekin batera, abiadura-kaxak honako espezifikazioak kontuan hartu beharko ditu:

- Transmisio mota: Eskuzkoa, 5 martxa aurrera eta 1 atzera.
- Abiadura-maximoa: 197 km/h
- Azelerazioa 0-100 km/h: 9,8 s
- Karga maximoa: 1810 kg
- Gurpil mota: 205/55 R16 91V



2..3. Irudia. SEAT Leon autoaren motorraren potentzia kurba

2.6. EBATZIEN AZTERLANA

2.6.1. TRANSMISIO SISTEMA

Ibilgailu baten transmisio sistema hainbat osagai mekanikoz dago osaturik (enbragea, abiadura-kaxa, diferentziala, etab.) eta bere helburua motorraren biraketa gurpiletara transmititzea da, pare eragilea gidatze baldintzen arabera egokituz.

Gidatze baldintza horiek ibilgailuaren mugimenduan eragina duten hainbat faktoreren arabera dira, haien artean eragin garrantzitsuena dutenak honakoak izanik: lurzoru mota, lurzoruaren malda, airearen indarra, ibilgailuaren karga eta abiadura.

Transmisio sistema, motorretik jasotako biraketaren pare egokituz faktore horiek eragindako baldintza ezberdinetan ibilgailua mugiarazteko gai izan beharko da. Horretarako, hiru funtzio nagusi beteko ditu:

- Motorraren biraketa akoplatu eta desakoplatu, enbragearen bidez.
- Biraketa pare handitu edo murriztu, abiadura-kaxaren bidez.
- Biraketa gurpiletara transmititu, diferentzialaren eta transmisio ardatzen bidez.

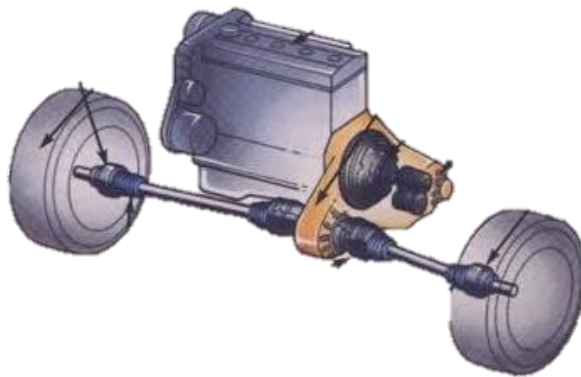
Autoen kasuan, transmisio sistema motorraren posizioaren (aurrean edo atzean) eta mugimendua jasotzen duten gurpilen arabera da.

Mugimendua aurreko gurpilek jasotzen badute “aurreko trakzioa” deitzen zaio sistemari eta atzekoek jasotzen badute, berriz, “atzeko trakzioa”. Mugimendua lau gurpiletara transmititzekotan “guztizko trakzioa” edo 4x4 izena ematen zaio transmisio sistemari.

Hiru sistema horietan funtzionamendu printzipio berak aplikatzen dira, baina eraikuntza ezberdina izango dute.

2.6.1.1. Aurreko trakzioa

Potentzia baxu edo ertaineko autoetan erabiltzen da konfigurazio mota hau, non aurreko gurpilek aldi berean eragileak eta gidariak diren. Transmisio ardatzaren beharra ekiditen du transmisioa zuzenean kaxatik gurpiletara eginez, eta abiadura-kaxa eta diferentziala multzo bakarrean batzea ahalbidetzen du, sistema osoaren tamaina murriztuz. Diferentzialaren eta gurpilen arteko loturak gurpilen oszilazioa eta desplazamendua ahalbidetu behar du, horretarako, muturretan “junta homozinetiko” izeneko junta elastikoak dituzten ardatzak erabiltzen dira.



2.4.Irudia. Aurreko trakzioaren eskema.

Konfigurazio honen abantailak honako hauek dira:

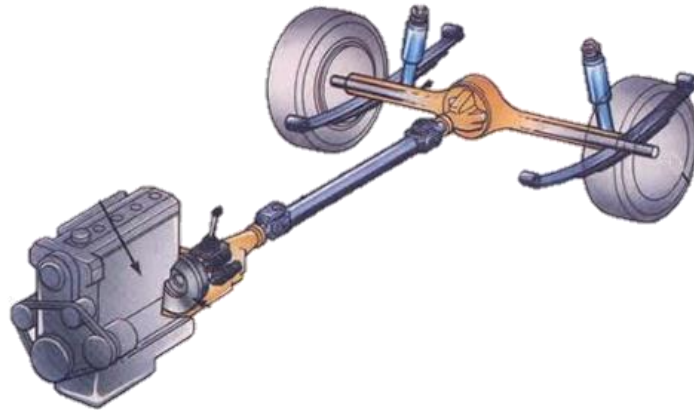
- Pisua murrizketa, osagai kopuruaren murrizketa dela-eta
- Motorra zeharka muntatzeko aukera, autoaren luzera murriztuz eta barruko espazio handituz.
- Egoera kritikoetan gidatzeko erraztasun handiagoa aurkezten du,
- Egonkortasun handiagoa, eta ondorioz, segurtasun handiagoa.
- Erregai kontsumo txikiagoa

Aurreko arrazoi guzti horiek direla-eta, aurreko trakzioa irtenbiderik egokiena izango da SEAT Leon autoarentzako.

Bestalde, aurreko trakzioaren desabantailarik garrantzitsuenak, gelditu-etiko azelerazio murriztuagoa eta biraketa pareen transmisio handiagoa dira. Azken honen ondorioz, transmisioaren elementu ezberdinek karga handiagoak jasan beharko dituzte. Era berean, potentzia handiekin zoruarekiko egonkortasuna galtzen du.

2.6.1.2. Atzeko trakzioa eta motorra aurrean

Transmisioaren konfigurazio hau potentzia handiko motorrak dituzten auto eta kamioietan aurkitzen da eta "propulsio" izenez ezagutzen da. Kasu honetan, abiadura-kaxa motorrarekin aurrean eta diferentziala atzeko ardatzean daude eta bien arteko lotura deformazioen eragina murrizteko junta elastikoak dituen transmisio ardatz baten bidez egiten da. Kasu honetan, diferentzialaren eta gurpilen arteko lotura palier izeneko ardatzen bidez egiten da eta motorra luzetara muntaturik doa.



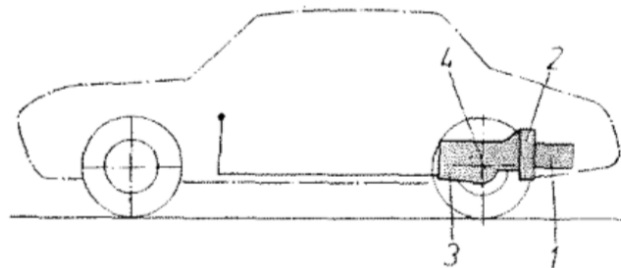
2.5. Irudia. Atzeko trakzioaren eskema.

Sistema honen abantailak kargen banaketa orekatuagoa (aurreko eta atzeko ardatzen artean) eta horren ondoriozko egonkortasun handiagoa eta pausagunetik azelerazio handiagoa lortzen duela dira. Izan ere, pisua atzeko gurpiletara transmititzen denez hauek gutxiago irristatuko dute. Azken honengatik ere, bihurtuneetan aurreko trakzioarekin baino abiadura handiagoa lortzen da.

Desabantailei dagokienez, fabrikazio kostu altuagoa (osagai kopuru altuagoa duelako) eta norabidea kontrolatzeko zailtasun handiagoa dira garrantzitsuenak. Era berean, sistemak motorra luzetara muntatzea behartzen du eta horrek autoaren barruko espazioa murriztea.

2.6.1.3. Atzeko trakzioa eta motorra atzean

Motorraren posizioa luzetarakoa edo zeharkakoa izan daiteke eta kate zinematikoa aurreko trakzioak duenaren berdina da. Ez da ohikoa egungo autoetan, arazoak sortzen dituelako motorraren hozketan.

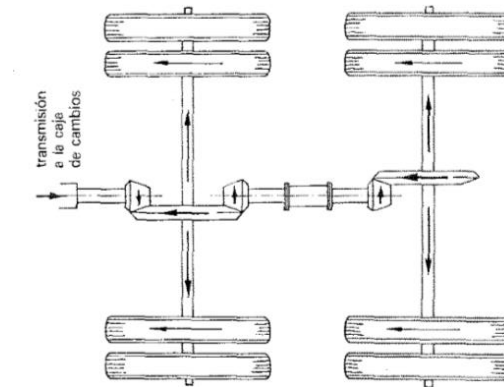


2.6. Irudia. Atzeko trakzioaren eta motorra atzean.

2.6.1.4. Propulsio bikoitza

Sistema hau aurrekoaren antzekoa da bi ardatzetara bidaltzen duelako mugimendua, baina kasu honetan biak atzeko aldean daude kokaturik. Bere erabilera, karga-ahalmen handiko kamioietan ematen da, non atzeko gurpilek karga handia jasan behar izaten duten.

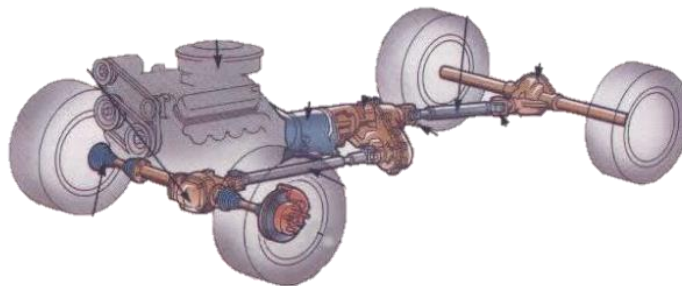
Sistema atzeko bi ardatz kokatzean datza, modu horretan bi multzo koniko jartzea eta karga banatzea ahalbidetzen da.



2.7. Irudia. Propultsio bikoitzaren eskema.

2.6.1.5. Guztizko trakzioa edo 4x4

Gurpil guztietarako trakzioa daukaten autoetan biraketa pareta gurpil guztien artean banatzen da. Konfigurazio mota honek elementu gehiago behar ditu, honakoa da bere transmisio katea: enbragea, birbidaltze-kaxa, erdiko, atzeko eta aurreko diferentzialak eta palierrak.



2.8. Irudia. Guztizko trakzioaren eskema.

Guztizko trakzioa potentzia transmititzeko sistemarik eraginkorrena da, baina aldi beran kostu altuenekoa eta pisu handienekoa ere bada. Baldintza okerretan (euria, elurra, lokatza...) potentzia galera gutxirekin transmititzeko ahalmena du; aurrekoak baino askoz sistema seguruagoa da orokorrean.

Bere desabantailarik nagusienak pisuaren handitzea, konplexutasun teknikoa dira eta honen ondoriozko diseinu garestia dira.

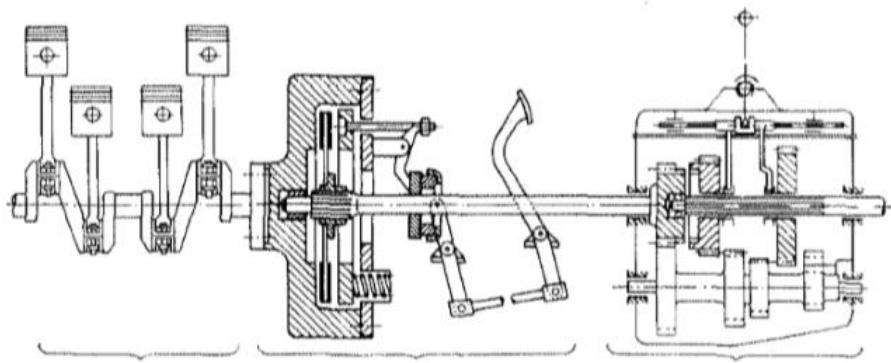
Erabilerari dagokionez, karga-ahalmen handiko eta lur orotako ibilgailuentzako egokia da, ibilgailu mota horiek gidatze baldintza okerragoak gainditu behar dituzte-eta.

2.6.2. ENBRAGEA

Enbragea, abiadura angeluar ezberdina daukaten bi arrabolen abiadura berdindu eta elkar konektatzea ahalbidetzen duen mekanismoa da. Enbragatze prozesuan irristadura ematen da konektatutako bi elementuek abiadura ezberdinetan biratzen ari direlako, baina aldi berean energiaren disipazioa eragiten da, eta ondorioz, temperatura igo egiten da. Mekanismo honen funtzionamendua, lau aldagai hauen arabera da nagusiki:

- Akzionamendu indarra
- Transmittitutako biraketa pareta
- Energia galera
- Temperatura igoera

Automobilaren kasuan, gailu honek gidariaren nahierara motorraren mugimendua eta indarra gurpiletara transmititzea du helburu. Hortaz, enbragea momentu eragilearen transmisorea da. Bere posizioa motorraren eta abiadura kaxaren artean dago, konkretuki, motorraren birabarkiaren eta abiadura-kaxaren sarrera ardatzaren artean.



2.9. Irudia. Transmisioaren eskema.

Enbragearen mekanismoa ibilgailu automobiletan beharrezkoa da, abiarazteko unean motorraren pareta progresiboki marruskaduraren bidez transmititzeko gurpiletara. Horrez gain, abiadura aldagailu mekanikoa duten ibilgailuen kasuan, martxa aldatu edo motorra itzali gabe ibilgailua gelditu nahi den bakoitzean motorraren mugimendua gurpilen mugimendutik banatzeko funtzioa betetzen du. Modu horretan, enbrageari esker martxa aldaketa momentu eragilerik gabe, eta ondorioz, era leunean egitea lortzen da.

Enbragearen lan fasea mugimenduren transmititze posizioan ematen da; egoera horretan automobila enbragatuta dagoela esaten da. Kontrako kasuan, berriz, motorra abiadura kaxaren ardatz primariotik deskonektatuta dago eta ondorioz ez da mugimendurik transmititzen gurpiletara; kasu horretan desenbragatuta dagoela esaten da.

Mugimendua transmititzeko moduaren arabera, gaur egun honako lau enbrage mota hauek bereizten dira:

- Frikziozko enbrageak
- Enbrage hidraulikoak

- Enbrage elektromagnetikoak
- Enbrage mixtoak

Kasu honetan kaxa manuala denez, diseinatuko den enbragea frikzio motakoa izango da. Izan ere, hidraulikoak zein mixtoak abiadura-kaxa automatikoetan erabiltzen dira eta elektromagnetikoak, berriz, oso kostu altukoak dira eta soilik aplikazio konkretuetarako erabiltzen dira.

2.6.2.1. Frikziozko enbrageak

Enbrage mota honen oinarria, motorraren birabarkiaren eta abiadura-kaxaren sarrera ardatzaren artean kokatutako frikzio disko bat edo batzuetan datza, presio mekanismo baten bidez birabarkiari akoplaturik geratzean mugimendua transmititzen dutenak.

Diskoa presiopean dagoenean, motorraren birabarkiarekin kontaktuan, enbragatuta dagoela esaten da (pedala askatuta dagoenean gidariak kontrolatutako autoetan) eta presiorik jasaten ez duenean, desenbragatuta (pedala zapalduta dagoenean).

Enbrage mota honen abantaila nagusia, ardatzen arteko akoplamendu (enbragatze) leuna eta progresiboa lortzen duela da: akoplatu aurretik, ardatzak abiadura oso ezberdinetan biratzen egon daitezke, eta horregatik, kontaktua hasterakoan gainazalen arteko irristadura handia da; kontaktuak eragindako marruskadurari esker irristadura murriztuz doa, ardatzen biraketa abiadura berdintzen den arte.

Desabantailei dagokionez, enbragatze prozesuan irristaduraren ondorioz sorturiko bero kantitate handia da garrantzitsuena.

2.6.2.1.1. Osagaiak nagusiak

Frikziozko enbrageak honako elementu nagusi hauez daude osaturik.

Enbragearen diskoa

Elementu hau altzairuzko disko batez dago osaturik. Honek, ebaketa erradialak ditu kanpoaldetik eta malgukiak erdialdetik kontaktu inertziaren eragina murriztu eta enbragearen funtzionamendu leunagoa lortzeko. Era berean, malgukien helburua diskoaren kanpoaldeko zatiaren (forruak dituena) eta barnealdekoaren (ardatzari loturikoa) arteko lotura mantentzea da. Barneko diskoak zulo artekatu bat dauka zentroan, abiadura-kaxaren sarrera ardatzera akoplatzeko.



2.10. Irudia. Enbragearen diskoa.

Diskoaren kanpo erradioan, frikzio forruak daude errematxaturik. Elementu hauek, marruskadura bidez momentua transmititzeko funtzioa betetzen dute, eta horregatik, enbragearen atal garrantzitsuenetakoa dira. Transmisio hori errazteko, kanpo gainazal zimurtsua daukate eta funtzionamendu baldintza gogorak jasateko gai diren materialiez eginda daude.

Frikzio materialaren frikzio koefizientea eta presio onargarri maximoa zenbat eta handiagoak izan, orduan eta handiagoa izango da garatu dezakeen marruskadura momentua. Bestalde, iraupen eta funtzionamendu egokia izan dezan, material horien oinarritzko ezaugarriak honako hauek dira:

- Temperatura altuak jasateko gaitasuna
- Bero eroankortasun eta kanporatze altua
- Higadurarekiko erresistentzia altua
- Erresilientzia altua

Forruak material organikoekin daude fabrikaturik; beira-zuntzezko, kobrezko eta letoizko hariak erretxina kautxu eta material betegarriekin nahasten dira. Forru organiko hauek 400°C-
rainoko tenperaturak jasan ditzakete.

Presio platera

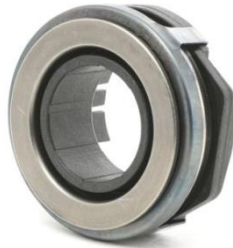
Enbragearen osagai hau frikzio diskoa eta karkasaren artean doa kokaturik eta bere funtzioa frikzio diskoa presionatuz inertzia bolantearekin kontaktuan jartzea da, enbragearen eta motorraren arteko akoplamendua lortzeko. Presio plateraren akzionamendua malgukien bidez edo diafragma bidez egin daiteke, enbrage motaren arabera.



2.11. Irudia. Presio platera.

Desenbragatze zorroa

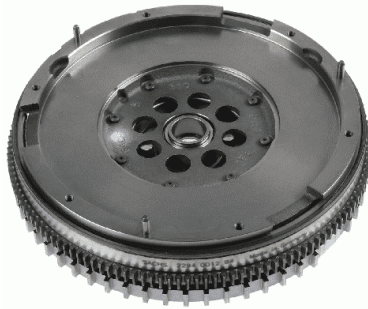
Desenbragatze prozesuan, pedalean egindako indarra jaso eta diafragmaren zentroan presioa eragiten duen elementua da. Enbragearen akzionamendu motaren arabera, zorroan eragindako indarra mekanikoki, hidraulikoki edo pneumatikoki transmititu daiteke.



2.12. Irudia. Desenbragatze zorroa.

Inertzia bolantea

Enbragearen osagai hau alde batetik motorrari lotzen zaio inguruan duen koroa horzdunaren bidez, eta bestetik, diskoarekin kontaktua egiten du. Horregatik, enbragearen funtzionamendua egokia izan dadin kontaktu gainazal hori erabat lau egon beharko da.

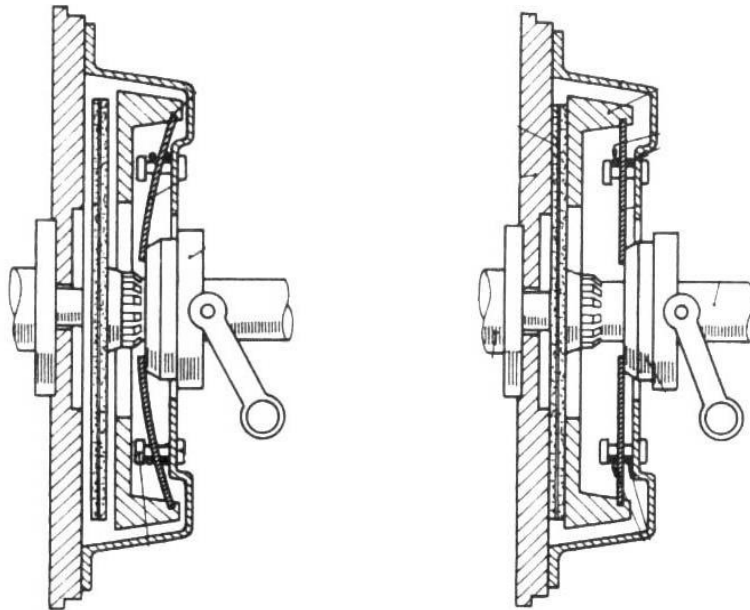


2.13. Irudia. Inertzia bolantea.

2.6.2.1.2. Muntaketa eta funtzionamendua

Enbragearen diskoa motorraren bolantearen eta presio plateraren artean dago kokaturik eta abiadura-kaxaren ardatz primarioan finkatzen da ildaskatuaren bidez. Bestalde, presio platera bolanteran finkatzen da karkasaren bidez. Modu horretan, malgukiek edo diafragmak eragindako presioa dela-eta, diskoa bolantearekin kontaktuan mantentzen da eta momentua ardatz primarioa transmititzen da.

Gidariak enbragearen pedala zapaltzean, disenbragatzean, diafragmaren kontrako indarra eragin eta presio platerak diskoa presionatzeari uzten dio. Posizio honetan, enbrageak hutsean bira egiten du mugimendurik transmititu gabe.



2.14. Irudia. Enbragearen diafragmaren mugimendua.

Pedala zapaltzeari uztean, berriz, enbragatzea egiten da. Kasu honetan, bultzatze zorroa eskuinerantz mugitu eta diafragmaren kontra indarririk aplikatzen ez denez, honek presio platera bultzatu eta diskoa bolantearekin kontaktuan jarriko du. Enbragatze prozesu hau ezin da modu arin eta zakarrean egin, batez ere autoa geldirik dagoenean eta biraketa abiaduren ezberdintasuna handia denean.

2.6.2.1.3. Frikziozko enbrage motak

Enbragearen akzionamendurako erabilitako mekanismoaren arabera, hainbat frikziozko enbrage mota bereizten dira. Guztien funtzionamendua eta muntaketa antzekoa da, soilik akzionatze elementuak aldatzen dira.

Malgukizko enbragea

Enbrage mota honetan, presio plateraren gaineko indarra malgukien bidez burutzen da. Malguki hauek plateraren periferian banaturik daude, presioaren balioa gainazal osoan konstantea izan dadin.

Diafragmazko enbragea

Kasu honetan, plateraren gaineko indarra diafragma deritzon eta malgukien antzeko portaera duen altzairuzko elementu elastikoak eragiten du. Diafragmak forma konikoa du eta zentroan karkasari eusteko balio duten ebaketa erradialak ditu.

Enbrage automatikoa

Enbrage mota honetan enbragatze prozesua mekanismoak automatikoki egiten du, gidariak ez du pedalik zapaldu behar. Hori lortzeko, motorren biraketaren indar zentrifugoa aprobetxatzen da.

Gidariak azeleratu eta motorren biraketa abiadura handitzean, bolanteari lotutako kontrapisuen biraketa abiadura ere handitu egiten da. Indar zentrifugoaren ondorioz,

kontrapisuak kanporantz mugitu eta haiei lotuta dauden malgukiak presionatzen dituzte, presio platera diskoaren kontra bultzatuz eta enbragatzea lortuz.

Disko anitzeko enbragea

Potentzia eta pare handiko ibilgailuetan, disko bakarreko enbragearen dimentsioak handiagoak izango dira. Baina diseinu baldintzak direla eta, erabili daitekeen diskoaren tamaina maximoa pare hori transmititzeko gai ez denean, kontaktu gainazal (disko) kopurua handitu egiten da. Modu horretan, dimentsioak murriztea lortzen da.

Mota honetako enbragerik erabiliena bi diskoz osaturikoa da. Honek diskoen artean kokaturiko beste plater gehigarri bat du, eta bere funtzionamendu disko bakarrekoaren oso antzekoa da. Presioa modu berean transmititzen da malgukiak edo diafragma erabiliz, baina plateren desplazamendu axiala handiagoa da.

Akzionamendu elektromagnetikoko enbragea

Enbrage mota honek, malguki edo diafragma bidezko presio mekanismoa elektroiman baten akzioagatik ordezkaten du.

Frikziozko kono bidezko enbragea

Kono bidezko enbrageen kasuan ez da diskorik erabiltzen. Forma konikodun bi piezaz daude osaturik eta akzionamendu indarraren bidez bien gainazal konikoak akoplatu egiten dira marruskaduraren bidez abiadurak berdindu arte. Mota honetako enbrageak eskuzko abiadura-kaxen sinkronizatzaileetan erabiltzen dira, martxa aldaketa era leunean burutzeko.

2.6.2.1.4. Aginte sistema motak

Aginte sistema, gidariak pedalean egindako indarra desenbragatze zorrora heltzeaz arduratzen da. Indarraren transmisioa egiteko moduaren arabera, hiru aginte sistema bereizten dira:

- Artikulazio mekaniko bidezko agintea
- Sistema hidrauliko bidezko agintea
- Sistema pneumatiko bidezko agintea

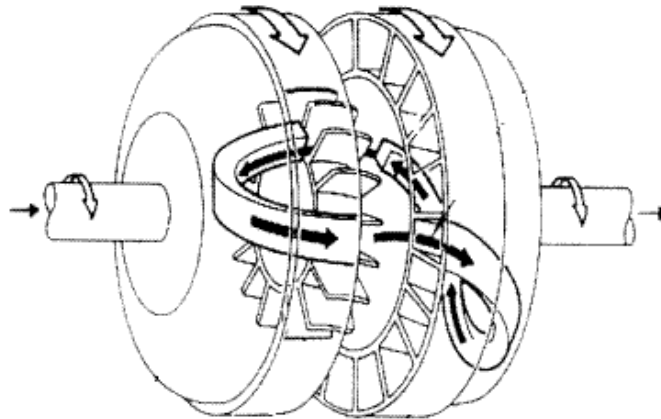
Mekanikoa auto txikietarako erabiltzen da eta kable edo hagaxka bidezko sistema artikulatu bat erabiltzen du transmisiorako. Presio handiagoko enbrageen kasuan, berriz, pedalean egin beharreko indarra murrizteko eta akzionamendu leunagoa lortzeko asmoz, sistema hidraulikoa erabiltzen da. Sistema pneumatikoari dagokionez, hiruretatik gutxien erabiltzen dena da.

2.6.2.2. Enbrage hidraulikoa

Enbrage hidraulikoak motorren eta abiadura-kaxaren arteko akoplamendu automatikoa egiten du. Enbragearen akoplamendua motorrak biraketa abiadura handitzen duen heinean egiten da. Enbrage mota hau, ezin da eskuzko abiadura-kaxetan erabili, gidariak nahierara desakoplatu ezin duenez, martxa aldaketa ezin delako egin. Horregatik, abiadura-kaxa automatikoetan erabiltzen da, kasu horretan desakoplatzea ez delako beharrezkoa abiaduraz aldatzeko.

Mugimendua eta biraketa pareta transmititzeko, ponpa eta turbinaren arteko fluido baten zirkulazioak eragindako indarrak baliatzen da enbrage mota hau. Ponpa inertzia bolanteari loturik dago eta turbina abiadura-kaxari, eta bi elementu hauek batera, barrutik olioiz beteriko multzo itxi bat osatzen dute.

Inertzia bolanteak bira egitean, honek ponpa birarazi eta olioia turbinaren paleten kontra bultzatzen du. Ponparen biraketa abiadura handitzen den heinean, turbinaren paletak biratzen hasi eta honek biraketa transmitituko du autoaren gurpiletara hau mugiaraziz.



2.15. Irudia. Enbrage hidraulikoaren eskema.

Enbrage mota honen desabantaila nagusia, ohiko engranaje paralelodun abiadura-kaxetarako balio ez duela da. Izan ere, motorra erralenti egoeran dagoenean turbinaren palek indarra jasaten dute eta horrek abiadura aldaketa egitea ukatzen du. Hori dela-eta, enbrage mota hau abiadura-kaxa automatikoetan erabiltzen da.

2.6.2.3. Enbrage elektromagnetikoa

Enbrage mota hau elektromagnetismoaren printzipioetan dago oinarriturik; konkretuki, olio eta burdin hautsez osaturiko nahaste batek magnetismoaren ondorioz duen portaeran. Nahaste hori solido bihurtzen da egoera horretan.

Inertzi bolanteak haril bat darama barnean eta korrante elektriko handi batek zeharkatzen duenean, eremu magnetiko bat sortu eta bolantearen barruan dagoen nahastea solidotu egiten du. Modu horretan, korrontea aplikatuz enbragatzea lortzen da.

Sistema honen bidez asko murrizten da enbragearen mantentzea. Zirkuitu elektrikoaren konprobaketa eta nahastearen aldaketa egitearekin nahikoa da. Gainera, marruskadurarik behar ez duenez, bizitza askoz luzeagoa du.

2.6.2.4. Enbrage mixtoa

Enbrage hau bi aginteren bidez kontrolatzen da. Horietako bat automatikoa eta akzionamendu zentrifugoduna, motorraren biraketa abiaduraren arabera dena, eta ondorioz, motorra azeleratzea enbragatzen hasten da. Bestea, berriz, akzionamendu

elektrikokoa da eta gidariaren nahiaren arabera aktibatzen da, edozein momentutan enbragatzea ahalbidetuz.

2.6.3. ABIADURA-KAXA

Abiadura-kaxa transmisio sistemaren kate zinematikoaren baitako bigarren elementua da, enbragearen eta diferentzialaren artean kokatzen dena. Bere helburua motorretik jasotzen duen biraketa kopurua eta biraketaren noranzkoa gidatze baldintzen arabera egokitzea da. Hortaz, bi funtzio nagusi betetzen ditu abiadura-kaxak:

- Biraketa kopurua eta ondorioz momentu eragilearen balioa aldatu.
- Biraketaren noranzkoa aldatu, autoa atzerantz mugitzea ahalbidetzeko.

Motorraren pare eragilea gurpiletara transmititzen da eta autoaren mugimenduaren aurka egiten duten indar erresistenteak gainditzen dituen indar eragilea sortzen du. Motorrak transmititutako potentzia, autoaren hagunetan erresistentzia indarren ondorioz xurgatutakoaren berdina izan behar du.

Transmisio sistemak abiadura-kaxarik izango ez balu, motorraren biraketa abiadura zuzenean gurpiletara transmitituko litzateke, eta ondorioz, motorrak garatu beharreko pare eragilea gurpiletan autoaren martxak sorturiko pare eragozlearen berdina izan beharko litzateke.

Kasu horretan, gidatze baldintzak direla-eta pare erresistentearen balioa handituko balitz, motorraren potentzia ere handitu beharko litzateke horiek gainditu eta autoaren mugimendua ahalbidetzeko. Horretarako, potentzia oso altuko motorra erabili beharko litzateke, edozein gidatze baldintzak sorturiko indar erresistentea gaindituko lukeena.

Motorrak garatutako potentzia ia konstante (elementuen arteko marruskaduraren ondorioz sorturiko galerak) mantenduz indar erresistenteen konbinazio ezberdinak gainditzeko beharrezkoa den pare lortzeko, autoetan abiadura-kaxa erabiltzen da. Honek engranajeen bitartez, motorretik jasotako pare biderkatu egiten du biraketa abiadura murriztuz.

Abiadura-kaxa mota ezberdinei dagokienez, sailkatzeko modu ezberdinak aurki daitezke. Baina horien artean erabiliena, mekanismoaren akzionamendu motaren arabera sailkatzen dituen da. Sailkapen horretan, hiru abiadura-kaxa mota bereizten dira:

- Eskuzko abiadura-kaxa edo mekanikoa
- Abiadura-kaxa automatikoa
- Abiadura-kaxa semiautomatikoa

2.6.3.1. Abiadura-kaxa manuala

Mota honetako kutxetan ezin da martxa aldaketa burutu gidariaren esku hartzerik gabe eta aldaketa hori egiteko behar den abiadura automatikoetan baino laburragoa da. Bere funtzionamendu errazagatik, seriean ekoiztutako kotxeetarako erabiliena den kaxa da.

Mekanismo honen osagairik garrantzitsuenetarikoak honako hauek dira:

2.6.3.1.1. Ardatzak

Hiru ardatz mota ezberdin bereizten dira eta kaxa motaren arabera horietako 2 edo 3 erabil daitezke. Ardatz guztiak, enbragearen eta kaxaren karkasetan errodamenduen bidez eusten dira.

Ardatz primarioa

Ardatz honek alde batean enbragearen diskoa ildaskatu baten bidez dauka loturik eta beste aldean pinoi eragileak doaz muntaturik. Hortaz, diskoaren mugimendua jaso eta engranajeen bidez loturik duen ondoko ardatzera transmititzen du. Kaxa motaren arabera, ardatz honetan muntaturik doan engranaje kopurua aldatu egiten da. Bere biraketa abiadura konstantea da, enbragetik jasotzen duena.

Bitarteko ardatza

Ardatz hau hiru ardatz dituzten abiadura-kaxetan erabiltzen da soilik. Alde batean, ardatz primarioak duen pinoiarekin etengabe kontaktuan (horregatik "Hartze konstanteko ardatz" deitzen zaio) dagoen gurpila du, eta bestean, aukeratutako martxaren arabera sekundarioko gurpil ezberdinekin lotzen diren pinoiak ditu. Motorraren aurkako noranzkoan biratzen duenez beti, "kontrako ardatz" ere esaten zaio. Bestalde, bere biraketa abiadura konstantea eta primariokoaren berdina da.

Ardatz sekundarioa

Ardatz honek, kaxa motaren arabera aurreko bi ardatzetako baten mugimendua jasotzen duten engranaje gidatuak ditu muntaturik eta engranajetako martxaren arabera, biraketa abiadura ezberdina du. Kontrako aldean, berriz, transmisio sistemaren hurrengo elementuarekin lotzen da (diferentziala edo transmisio ardatza, transmisio sistema motaren arabera).

Atzeranzko martxaren ardatza

Honek, bitarteko ardatzaren edo ardatz sekundarioaren (abiadura-kaxaren arabera) noranzkoa alderantzikatzen duen engranajea du muntaturik. Horri esker, engranaje hori kontaktuan jartzean autoa atzerantz mugitzea lortzen da. Normalean ardatz hau

2.6.3.1.2. Engranajeak

Bete beharreko funtzioaren arabera, abiadura-kaxak engranaje mota ezberdinak erabiltzen ditu.

Hortz zuzeneko engranajeak

Forma honetako horzdun engranajeak atzeranzko martxa osatzen duten gurpiletan erabiltzen dira. Izan ere, martxa honek askoz erabilera txikiagoa du eta engranajeen kostua murriztuagoa da.

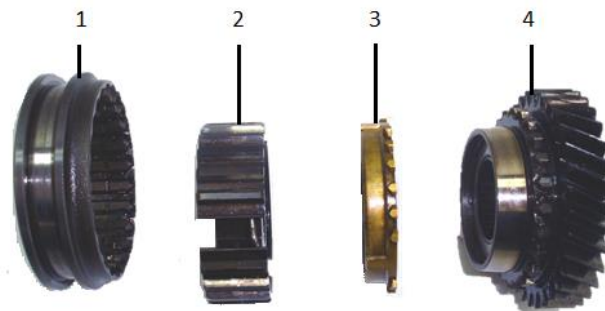
Hortz helikoidaleko engranajeak

Engranaje mota hau martxa bakoitzaren engranaje bikote guztietan erabiltzen da, atzeranzko martxan izan ezik. Haiei esker, kontaktu erlazioa eta engranatze luzera handitzea lortzen da, eta ondorioz, karga transmititzeko ahalmen handiagoa, indarren transmisio leunagoa eta funtzionamendu zarata murriztuagoa izango du abiadura-kaxak.

2.6.3.1.3. Sinkronizatzailerak

Eskuzko abiadura-kaxetan martxa ezberdinen engranatzea sinkronizatzailerak izeneko mekanismoen bidez egiten da. Hauek, ardatzen abiadura eta gainean muntatuta dituzten gurpil askeen abiadura berdintzen dituzte. Modu horretan, gidariak palankaren bidez aukeratutako martxaren gurpil erlazioa konektatzea ahalbidetzen dute, zarata eta engranajeen hortzen kaltetze minimoarekin.

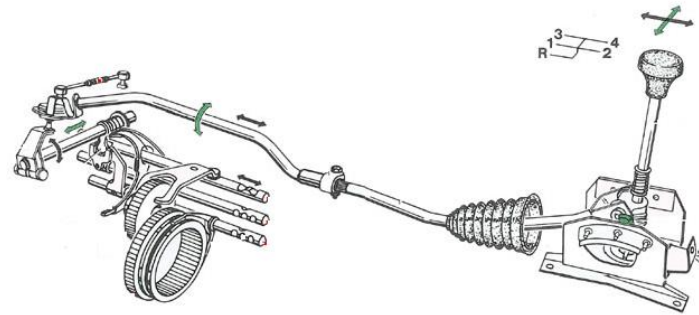
Martxa bakoitzari dagokion engranaje bikote bakoitzean engranajeen hortzak etengabe kontaktuan daude eta bietako bat ardatzera finko loturik dago eta bestea, mugikorra, ardatzaren gainean aske biratzen du errodamenduen bidez. Sinkronizatzaileraren funtzioa engranaje mugikorra ardatzera zurrunki lotzea da, eta horretarako, lau atal nagusiz dago osaturik: selektorea (1), kubo sinkronizatzailerak (2), eraztun sinkronizatzailerak (3), eta urkila.



2.16. Irudia. Sinkronizatzaileraren eskema.

Kubo sinkronizatzailerak ardatzari finko lotuta mantentzen da barne artekatu baten bidez, eta beraz, sinkronizatzaileraren elementu guztiek ardatzarekin batera biratzen dute. Gidariak aldaketarako palankarekin martxa bat aukeratzean, selektorearen (1) gainean muntaturiko urkilak selektorea desplazatu eta zulo konikoa duen eraztun sinkronizatzailerak gurpilaren gainazal konikorantz bultzatzen du. Gainazal konikoak kontaktuan jartzean, eraztunaren biraketa gurpilari transmititzen zaio marruskadura bidez, frikziozko enbrage koniko bat osatuz. Abiadurak berdintzean, selektoreak duen barne artekatua eraztunak eta gurpilak duten kanpo artekatuarekin akoplatu eta gurpilaren eta ardatzaren arteko lotura finkoa izatea lortzen da.

Aurretik aipatu den bezala, martxa aukeraketa burutzeko sinkronizatzaileraren mugimendua hauek gainean dituzten urkilen desplazamendu axialaren bidez egiten da. Urkila hauek hagatxo multzo baten bidez lotzen zaizkio martxa aldaketarako palankari, horren bidez, gidariak palanka mugituz martxa aukeratzea ahalbidetzen da.



2.17. Irudia. Martxen akzionamenduaren eskema.

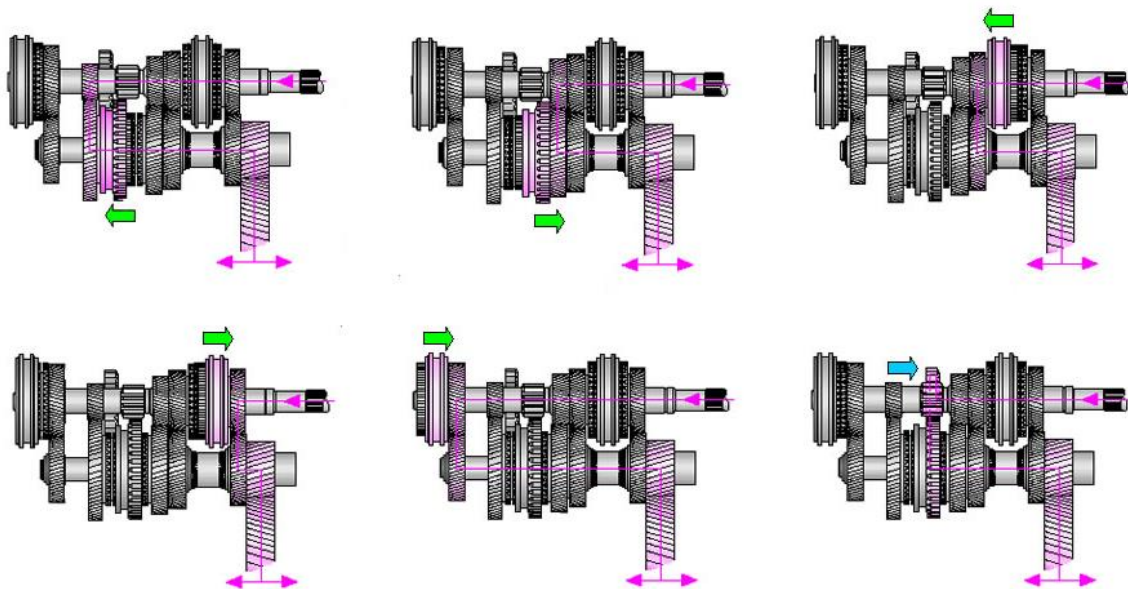
Sinkronizatzaileak edozein ardatzetan muntatu daitezke, horregatik, kaxaren tamaina murriztea lortzeko kokapen konbinaziorik eraginkorrena bilatu ohi da. Sinkronizatzaile mota ezberdinak aurki daitezke, horien artean erabiliak: sinkronizazio kono eta esferadunak, sinkronizazio kono eta itxieradunak eta eraztun elastikodunak dira.

2.6.3.1.3. Eskuzko abiadura-kaxa motak

Transmisio mota edozein izanik, eskuzko bi abiadura-kaxa mota bereizten dira:

Bi ardatzeko abiadura-kaxa

Engranaje-kaxa mota honen erabilera nagusiki aurreko trakziodun autoetara mugatzen da eta bere ezaugarri nagusia soilik bi ardatzez osatuta dagoela da, ardatz primarioa eta sekundarioa.



2.18. Irudia. Biraketaren transmisioa engranjeetan.

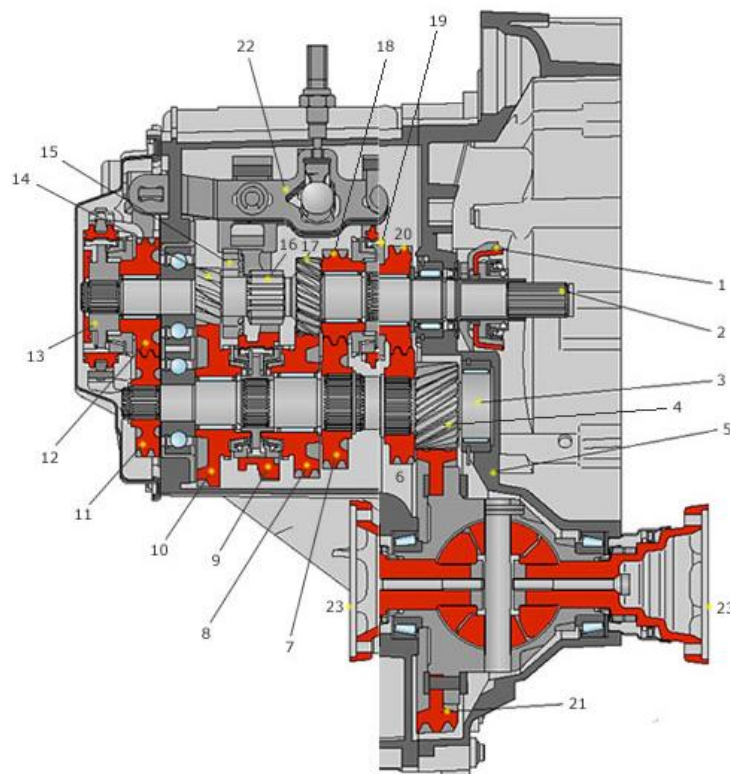
Goiko irudian ikus daitekeen bezala, ardatz primarioak motorraren biraketa jasotzen du engragearen bitartez eta ardatz sekundarioa transmititzen du zuzenean. Engranaje bikote guztiak kontaktuan daude uneoro eta aukeratutako martxaren arabera, sinkronizatzaile geziak adierazitako aldera mugitu eta martxa horretako gurgil askea dagokion ardatzera finkatuko du, gurgilaren mugimendua ardatz sekundarioa heltzea bermatuz.

Sinkronizatzaileak ardatz primarioan zein sekundarioan kokatu daitezke. Kasu gehienetan, muntaketa baldintzak kontuan hartuz abiadura-kaxaren tamaina ahalik eta txikiena lortzen duen konfigurazioa aukeratzen da. Goiko irudiko abiadura-kaxaren kasuan, 1. eta 2. martxetako sinkronizatzailea ardatz sekundarioan dago eta 3., 4. eta 5. martxetakoak, berriz, ardatz primarioan.

Gidariak atzeranzko martxa aukeratzekoan, berriz, bi ardatz nagusien atzean dagoen atzeranzko martxaren ardatza mugiarazi eta ordura arte kontaktuan ez zeuden engranajeak atzeko ardatz horretan dagoen pinoiaren bidez kontaktuan jartzen dira. Modu horretan, hiru engranajeen bidez ardatz sekundarioak kontrako noranzkoan biratzea lortzen da.

Atzeranzko martxaren beste berezitasun bat, askotan bere sekundarioko gurpila 1. eta 2. martxen sinkronizatzailearen gainean muntatzen dela da. Horri esker, kaxaren luzera murriztea lortzen da.

Mugimenduaren irteerari dagokionez, ardatz sekundarioak irteeran daukan pinoiaren bidez mekanismo diferentzialaren parte den koroa mugiarazten da, eta honek aldi berean, mugimendua gurpiletaraino transmititzen du. Bi atalen hurbiltasuna dela-eta, mota honetako kaxetan diferentzialak eta abiadura-kaxak multzo bakar bat osatzen dute, ondorengo irudian ikus daitekeen bezala.



2.19. Irudia. Bi ardatzeko abiadura-kaxa.

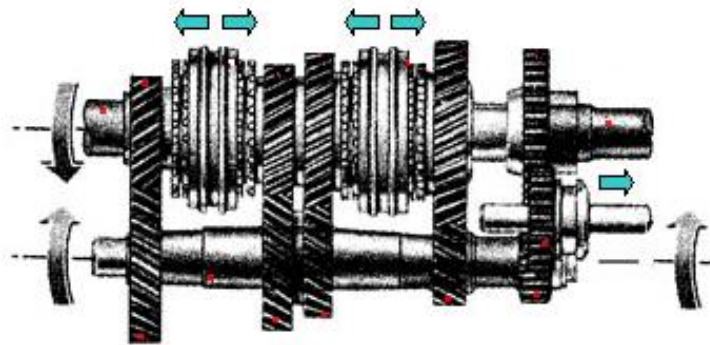
Daukaten konfigurazioa dela-eta, bi ardatzeko abiadura-kaxetan mugimendua engranaje bikote bakarraren bidez transmititzen zaio diferentzialari. Ondorioz, kaxa hauen osagai diren engranajeek jasan beharreko kargak hiru ardatz dituzten kaxetakoek jasan beharrekoak baino

handiagoak dira, azken hauek bi engranaje bikoteren bidez transmititzen dutelako biraketa. Horrek, ardatz hauen pinoietarako kalitate handiagoko materiala erabili behar izatea eragiten du.

Zenbait kasutan, karga baldintzek onartzen badute, ardatzari ia osorik zeharkatzen duen zuloa egiten zaio mekanismoaren pisua murrizteko.

Hiru ardatzeko abiadura-kaxa

Kaxa hauetan ere, pareta motorraren birabarkitik ardatz primarioa transmititzen da enbragearen bidez. Baina kasu honetan, ardatz sekundarioa primarioarekiko ardazkidea da eta parearen transmisioa eta biderketa bien artean dagoen bitarteko ardatzaren bidez egiten da. Martxa bakoitzari dagozkien engranaje bikoteak bitarteko ardatzaren eta ardatz sekundarioaren artean banatzen dira. Jarraian ageri den irudian ikus daiteke deskribatutako ardatzen kokapena.

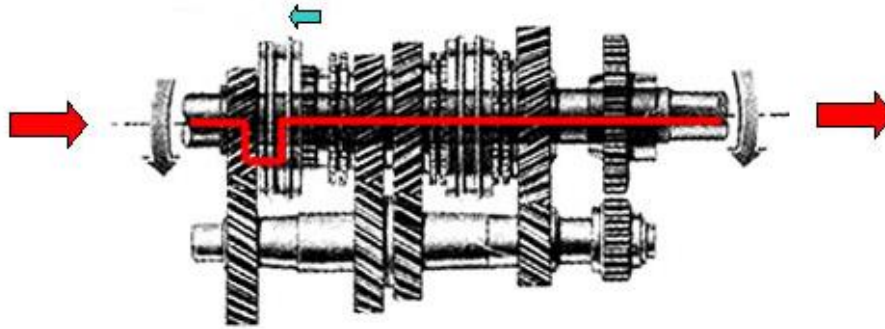


2.20. Irudia. Hiru ardatzeko abiadura-kaxaren eskema.

Ardatzen egiturari dagokionez, aurreko abiadura-kaxa motarekin alderatuta ezberdina da. Primarioak pinoi bakarra du, bitarteko ardatzaren muturreko engranajearekin kontaktuan dagoena. Hauen arteko kontaktua etengabe ematen da eta horregatik "Hartze konstanteko abiadura-kaxa" deitzen zaio batzuetan.

Mugimendua bitarteko ardatzetik ardatz sekundarioa transmititzeko, ardatz horretako gurpil askeak sinkronizatzaileen bidez sekundarioa finko lotu behar dira. Izan ere, engranaje bikoteak beti daude kontaktuan. Sinkronizatzaile hauek ardatz sekundarioan kokatu ohi dira.

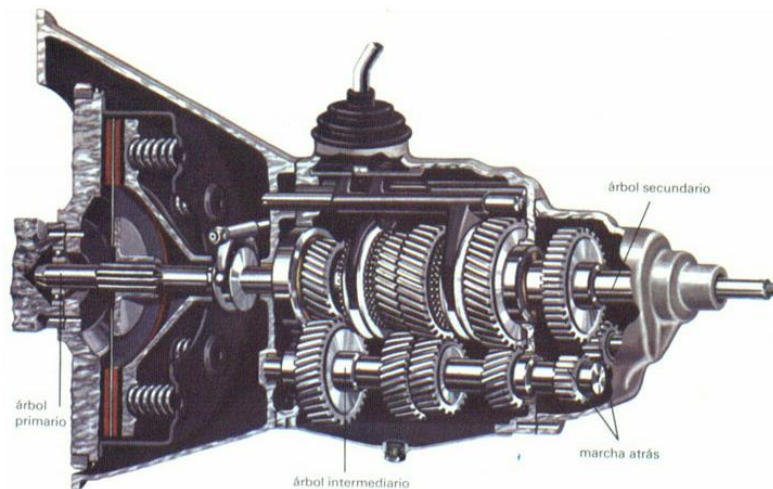
Abiadura-kaxaren konfigurazio mota honen berezitasun bat, martxa zuzena deritzona da. Martxa hau 4. martxa izaten da eta bere engranajea ardatz primario eta sekundarioaren arteko zuzeneko akoplamendu axialaren bitartez lortzen da, biraketaren transmisioan bitarteko ardatzaren parte hartzea ekidinez.



2.21. Irudia. Martxa zuzena.

Atzeranzko martxari dagokionez, indarraren transmisioa bi ardatzeko kaxetan bezala egiten da. Baina kasu honetan, atzeranzko martxaren ardatza bitarteko ardatzaren eta ardatz sekundarioaren artean kokatzen da.

Engranaje-kaxa mota honen abantaila nagusia, biraketa pare hiru ardatzen bidez transmititzearen ondorioz, pinoiek jasan beharreko esfortzuak txikiagoak direla, eta beraz, hauen diseinua kalitate ertaineko materialekin egin daitekeela da. Ohikoena, luzetara muntatzea da, baina badira zeharka muntatzen diren hiru ardatzeko zenbait abiadura-kaxa.



2.22. Irudia. Hiru ardatzeko abiadura-kaxa.

2.6.3.2. Abiadura-kaxa automatikoa

Abiadura-kaxa hau duten autoetan, berriz, sistema bera martxak aukeratzeko gai da eta gidariak ez du martxa aldatetan parte hartu behar ia inoiz, soilik pausagunetik abiatzean edo atzeranzko mugimendua egin behar denean. Biraketa parearen egokitzapena autoaren abiaduraren zein motorraren biraketa abiaduraren arabera egiten da, eta beraz, azelerazioarako pedala zapaltzea nahikoa da martxa aldatzeko.

Sistema honi esker, motorraren erabilera efizienteagoa eta martxa aldaketa leunagoa lortzeaz gain, gidariari dituen zereginetako bat aurrezten zaio, segurtasuna handituz.

Bestalde, sistemak zenbait desabantaila ditu, horien artean garrantzitsuenak bere kostu altua eskuzkoekin konparatuz eta ikuskapen konplexuagoa dira, osagai kopuru handiagoa duelako.

Abiadura-kaxa automatikoak osatzen dituzten elementu nagusiak honako hauek dira:

- Enbrage hidraulikoa, automatikoki irteerako pareia egokitzen duena
- Engranaje epizikloidalako tren, martxa bakoitzaren erlazioak zehazten dituena
- Aginte mekanismoa, automatikoki engranajeen erlazio egokia aukeratzeko duena

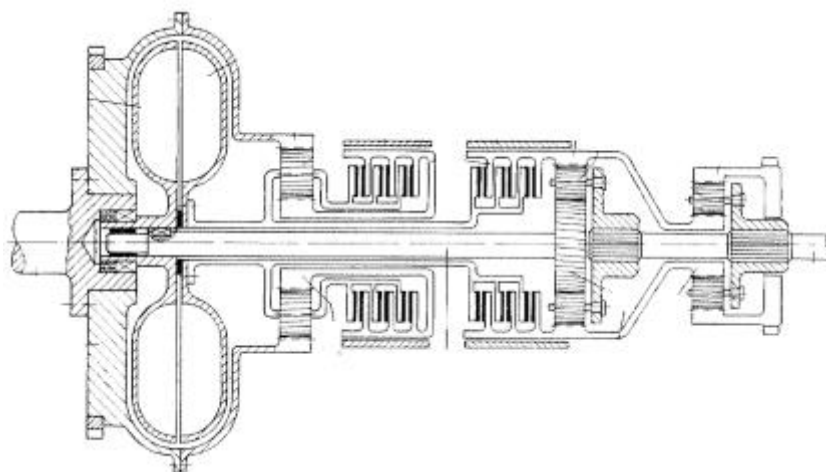
Azken osagaia den aginte sistema mekanikoa, hidraulikoa, elektronikoa edo hiruren konbinazio bat izan daiteke.

Hala ere, aldaera asko bereizten dira abiadura-kaxa automatikoen artean eta bakoitzak bere osagai espezifikoak ditu. Jarraian, gaur egun erabilienak diren abiadura-kaxen funtzionamendua azalduko da.

2.6.3.2.1. Pare bihurtzaile-dun abiadura-kaxa

Abiadura-kaxa hau enbrage hidrauliko edo pare bihurtzaile batez eta engranaje-tren epizikloidal bezala dago osaturik.

Engranaje-tren hauek hiru gupil motaz daude osaturik (planetarioak, sateliteak eta koroa) eta engranaje-trenaren osagai ezberdinak mugituz edo geldituz erredukzio ezberdinak lortu daitezke. Gainera, tren bat baino gehiago konbinatuz, automatikoki sartzen diren abiadurak lor daitezke.



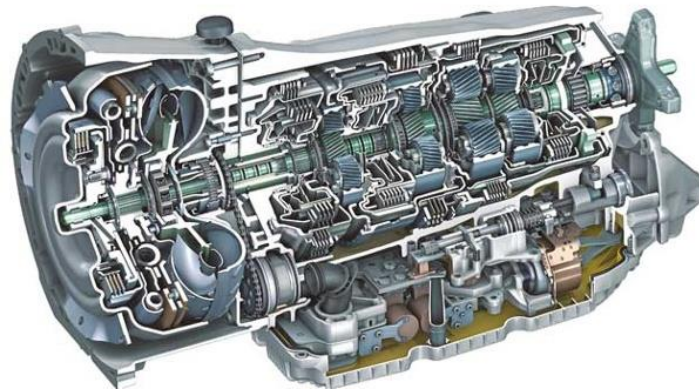
2.23. Irudia. Pare bihurtzaile-dun abiadura-kaxaren eskema.

Goian ageri den ebaketaren irudian, abiadura-kaxa mota honen atal ezberdinak ikus daitezke. Kaxa horrek hiru engranaje-tren epizikloidal eta bi enbrage ditu martxen hautaketarako. Disko anitzeko enbrage horiek olioaren presio hidraulikoaren bidez akzionatzen dira eta engranaje-trenen elementu ezberdinak gelditu edo mugiarazi egiten dituzte.

Abiadura-kaxa automatiko gehienek, pare bihurtzailearen irristadura ekiditeko, honen blokeorako enbrage bat izaten dute pare bihurtzailearen aurretik. Honi esker, energia galera txikiagoa lortzen da, erregai kontsumoa murriztuz.

Engranaje-kaxa honen abantaila nagusia martxa aldaketa era leunean egiten dela eta abiadura baxuan era konstantean ibili daitekeela da. Gainera, fidagarria eta erresistentzia handikoa da, potentzia handiko motorretarako egokia.

Desabantailen artean, abiadura-kaxaren konplexutasunak eragindako pisu handia eta kostu altua nabarmentzen dira.



2.24. Irudia. Pare bihurtzailedun abiadura-kaxa.

2.6.3.2.2. Etengabeko transmisio aldakorra (CVT, Continuous Variable Transmission)

Abiadura-kaxa hau motorraren biraketa eta gurpilena konektatzen duten polea konikoetan sortzen den biraketa diferentzian oinarritzen da.

Mugimenduaren transmisioa engranajeen bidez egin ordez, forma konikoa duten eta uhal edo kate baten bidez loturik dauden bi polea bikoitzen bidez egiten da. Modu horretan, bien arteko distantzia aldatuz poleen diametroa aldatzen den heinean, transmisio erlazioa era jarraian handitu egiten da.

Indarra transmititu eta jasotzen duten poleak kontrako noranzkoan funtzionatzen dute. Beraz, erlaziorik laburrena polea eragileak oso bananduta eta polea gidatuak oso hurbil daudenean lortuko da. Kokapen horretan, uhalak biraketa erradio txikia izango du indarra transmititzen duen eremuan eta erradio handia indarra jasotzen duenean.



2.25. Irudia. CVT abiadura-kaxa.

Sistema honen abantailei dagokienez, martxen arteko aldaketa erabateko leuntasunarekin egiten dela da, aipatu den bezala, erlazioa modu jarraian aldatuz doalako.

Hala ere, sistemak desabantailak ere baditu. Haien artean erantzun abiadura motela eta potentzia handiko autoetan duten ekoizpen eta mantentze garestia dira nagusiak.

2.6.3.2.3. Enbrage bikoitzeko abiadura-kaxa (DSG, Direct Shift Gearbox)

Sistema hau, akzionamendu automatikoko abiadura-kaxa mekanikoa da, zeharka muntatzen dena eta bere ezaugarri nagusia martxen engranatzeari martxa aukeratu aurretik burutzen diola da.

Abiadura-kaxa honetan ohikoa den enbrage bakarraren ordez, oliotan bustitako bi erabiltzen dira. Bietako bat martxa bakoitietara dago bideratuta, eta bestea, aurrekoarekiko ardazkidea dena, martxa bikoitietarako erabiltzen da. Lehenengo martxa engranatzeko, gidariak soilik palanka mugitu eta sistemaren atal elektronikoak dagokion enbragea aukeratuko du.

Sistemaren berezitasuna, 1. martxa engranatuta dagoenean bigarren enbragea aurreakoplatuta dagoela da, eta ondorioz, bigarren martxa ardatzetan akoplatuta dago, baina ez du indarrak transmititzen martxa bakoitietako enbragea dagoelako lanean. Gidariak bigarren martxara aldatzea erabakitzean, sistemak beste enbragea akoplatu eta ia hautemanezina den aldaketa egiten da. Egoera horretan, martxa bikoitietako enbragea lanean ari den bitartean, besteak 3. martxa aurreakoplatuta mantentzen du.

Sistema honek abiadura-kaxa manual baten eta automatiko baten abantailak uztartzen ditu eta abiadura aldaketaren azkartasunaz eta bere funtzionamendu eraginkorra dela-eta lortzen duen kontsumo murriztua dira horien artean garrantzitsuenak.



2.26. Irudia. DSG abiadura-kaxa.

2.6.4. MUGIMENDUAREN TRANSMISIOA

Abiadura-kaxaren irteeratik gurpiletarainoko mugimenduaren transmisioa egiteko transmisio sistema mota ezberdinek, juntak eta ardatzak tartekatzen dituzte. Sistema horien elementuak tortsiozko esfortzuen eraginpean daude ia beti, hori dela-eta, deformaziorik ez jasateko eta abiadura-kaxatik jasotako biraketa pareta gurpiletara transmititzeko modu egokian diseinatu behar dira.

Motorra eta abiadura-kaxa autoaren bastidorera finko loturik daude eta gurpilek suspentsio sistema elastiko batean muntaturik daude, eta ondorioz, zoruaren irregulartasunak eragindako etengabeko desplazamenduak jasaten dituzte. Beraz, abiadura-kaxaren eta gurpilen arteko loturak ezin du finkoa izan, aipaturiko deformazio horietara egokitzeko gai izan behar da bi hauen arte mugimendu erlatiboa ahalbidetuz. Hori lortzeko honako elementu ezberdin hauek erabiltzen dira abiadura-kaxatik gurpiletaraino doan transmisio sisteman:

- **Transmisio ardatza:** Elementu honek etengabeko bihurtura esfortzuen eragina jasaten du, materialaren elastikotasunaren bidez arintzen dena. Horregatik, deformatu gabe biraketa maximoa jasan dezan diseinatuta dago. Altzairu elastikozko hodiz ekoizten da, luzetarako sekzioan lodiera handiagoa duena; eta esfortzuen kontzentrazioa edozein puntutan ekiditeko modu orekatuan dago diseinaturik.

Bihurdura esfortzuaz gain, transmisio ardatza oszilazioko beste baten eraginpean dago bere biraketa zentro finkoan. Mugimendu honen ondorioz, lotura puntuen luzerak etengabe aldatzen dira, eta horrek transmisio ardatzaren mugimendu axiala eragiten du.

- **Kardan giltzadura:** Mota honetako junta gaur egungo erabiliena da, biraketa momentu handia transmititu eta 15º-erainoko desplazamendu angeluarrak baimentzen dituelako, zenbait egitura berezitan 25º-tera helduz.

Desabantaila nagusia, ardatzek lerrokatuta egon gabe biratzean abiadura angeluarraren aldaketak jasaten dituela da, nekearen eragina handitzen duten

esfortzuak sortuz. Hala ere, 180° inguruko angeluetarako, abiadura ia uniformea da bi ardatzetan.

- **Giltzadura elastikoa:** Junta mota honek 3° et 5° arteko desbiderapen angeluak baimentzen ditu eta bat edo bi disko elastikoz dago osaturik (gomadun telazkoak). Bere kokapena, zubiaren bridaren edo abiadura-kaxaren eta transmisio bridaren artean dago.

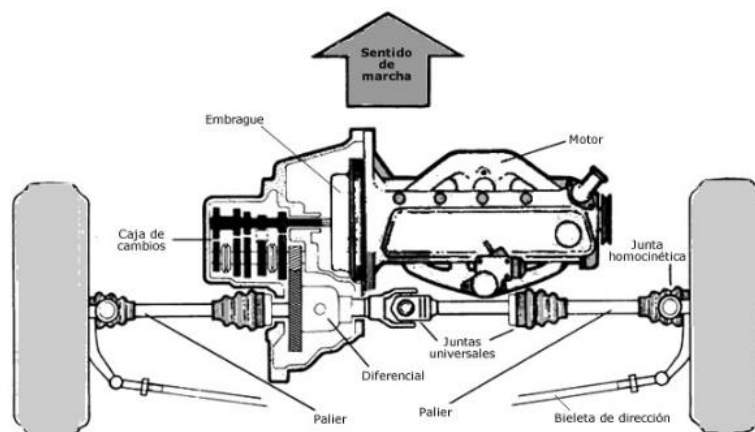
- **Palierrak:** Transmisio ardatz zurrun hauek mugimendua diferentzialetik gurpiletara igortzen dute eta atzeko zubi flotagarrietara egokituta daude. Beroan estanpatutako eta mekanizatutako altzairuzko ardatz forjatuen bidez eraikitzen dira eta ondoren tenplaketa eta zementazio tratamenduak aplikatzen zaizkie gogortasuna eta erresistentzia handitzeko. Alde batean, diferentzialaren planetarioari lotzen zaio artekatu baten bidez, eta bestean, gurpilaren kuboari zirkulu edo karratu formako buruaren bidez.

Ardatz hauen muntaketarako, zubiaren gaineko euste sistema ezberdinak erabiltzen dira:

- Muntai semiflotagarria
- Muntai hiru laurden flotagarria
- Muntai flotagarria

Junta eta ardatz mota ezberdinen erabilera motorrak autoan duen kokapenaren (aurrekoa edo atzekoa) eta gurpil eragileen kokapenaren (aurreko trakzioa, atzeko propulsioa edo erabateko trakzioa 4x4) arabera da nagusiki, horren arabera mugimendu ezberdina izango dutelako gurpilek. Hortaz, transmisioaren hiru egitura nagusi bereizten dira:

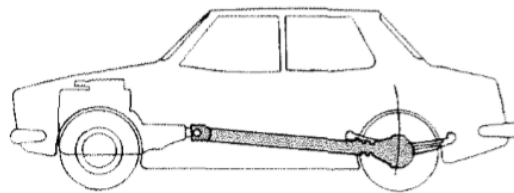
- Aurreko trakzioa eta motorra aurrealdean duten edo atzeko trakzioa eta motorra atzealdean duten autoen kasuan, transmisioa abiadura-kaxatik gurpiletara modu zuzenean egiten da. Diferentzialaren eraso pinoia abiadura-kaxaren ardatz sekundarioan dago muntaturik eta multzo diferentzial osoa kaxaren karkasa berean dago sarturik. Modu horretan, atzeko zubi eta transmisio ardatza erabiltzea ekiditen da.



2.27. Irudia. Aurreko trakzioaren transmisio-sistema.

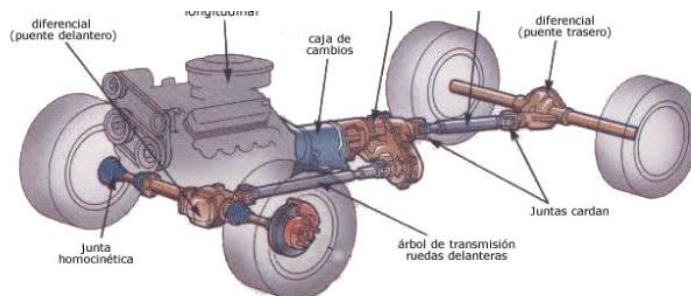
Multzo diferentzialaren eta gurpilen arteko lotura ezin da zurruna izan. Hori lortzeko, palierretan suspentsioaren mugimendu oszilakorra eta gurpilen orientazio mugimendua ahalbidetzen duten junta elastikoak erabiltzen dira, junta homozinetiko izenekoak. Izan ere, gurpilak zuzentzaileak dira eta haien desplazamenduek palierren luzera aldaketak eragiten dituzte.

- Atzeko propulstioa eta motorra aurrealdean duten autoetan, abiadura-kaxaren eta atzeko zubiaren arteko lotura transmisio ardatz baten bidez egiten da. Ardatz honek, junta elastikoz osaturiko sistema bat du muntaturik, zubiaren deformazio oszilakorretara egokitzea ahalbidetzen diona. Transmisio sistema honetan ere, diferentzialaren eta gurpilen arteko lotura atzeko zubiaren barruan kokaturik dauden palier izeneko ardatz zurrunen bidez egiten da.



2.28. Irudia. Atzeko trakzioaren transmisio-sistema.

- Guztizko trakzioa daukaten ibilgailuetan, sistemaren konplexutasuna handitu egiten da elementu gehiago direlako beharrezkoak. Horien artean, atzeko gurpiletara mugimendua transmitituko duen ardatz gehigarri bat behar da, eta horrek, beste diferentzial baten beharra sortzen du.



2.29. Irudia. Guztizko trakzioaren transmisio-sistema.

2.6.4. MULTZO ERREDUKTOREA ETA DIFERENTZIALA

Bi elementu hauen helburua ezberdina da eta ia beti multzo bateratu bat osatzen dute. Hori dela-eta, zenbait kasutan “diferentzial” deitzen zaio multzoari, baina izendapen hori ez da egokia.

2.6.4.1. Multzo erreduktorea

Multzo erreduktorearen helburua beharrezkoa denean motorraren biraketa norabidea aldatzea eta abiadura-kaxaren irteerako biraketa momentua biderkatzea da. Izan ere, normalean abiadura-kaxan lorturiko parearen biderkatzea oraindik baxua da eta mekanismo honen bidez handiago bihurtzea beharrezkoa da.

Horretarako, mekanismo erreduktoreak engranaje bikote bat erabiltzen du. Horietako bat pinoia da eta abiadura-kaxaren biraketa mugimendua jasotzen du; bestea, berriz, koroa da eta mugimendua mekanismo diferentzialari transmititzen dio. Bi engranajeen hortzen arteko erlazioaren bidez abiaduraren erredukzioa burutzen da, eta aldi berean, biraketa pare handitu.

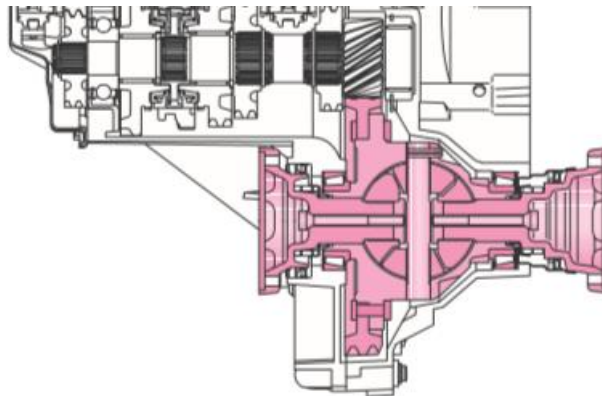
Erlazio hori 3/1 eta 6/1 artekoa izaten da ibilgailuaren arabera, eta beste faktore batzuen artean, gurpilen tamainaren eta motorraren potentziaren arabera da.

Bi engranajeak, pinoia zein koroa, altzairu forjatuzkoak dira. Estanpazio bidez lortzen dira eta ondoren hortzak tailatzen zaizkie. Azkenik, tenplaketa eta zementazio tratamendua aplikatzen zaie gogortasuna eta higadurarekiko erresistentzia handitzeko. Forma helikoidaleko hortzek funtzionamendu isilagoa eta kontaktu azalera handiagoa izatea lortzen dute.

Abiadura-kaxaren orientazioaren arabera, bi multzo erreduktore mota nagusi bereizten dira:

2.6.4.1.1. Pinoi eta koroa helikoidala

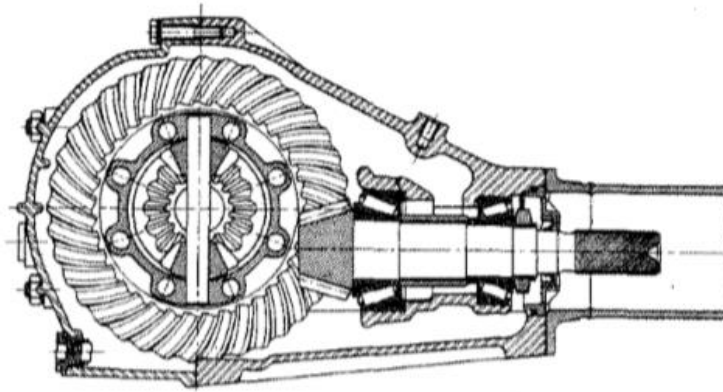
Zeharka muntatzen diren abiadura-kaxetan (aurreko trakzioko gehienetan), multzo erreduktore eta diferentziala kaxaren karkasaren barruan kokatzen da eta erredukzioa engranaje helikoidal pare baten bidez egiten da abiadura-kaxaren irteera ardatza eta gurpilen ardatza paraleloak direlako.



2.30. Irudia. Zeharkako motorraren erreduktorea eta diferentziala.

2.6.4.1.2. Pinoi eta koroa konikoa (Multzo konikoa)

Luzetara muntatzen diren kaxetan, berriz, gurpilen ardatza abiadura-kaxaren irteera ardatzarekiko perpendikularra denez, hortz zuzen edo helikoidaleko engranaje koniko pare baten bidez egiten da erredukzioa eta multzo koniko deitzen zaio. Modu horretan, biraketaren norabidea 90º biratuz gurpilen ardatzaren norabidean jartzea lortzen da.



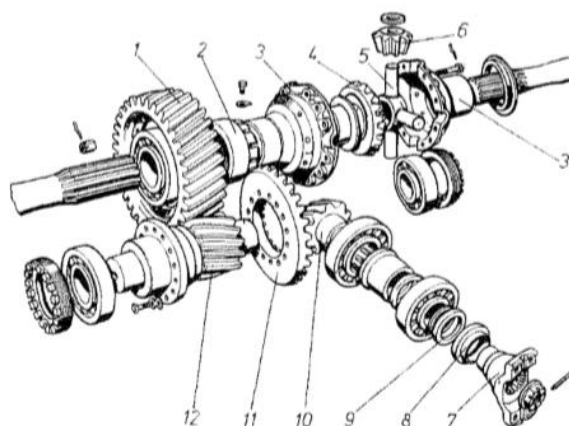
2.31. Irudia. Luzetarako motorraren erreduktorea eta diferentziala.

Goiko irudian ageri den bezala, zenbait kasutan pinoia eta koroaren arteko engranatzea hipoide motakoa da; horrek esan nahi du engranatzea gurpilaren zentroko ardatza baino beherago ematen dela. Sistema honen abantaila karrozeria baxuko autoen egonkortasuna handitzen duela da.

2.6.4.1.2. Biderketa bikoitzeko erreduktorea

Karga-kapazitate handiko ibilgailuetan pare erresistentearen balioa oso altua da, eta ondorioz, erredukzio handia lortu behar da hori gainditzeko. Horretarako koroaren tamaina handituz gero, bere diametroa handiegia izango litzateke eta jasan beharko lukeen karga axial handia dela-eta makurduragatiko deformazioak eta euste puntuetako errodamentuetan presio altuegiak sortuko liriteke.

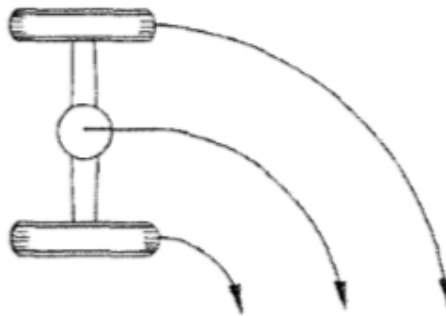
Eragozpen hauek ekiditeko, erredukzio bikoitza egiten da bi engranaje bikoterenez bidez. Bikoteetako bat engranaje konikoz osatua dago, eta bestea, engranaje helikoidalez. Modu horretan, pinoi konikoak pare maximoa transmititzean deformazioak ekiditeko behar bezain sendoa izatea lortzen da.



2.32. Irudia. Erredukzio bikoitza.

2.6.4.2. Diferentziala

Autoak norabide zuzenarekin dabilenean bi gurpil eragileek distantzia eta bira kopuru bera egiten dituzte. Autoa bihurgune batean sartzean, berriz, barneko gurpilen erroadura ibilbidea kanpokoena baino laburragoa da, bien kurbatura erradioak biraketa zentroarekiko ezberdinak direlako. Hortaz, bi gurpil eragileak erreduktorearen koroara era zurrunean lotuko balira bira kopuru bera emango lukete bai lerro zuzenean eta bai bihurguneetan, eta ondorioz, bihurgunean barruko gurpila arrastatuko litzateke eta lurzoruaren gainean irristatuko luke. Egoera hau ekiditeko, autoak mekanismo diferentzialaz baliatzen dira, bi gurpilen arteko bira diferentzia konpentsatu eta kanpoko gurpilak bira gehiago ematea baimentzen duena.



2.33. Irudia. Gurpilen ibilbidea bihurguneetan.

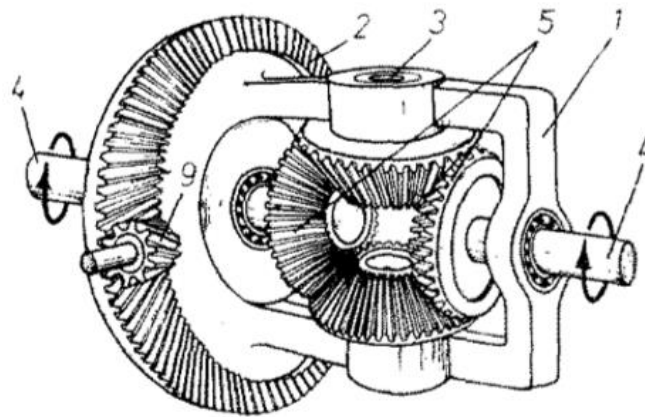
Hortaz, mekanismo diferentzialaren helburua potentzia (eta ez parea) gurpil eragileen artean banatzea da, autoa bihurguneetatik ibiltzean irristadurarik ez gertatzeko eta gurpilen higadura goiztiarra ekiditeko.

Diferentzialaren akzio egokitzailan parte hartzen duten elementuen kokapen eta formaren arabera, honako talde hauetan sailkatu daitezke mekanismo diferentzialak:

- Diferentzial konbentzionalak
- Diferentzial kontrolatuak
- Tortsen diferentziala

2.6.4.2.1. Diferentzial konbentzionalak

Diferentzial mota hau gaur egungo erabiliena da. Elkarrekiko engranatuta dauden hartz zuzeneko pinoi koniko batzuen bidez dago osaturik, koroari finkatuta dagoen karkasa baten barruan daudenak.



2.34. Irudia. Diferentzial konbentzionala.

Diferentzial mota hau, goiko irudian ageri diren elementu nagusiez dago osaturik. Planetario (5) izeneko pinoiak palier (4) izeneko ardatzetara loturik daude artekatu baten bidez. Hauen funtzioa ardatz horien bidez biraketa mugimendua gurpiletara transmititzea da, horregatik, horrek eragindako esfortzuak jasateko modu egokian diseinatu behar dira.

Pinoi hauekin engranaturik konbentsazio funtzioa duten satellite (9) izeneko pinoiak daude. Bi edo lau izan daitezke eta karkasari eusten zaizkion eta aurrekoekiko perpendikularrak diren ardatzetan muntatzen dira. Satelliteek libreki biratu dezakete haien ardatzen inguruan.

Autoak norabide zuzenean ibiltzean, eraso pinoiak (9) abiadura-kaxatik jasotzen duen mugimendua koroari transmititzen dio, zeinek hari zurrunki lotutako diferentzialaren karkasa birarazten duen. Karkasak satellite eramaileak (3) deritzen ardatzen bidez satelliteak birarazi eta hauek katigatuta dauzkaten planetarioak bultzatzen dituzte, azkenik biraketa gurpiletara palierren bidez transmitituz. Modu horretan, gurpilek koroaren biraketa abiadura bera lortzen dute.

Autoa bihurgune batetik ibiltzean, barneko gurpilak kanpokoak baino erresistentzia handia eragiten du biraketaren aurka, bigarrenak distantzia handiagoa ibili behar duelako. Erresistentzia indar horren ondorioz, barneko gurpilaren planetarioa balaztatu eta satelliteek bere gainean errodatzen dute, kanpoko gurpilaren planetarioaren birak biderkatuz. Era honetan, barnekoak galtzen dituen birak kanpokoak irabazten ditu, satelliteen funtzio egokitzaileri esker biraketak automatikoki ajustatuz.

2.6.4.2.1. Diferentzial kontrolatuak

Diferentzial baten desabantaila nagusia gurpil batek zoruarekin kontaktua galtzean (lokatza edo izotzgatik adibidez) honek koroarekiko abiadura bikoitzean biratuko lukeela eta beste gurpila geldirik geratuko litzatekeela da, autoaren irristapena eraginez.

Arazo hau diferentzial kontrolatuekin zuzendu daiteke, planetarioen palierrean eskuzko blokeo edo blokeo automatiko bat jartzean oinarritzen dena. Mekanismo horren bidez,

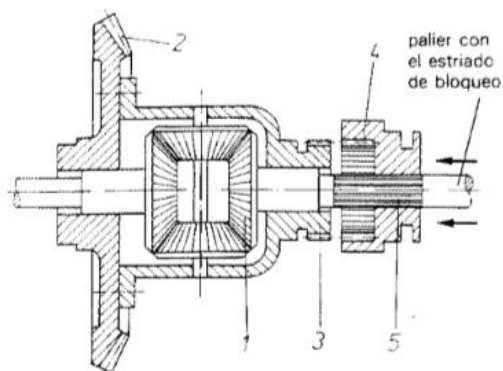
planetarioetako bat blokeatuta geratzean sistema diferentziala desaktibatzea lortzen da (erabat edo partzialki erabilitako blokeoaren arabera).

Gaur egun erabilienak diren blokeo sistemak bi taldetan banatzen dira:

- Planetarioen gelditze bidezko blokeoa (Eskuzkoa)
- Blokeo automatikoa

Planetarioaren gelditze bidezko blokeoa (Eskuzkoa)

Sistema hau eskuz akzionatutako garradun akoplamendu baten bidez koroara finkatuz, planetarioetako baten mugimendua gelditzean oinarritzen da. Modu honetan, blokeoa aktibatzean planetarioetako bat koroarekin biratzera behartzen da eta beste planetarioa aurreratatu edo atzeratzea ezinezko bihurtzen da, sistema diferentziala deuseztatuz.



2.35. Irudia. Eskuz kontrolatutako diferentziala.

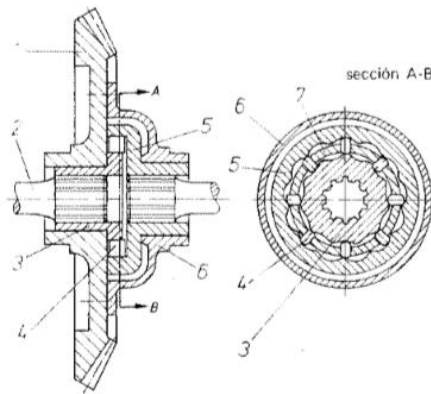
Blokeo automatikodun diferentziala

Dispositibo hauek, aurrekoak baino perfektionatuagoak, gurpil eragileen arteko biraketa diferentzia txikiak baimentzen dituzte, eta beraz, ez du ibilbide kurbaturik ezintzen aurreko kasuan bezala. Baina bai gurpil baten bestearekiko gehiegizko biraketa erlatiboa.

Talde honen barruan, bi mota ezberdintzen dira:

1) Irristadurako arrabol bidezko Blokeoa

Mekanismo honetan, arrabolezko kaiola bat koroara finkatzen da, palierretara lotzen diren gailur kopuru ezberdina duten bi eraztunen (barnekoa eta kanpoko) artean kokatuz. Modu honetan, transmisio eta konpentsazio lotura hiru elementuen artean kokatzen da.



2.36. Irudia. Arrabol bidezko diferenzial automatikoa.

Autoa norabide zuzenean dabilenean, kanpo eta barne eraztunak abiadura uniformearekin bultzatzen dituzte arrabolek, eraztunen arteko gailur kopuru ezberdina dela-eta, zenbait arrabol bi elementuen artean daudelako katigaturik. Ibilbide kurbatua egitean, berriz, bi gurpilen arteko arrabolen irristadurak abiadurak ezberdinak izatea baimentzen du, eraztunen kurbekin bat datorrena. Izan ere, arrabolak atzeratuta geratzen den eraztunari atxikita geratzen dira.

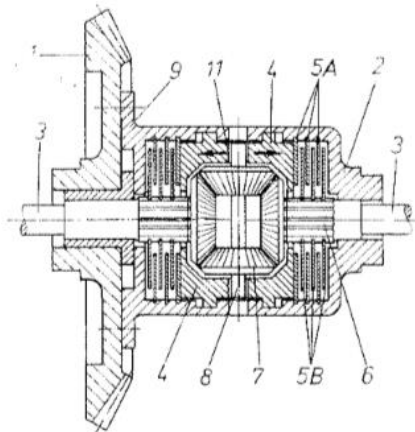
Blokeo automatiko mota hau, gurpilen arteko abiadura diferentzia handia denean erabiltzen da; egoera horretan eraztunen artean arrabolak katigatuta geratzen baitira.

2) Marruskadura lamina bidezko blokeoa

Beste diferenzial automatiko honek, planetarioaren eta diferenzialaren artean kokatutako xaflak erabiltzen ditu, marruskaduraren bidez planetarioen desplazamendu erlatiboa galarazten dutenak. Mekanismo hau ez da diferenzialaren zeregina guztiz gelditzeko nahikoa, baina gurpil bakarraren irristadura eragozten du.

Sistema honetan satellite eramaile diren ardatzak ez dira karkasan eusten ohiko diferentzialetan bezala. Horren ordez, presio eraztunek dituzten hozkaketatik eusten dira daukaten forma alakatuaren bidez. Eratzun hauek karkasak dituen arteketan kokatu eta satelliteetara mugimendua transmititu dezakete. Aldi berean, artekari esker desplazamendu axiala egin dezakete, marruskadurazko xaflak presionatuz.

Marruskadura diskoaren eta karkasaren hormaren artean dauden xafla hauek tartekatuta doaz muntaturik. Kanpo artekatua daukatenak karkasaren arteketan engranatzeko dira, eta barne artekatua daukatenak planetarioetan.



2.37. Irudia. Marruskadura bidezko diferentzial automatikoa.

Autoak norabide zuzenean ibiltzean, diferentzialaren karkasari lotuta dauden presio diskoek sateliteen ardatzei mugimendua transmititzen diete, eta hauek, planetarioen katigamendua dela-eta, gurpilei. Azken hauek momentu eragileari eragiten dioten erresistentziak sateliteen ardatza geldiarazten du, eta honek, presio diskoekin daukan loturagatik, hauen desplazamendu axiala burutzen du xaflen gainean presionatuz. Xaflek, marruskaduraren bidez (enbragatze efektu bat bailitzan), motorraren indarraren zati bat planetarioetara transmititzen dute.

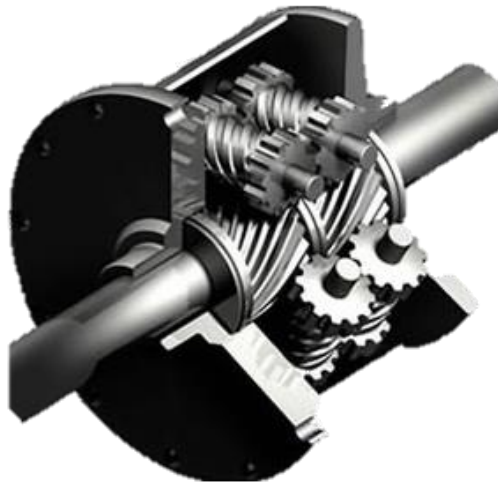
Ibilgailuak bihurtune bat egiterakoan, biraketaren konpentsazioa sateliteen bidez transmititzen da, eta bi planetarioak marruskadura xaflen bultzadaren eraginpean dauden arren, hauek planetarioen arteko irristadura erlatiboa baimentzeko diseinaturik daude. Baina bi gurpiletako batek irristatzekotan, bestea atzeratuta geratzen denez, biraketa momentuaren zatirik handiena atzeratutako gurpilari transmititzen zaio (%75 inguru), bestearen gehiegizko biraketagatik gelditzea eta irristatzea ekidinez.

2.6.4.2.1. Tortsen diferentziala

Diferentzial mota honek potentzia gidatze baldintzek sorturiko beharren arabera (gurpila eta lurzoruaren itsaspenarekiko proportzionalki) transmititzea ahalbidetzen du. Gurpilen itsaspena zenbat eta handiagoa izan, orduan eta handiagoa izango da transmititutako biraketa.

Bere ezaugarririk garrantzitsuena, biraketa pareta palierren biraketa abiadurarekiko modu independentean transmititzeko duen gaitasuna da. Horregatik, biraketa parearen distribuziorako erreakzio abiadura handituz, bide kurbatuetatik ibiltzea errazten du.

Horretarako, palierren muturretara lotzen diren torloju amaigabe baten forma duten bi planetarioz eta hauek inguratzen dituzten hiru satelite bikotez dago osaturik mekanismoa. Sateliteek bi horts mota ezberdin dituzte: bata, helikoidala planetarioekin engranatu eta biraketa transmititzeko, eta bestea, zuzena beste sateliteekin engranatzeko.



2.38. Irudia. Tortsen diferentziala.

Autoak norabide kurbatua daukanean, berriz, palierretako bat gelditu egiten da eta sateliteak planetarioaren gainean biratzen du. Satelitearen biraketa bere bikoteari transmititzen zaio hortz zuzenen bidez, eta beste planetarioarekin engranatzan duen satelite horrek biraketa transmititzen dio kontrako palierrari. Hortaz, ardatz batek galtzen dituen birak besteak irabazten ditu eta gutxien biratzen duen gurpilari biraketa pare handiagoa transmititzea lortzen da.

Desabantailei dagokienez, diferentzial hau autoa zoru irristakor batetik dabilenean eta gurpil batek kontaktua galtzean, ez da gurpil horren erabateko blokeoa egiteko gai eta bere kostua altua da.

2.7. HARTUTAKO EBATZIA

Aurreko atalean transmisio sistema mota ezberdinen osagaiak eta funtzionamendua aztertu ondoren, proiektu honi dagokion helburua lortzeko ebazpiderik egokiena aukeratu da.

Jarraian datozen azpiataletan, ebazpen horri dagokion osagai bakoitzaren ezaugarrien eta bere funtzionamenduaren deskribapen zehatza egin da.

2.7.1. Transmisio sistema

Aurreko atalean definitu diren bost transmisio sistema ezberdinetatik, "Aurreko trakzioa" deritzona aukeratu da. Izan ere, transmisio mota hori hasierako datuetan zehaztu diren kotxearen ezaugarriak (potentzia, pare maximoa...) betetzeko egokia da. Gainera, sistema honek transmisio ardatzaren beharra ekiditen du, autoaren barneko espazioa handituz eta transmisioaren funtzionamendua eta muntaketa sinplifikatuz.

Era berean, hasierako datuak zehazteko erabili den auto-modeloaren ekoizleak transmisio mota hori erabiltzen du.

Hortaz, arrazoi horiengatik aurreko trakzioa proiektu honetarako irtenbiderik egokitzat hartu da. Konfigurazio horretan, mugimenduaren transmisioa gurpiletara zuzenean egiten da, ondorengo osagaiak osatzen duten kate zinematikoa osatuz:

- Enbragea
- Abiadura-kaxa
- Diferentziala

2.7.2. Enbragea

Aurreko trakziodun autoetan gehien erabiltzen den enbrage mota "Diafragma bidezko disko bakarreko frikziozko enbragea" da. Enbrage mota honek abiadura-kaxaren sarrera ardatzak izan behar duen biraketa pare transmititzeko gaitasuna du, horregatik, hori erabiltzea erabaki da.

Funtzionamendua

Autoaren gidariak pedala zapaltzean bultzatze zorroa axialki desplazatu eta diafragmak jasaten duen presioaren bidez presio platera diskotik banantzen da. Posizio horretan, enbrageak hutsean biratzen du motorretik jasotzen duen biraketagatik eta ez du mugimendurik transmititzen abiadura-kaxara.

Pedala askatzean, zorroak diafragma presionatzeari utzi eta honek presio platera diskoarekin kontaktuan jartzen du, bien arteko marruskadura eraginez. Modu horretan, diskoak presio platerarekin batera biratzen hasi eta abiadura-kaxaren sarrera ardatzera DIN 5480 arauaren arabera artekatu baten bidez finkatuta dagoenez, mugimenduaren transmisioa lortzen da.

Ezaugarriak

“3. Dokumentua: Kalkuluak” izeneko atalean egindako kalkuluen bidez, motorretik jasotzen duen para 1,5eko segurtasun faktorearekin transmititzeko enbrageak 230mm-ko kanpo diametroa eta 160mm-ko barne diametroa izan beha dituela zehaztu da.

Datu horiek kontuan hartuta SACHS ekoizlearen frikziozko enbrageen katalogoan honako ezaugarriak dituen SACHS 3000 970 069 izeneko enbragea aukeratu da.

Kanpo diametroa: 228 mm

Artekatuaren hortz kopurua: 28



2.39. Irudia. SACHS 3000 970 069 enbragea.

Katalogoak zehazten duen bezala, enbragearen diskoak DIN5480 arauak zehazten duen artekatua dauka, eta aurretik aipatutako dokumentuan egindako kalkuluen arabera 1mm-ko modulua izango du. Horrez gain, artekatuaren luzera minimoa biraketa para transmititzean hortz hausturarik ez gertatzeko 11,16 mm-koa izan beharko da.

Enbragearen artekatua: DIN 5480 W30 x 1 x 28

2.7.3. Abiadura-kaxa

Gidatze baldintzen ondorioz gurpiletan sorturiko momentu erresistentea gainditu ahal izateko, motorretik jasotako momentu eragilearen biderketarako bi ardazdun abiadura kaxa sinkronizatua erabiltzea erabaki da. Abiadura-kaxa mota hau proiektu honi dagokiona bezalako auto ertainentzako egokia da eta hiru ardatzekoak baino diseinu konpaktuagoa du.

Bestalde, bere eraikuntza kalitate altuko materialekin egiten da eta horrek bere iraunkortasuna eta fidagarritasuna handitu egiten du.

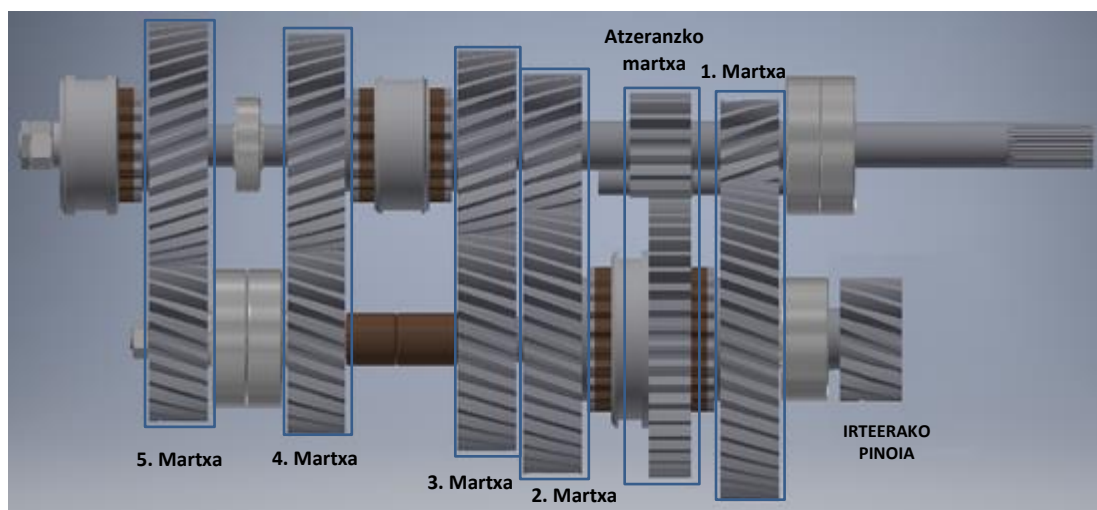
Dokumentu honen aurreko atalean azaldu den bezala, abiadura-kaxaren helburuak bi dira: gidatze baldintzen arabera gurpiletan sorturiko indar erresistentea gainditzeko gai den pare eragilea sortzea motorretik jasotako biraketaren abiadura erreduzituz eta biraketaren

noranzkoa aldatzea. Horiek lortzeko, bi ardatzen gainean muntaturiko osagai mekaniko ezberdinak erabiltzen ditu, haien artean: engranajeak, sinkronizataileak, errodamenduak, ...

Funtzionamendua

Abiadura-kaxaren ardatz primarioak mutur batean enbragearen diskoa finko muntatuta doan artekatuta du. Ondorioz, mekanismoa enbragatuta dagoenean, diskoak motorraren biraketa jaso eta ardatz primarioari transmititzen dio. Ardatz primarioak biratzean, bere gainean muntaturik dauden engranajeak birarazi eta haiekin engranatuta dauden ardatz sekundarioko engranajeak birarazten dituzte. Modu horretan, mugimendua ardatz primariotik sekundarioa transmititzea lortzen da.

Martxa bakoitzari kontaktuan dauden bi engranaje helikoidal dagozkie (atzeranzko martxari hiru), bakoitza ardatz batean muntaturik; eta haien bidez, dauzkaten hortz kopuruaren arabera den abiadura erredukzioa egiten da. Bikote horietako bakoitzean engranajeetako bat ardatzera finko dago eta besteak ardatzean (errodamenduen gainean) libreki biratzen du. Orduan, martxa baten gurpil askea dagokion ardatzari finkatuz gero mugimendua ardatz primariotik sekundarioa transmititzea lortuko da.



2.40. Irudia. Abiadura-kaxaren eskema.

Gurpil askeen finkapen hori, sinkronizataile izeneko mekanismoen bidez egiten da eta hauek martxa aldaketarako palankaren bidez aktibatzen dira. Autoak ibilbidearen arabera behar duen abiadura egokia lortzeko gidariak martxa bat edo beste aukeratzten duenean, sinkronizataileen desplazamendu axiala eragin eta martxa horren gurpil askea ardatzera finkatzen da.

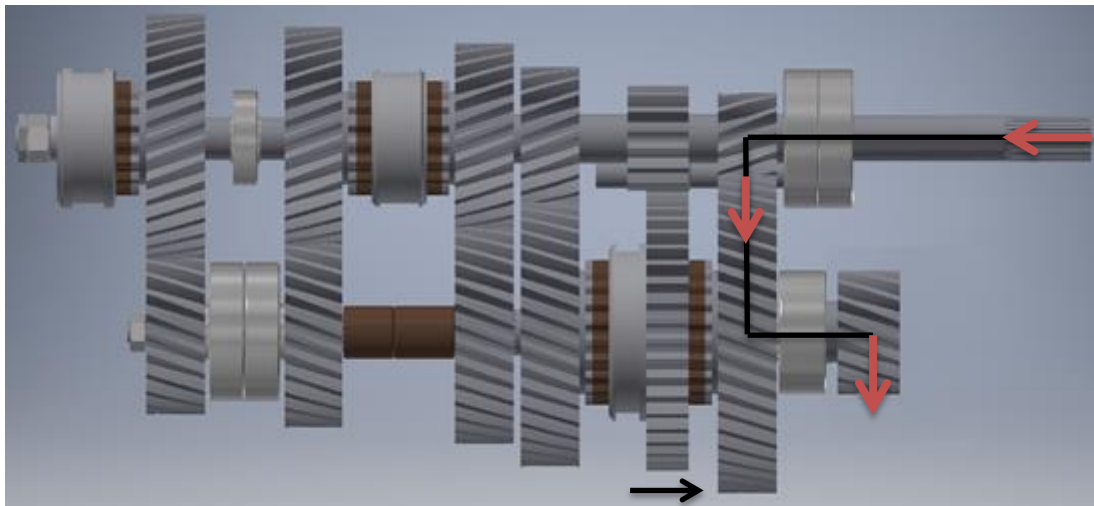
Jarraian, martxa bakoitzari dagokion elementuen kokapena adieraziko da, Autodesk Inventor diseinurako softwarean egindako piezen bidez.

1. eta 2. martxak

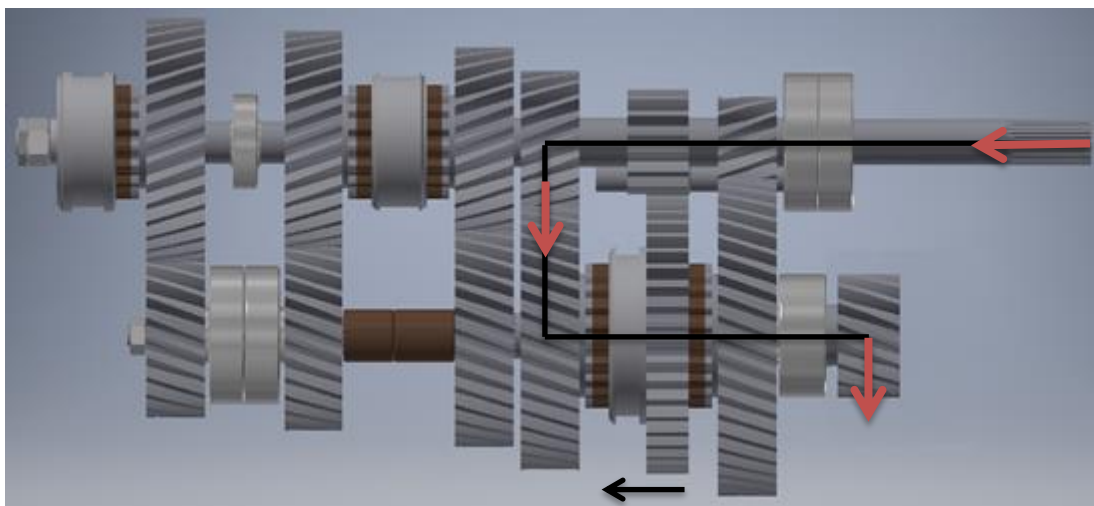
Bi martxa hauen sinkronizatailea ardatz sekundarioan kokatzen da, haien gurpil askeak ardatz horretan baitaude.

Irudietan ikus daitekeenez, sinkronizatzailearen selektorea eskuinerantz mugitzean lehenengo martxako gurpil askea sekundariora finkatu eta ardatz sekundarioa birarazten da. Selektorea ezkerrerantz mugitzean, berriz, bigarren martxako gurpil askea finkatzen da sekundariora.

Bi kasu hauetan, engranaje eragilea engranaje gidatua baino txikiagoa da, eta beraz, martxa hauek erabiltzean biraketa abiadura murriztea eta momentu eragilea handitzea lortuko da. Hortaz, bi martxa hauek abiadura baxuan eta gidatze baldintzek erresistentzia indar handia eragiten dutenean erabiltzeko aproposak dira.



2.41. Irudia. 1. martxako biraketaren transmisioa.



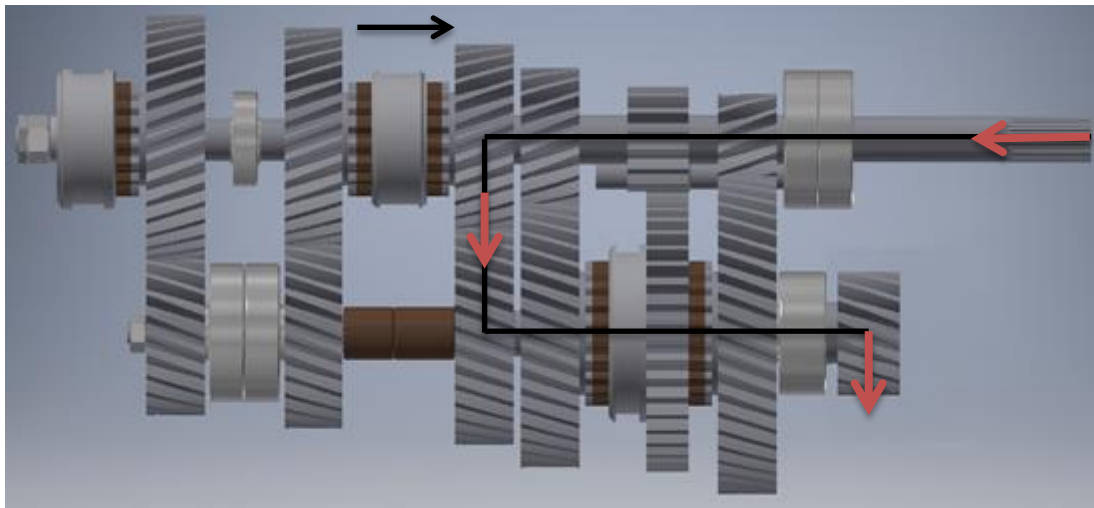
2.42. Irudia. 2. martxako biraketaren transmisioa.

3. eta 4. martxak

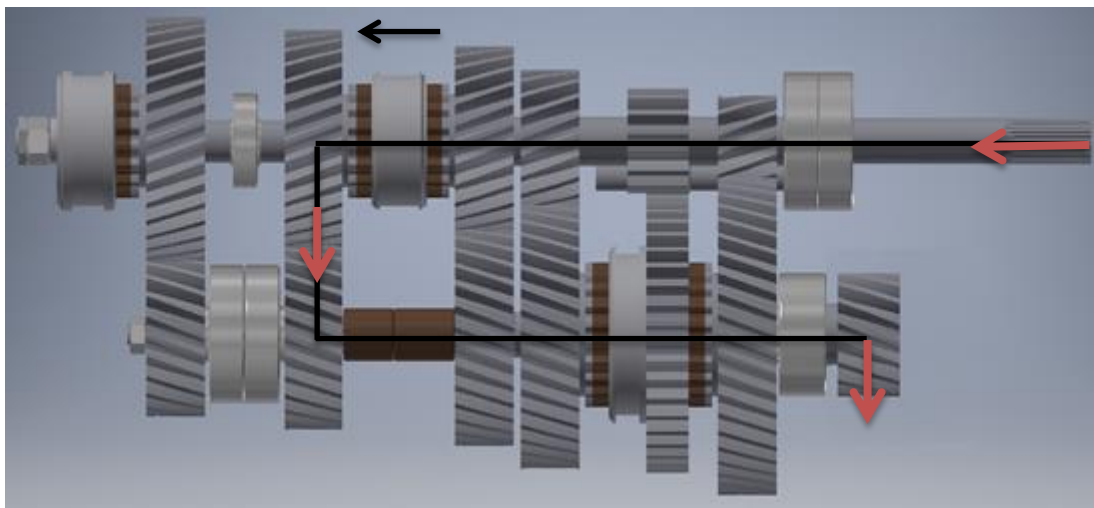
Kasu honetan, martxaren aukeraketarako sinkronizatzailea ardatz primarioan kokatzen da. Horregatik, gurpil askeak bertan daude kokaturik.

Aurreko kasuan bezala, palankaren bidez selektorea axialki mugitzean primarioko gurpil askeak ardatzera finkatu eta biraketa sekundariora transmititzen da. Izan ere, sekundarioko engranajeak ardatzera finko loturik daude.

Hirugarren martxan abiadura erreduzitu egiten da, aurreko kasuan bezala. Laugarren martxan, ordea, engranaje eragilearen hortz kopurua engranaje gidatuarena baino handiagoa denez, sekundarioko biraketa abiadura handitu egingo da. Modu horretan, gurpiletara heltzen den abiadura izango da eta biraketa pare txikiagoa.



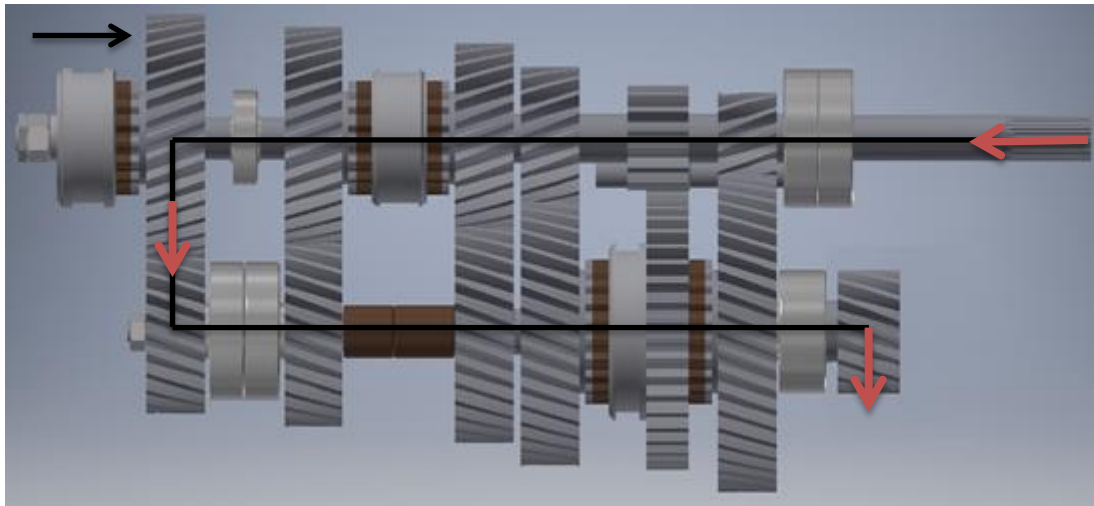
2.43. Irudia. 3. martxako biraketaren transmisioa.



2.44. Irudia. 4. martxako biraketaren transmisioa.

5. martxa

Aurreranzko azken martxa honen kasuan, sinkronizatzailearen selektorea soilik eskuinerantz mugitu daiteke. Kasu honetan, laugarren martxaren kasuan bezala, biraketa abiadura handitu eta parea murrizte lortzen da. Baina kasu honetan abiadura laugarren martxan baino gehiago handitzen da.

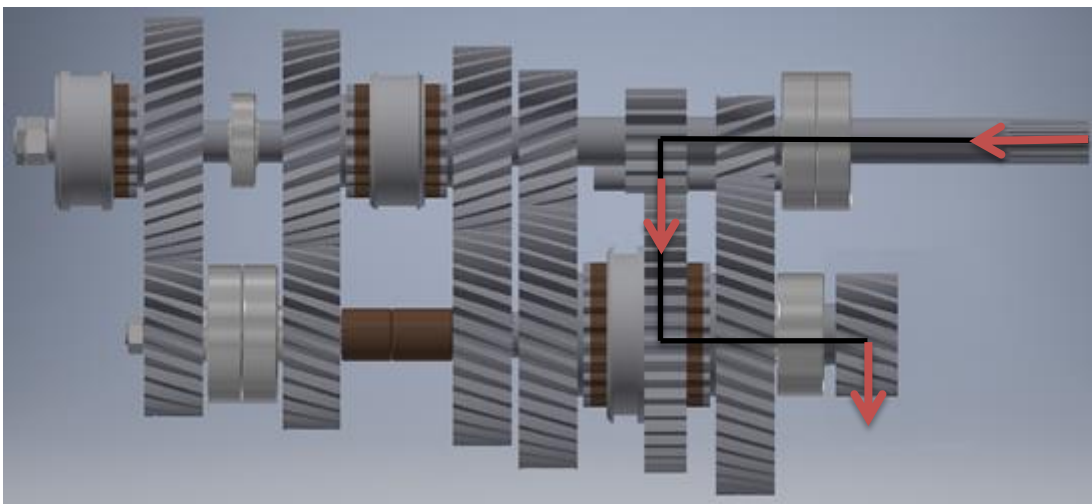


2.45. Irudia. 5. martxako biraketaren transmisioa.

Atzeranzko martxa

Martxa honetan, ardatz primarioko eta sekundarioko engranajeak ez daude engranatuta eta mugimenduaren transmisioa bi ardatzen artean kokatzen den eta beste biekin engranatuta dagoen hirugarren engranaje baten bidez lortzen da. Modu horretan, ardatz primarioak izango duen biraketaren noranzkoa beste martxetan duenaren kontrakoa izango da.

Kasu honetan, engranajeak hortz zuzenekoak dira eta martxaren aukeraketa sinkronizatzailearik gabe egiten da, engranaje guztiak haien ardatzei loturik daude. Gidariak martxa hau aukeratzean, atzeranzko martxaren ardatzean dagoen pinoia desplazatu eta primarioaren eta sekundarioaren arteko transmisioa lortzen da.



2.46. Irudia. Atzeranzko martxako biraketaren transmisioa.

2.7.3.1. Engranajeak

Abiadura-kaxaren osagai hauen helburua ardatz primariotik sekundariora biraketa mugimenduaren transmisioa eta momentu eragilearen biderkatzea egitea da. Horretarako, bikoteka edo hirukoteka (atzeranzko martxa) engranajen dira, engranaje bakoitza ardatz batean muntaturik. Modu horretan, abiadura erredukzio ezberdinak lortzen dira, martxa bakoitzari dagozkienak.

Martxa bakoitzaren bidez lortu beharreko abiadura erredukzioaren balioa ezaguna izanik, hori lortzeko gurpil bakoitzak izan beharko lukeen hortz kopurua kalkulatu da. Horretarako, lehenik eta behin, engranajeen arteko interferentziak ekiditeko beharrezkoa den hortz kopuru minimoa esleitu zaio gurpilik txikienari (1.martxako pinoia), eta ondoren, transmisio-erlazioen bidez kalkulatu dira gainerakoak.

Bestalde, bete beharreko funtzioaren arabera, abiadura-kaxaren engranajeak bi mota ezberdinekoak dira. Aurreranzko martxetarakoak hortz helikoidaleko engranaje zilindrikoak dira, eta atzeranzko martxaren hirurak hortz zuzenekoak.

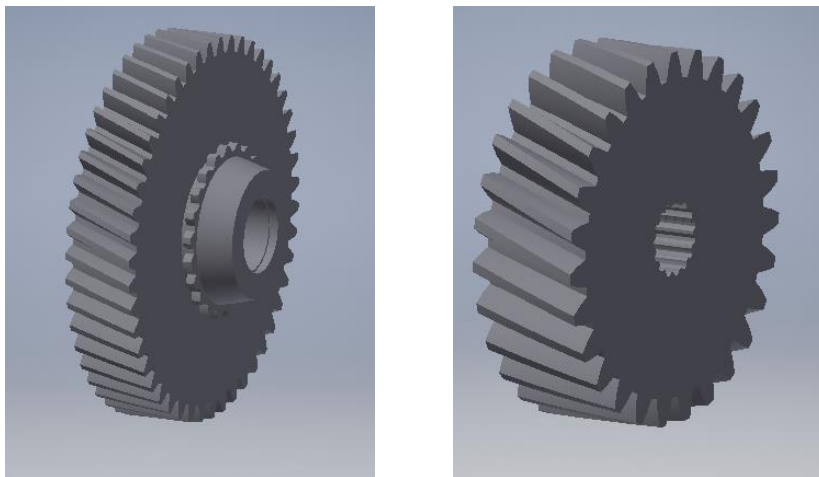
Hortz helikoidaleko engranajeek kontaktu erlazio eta engranaje luzera handiagoa dute, eta ondorioz, karga transmititzeko ahalmen handiagoa, indarren transmisio leunagoa eta funtzionamendu zarata murriztuagoa eragiten dute. Ezaugarri horiek direla-eta, aurreranzko martxen transmisiorako aproposak dira.

Hortz zuzeneko engranajeak, berriz, zaratatsuagoak dira eta kargak jasateko ahalmen txikiagoa daukate. Hala ere, atzeranzko martxaren erabilera murriztua eta engranajeen kostu baxua dela-eta, atzeranzko martxarako aproposak dira.

“3. Kalkuluak” dokumentuan egindako moduluaren iraupen eta higadurako egiaztapenaren bidez, engranajeek izan beharreko modulu minimoa kalkulatu eta guztientzako berdina aukeratu da. Datu horren bidez, engranaje mota bakoitzari dagozkion formulak aplikatu eta bakoitzaren dimentsioak zehaztu dira.

Gurpila	Martxa	z	m_r (mm)	b_a (mm)	d (mm)	d_k (mm)	d_b (mm)	α_r (°)	β_a (°)
1 P	1	12	4	37,59	51,08	59,01	41,08	20	20
1 K		47	4	37,59	200,07	208,07	190,07	20	20
2 P	2	20	4	37,59	85,131	93,131	75,131	20	20
2 K		39	4	37,59	166,01	174,01	156,01	20	20
3 P	3	27	4	37,59	114,93	122,93	104,93	20	20
3 K		32	4	37,59	136,21	144,21	126,21	20	20
4 P	4	32	4	37,59	136,21	144,21	126,21	20	20
4 K		27	4	37,59	114,93	122,93	104,93	20	20
5 P	5	36	4	37,59	153,24	161,24	143,24	20	20
5 K		23	4	37,59	97,90	105,90	87,90	20	20

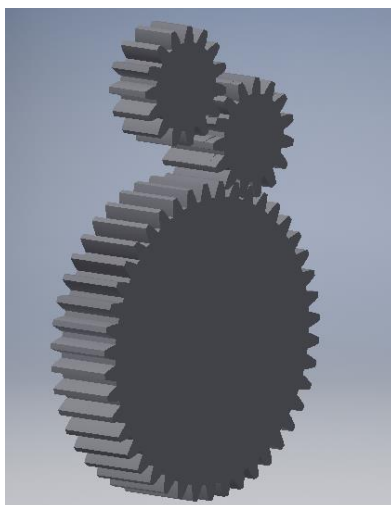
2.4.Taula.Engranaje helikoidalen dimentsioak.



2.47. Irudia. Arreranzko martxetako engranajeak.

Gurpila	z	m _(mm)	b _(mm)	α(°)	d _(mm)	d _k (mm)	d _b (mm)
AM1	15	4	40	20	60	68	50
AM2	15	4	40	20	60	68	50
AM3	43	4	40	20	172	180	164

2.5.Taula.Engranaje zuzenen dimentsioak.



2.48. Irudia. Atzeranzko martxako engranajeen kokapena.

2.7.3.2. Ardatzak

2.7.3.2.1. Ardatz primarioa

Ardatz honen funtzioa enbragetik jasotzen duen biraketa ardatz sekundariora transmititzea da. Horretarako, hainbat elementu ditu gainean muntaturik.

Enbragearen mugimendua jasotzeko, ardatzak DIN 5480-ren arabera araututako ildaskatua du albo batean. Ildaskatu horretan muntaturik doa enbragearen diskoa, eta enbragatuta dagoen bitartean biraketa transmititzen dio ardatzari. Transmittitu beharreko indarra motorretik jasotzen duena dela kontuan hartuz, "3.KALKULUAK" atalean ildaskatuaren honako dimentsio hauek zehaztu dira: DIN 5480 30x1x28.

Ildaskatuaren ondoren, martxa bakoitzari dagozkion engranajeak ditu. Enbragearen aldetik hasita jarraian, 1. martxako, atzeranzko martxako eta 2. martxako pinoia ditu eta hauek ardatzean daude mekanizaturik.

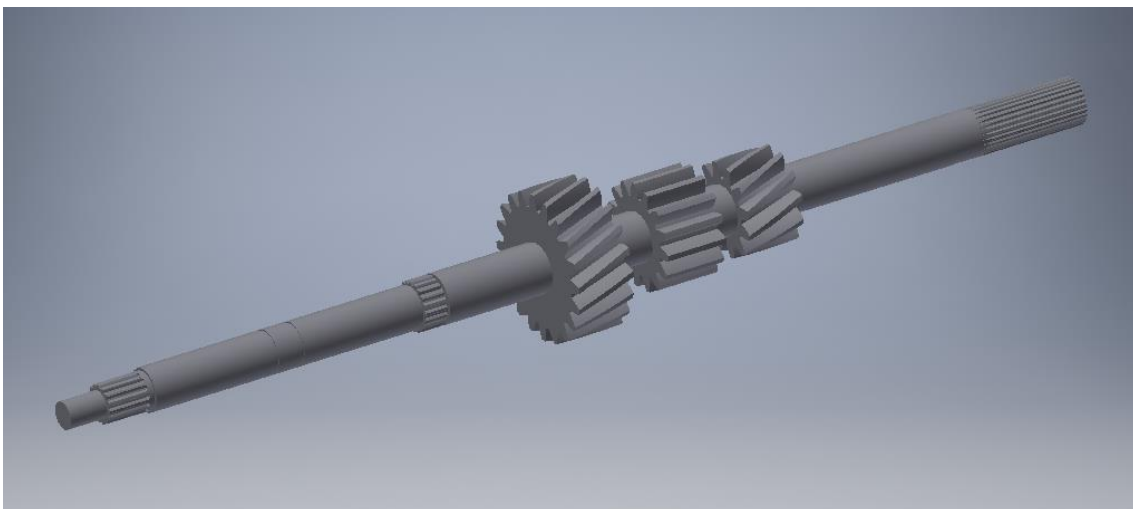
Gainerako martxen engranajeak (3.eko pinoia, 4.eko gurpila eta 5.eko gurpila) orrazdun errodamenduen gainean daude ardatzean muntaturik, hortaz, ez dute ardatzarekin batera biratzen gurpil askeak dira. Errodamendu hauek H7j6 estutze arineko perdoiarekin daude ardatzera loturik.

Gurpil hauek ardatzera finko lotzeko, sinkronizataileak dauzkate ondoan muntaturik. 3. eta 4. martxako engranajeek, haien artean kokatutako sinkronizataile bera erabiltzen dute, eta 5. martxakoak beste bat dauka ardatzaren bukaeran. Sinkronizataileak artekatuen bidez doaz ardatzera finko loturik, eta hauek dira bi sinkronizataile horien artekatuen izandapena:

- 3-4 kubo sinkronizatailea: DIN 5480 W32 x 1,5 x 20
- 5 kubo sinkronizatailea: DIN 5480 W25 x 1,5 x 15

Azkenik, ardatzak finko eusteko 2 errodamendu ditu muturretan, H7k9 motako estutzearekin lotuta daudenak ardatzera. Hauek, ardatzaren biraketa baimendu eta mugimendu axiala eta bertikala galarazten dute. Horrekin batera, pieza ezberdinen muntaketarako beharrezkoak diren ixte-eraztun eta zirindola komertzialak ditu.

Ardatza 34CrNiMo6 (AISI 4337) izeneko tenplaturako eta zementaturako altzairuzko aleazior eginda dago. Dimentsio nagusiei dagokienez, 698 mm luze da eta 20 eta 32 milimetro arteko diametroak ditu.



2.49. Irudia. Ardatz primarioa.

2.7.3.2.2. Ardatz sekundarioa

Ardatz honek, berriz, engranajeen bidez biraketa mugimendua jaso eta muturrean mekanizaturik duen pinoiaren bidez diferentzialera transmititzen du.

Sekundarioko biraketaren irteerako pinoi hori ardatzera mekanizaturik dago eta bere neurriak honakoak dira.

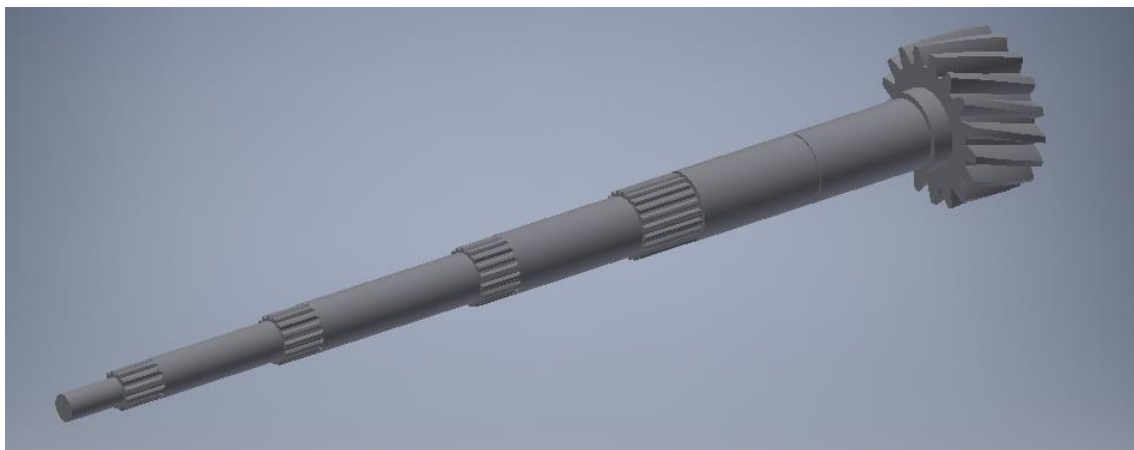
Gurpila	Mar.	Hortzen angeluak				Gurpilen dimentsioak			
		$\alpha_r(^{\circ})$	$\alpha_a(^{\circ})$	$\beta_a(^{\circ})$	$\beta_r(^{\circ})$	$d_{(mm)}$	$d_{k(mm)}$	$d_b(mm)$	$d_{ba(mm)}$
Pinoia	1	20	21,17	20	18,75	72,36	80,36	62,36	67,48
Koroa		20	21,17	20	18,75	263,92	271,92	253,92	246,11

Horrekin batera, martxa bakoitzaren engranajeak ditu gainean muntaturik, batzuk finko eta beste batzuk biratzeko aukerarekin. 1. eta 2. martxetako gurpilak askeak dira eta sinkronizatzaile bakarrarekin finkatzen dira ardatzera. Sinkronizatzaile hori finkatzeko artekatuaren izendapena honakoa da:

- 1-2 kubo sinkronizatzailea: DIN 5480 W35 x 1,5 x 22

Gainerakoak, (3., 4. eta 5.eko engranajeak) DIN 5480 arauaren arabeko artekatuen bidez finko lotzen dira ardatzera.

- 3. martxako gurpil finkoa: DIN 5480 W30 x 1,5 x 18
- 4. martxako gurpil finkoa: DIN 5480 W25 x 1,5 x 15
- 5. martxako gurpil finkoa: DIN 5480 W20 x 1,5 x 12



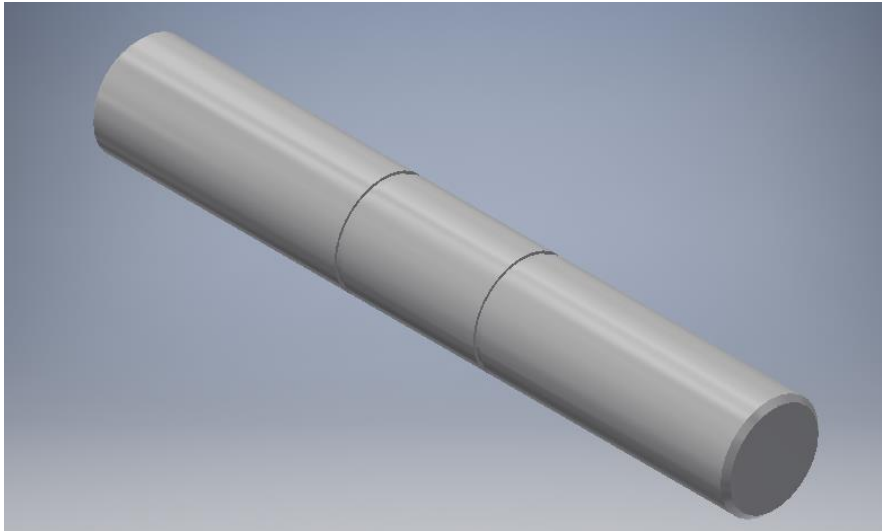
2.50. Irudia. Ardatz sekundarioa.

Ardatz sekundarioak H7k9 ahokadura motarekin eta segurtasun eraztunekin loturik dauden 4 errodamendu erabiltzen ditu eusteko eta 565 milimetroko luzera du. Diametroei dagokionez, 14 eta 40 milimetro arteko sekzioak ditu.

Ardatza 34CrNiMo6 (AISI 4337) izeneko tenplaturik eta zementaturik altzairuzko aleazioz eginda dago.

2.7.3.2.3. Atzeranzko martxaren ardatza

Azken ardatz honen funtzioa biraketaren noranzkoa aldatzen duen pinoia eustea da. Pinoi horrek ardatzean errodamenduen gainean biratzen du, H7j6 ahokadura mota dutenak eta segurtasun eraztunen bidez axialki finkatzen direnak. Ardatzaren materiala 34CrNiMo6 (AISI 4337) da eta N9ko gainazal akabera orokorra du eta N7koa errodamenduen kontaktu gainazalean.



2.51. Irudia. Atzeranzko martxaren ardatza.

2.7.3.3. Errodamenduak

Osagai hauek ardatzen puntu ezberdinetan kokatzen dira eta haien funtzioa haien gainean edo barnean kokatzen diren elementu birakariak eustea da.

Daukaten garrantzia eta diseinu zailtasuna (nekearen araberako hutsegitea jasaten dute) dela-eta errodamenduak estandarizatuta daude, hortaz, bakoitzak bete beharreko funtzio eta baldintzen arabera SKF ekoizlearen katalogotik egokiena aukeratu da.

Aukeratze horretan jarraituriko prozedura, errodamenduak jasan beharreko kargak kalkulatzeko, eta horiek kontuan hartuz, kokatuta doan puntuko dimentsioetara egokien moldatzen den errodamendua aukeratzea izan da.

Kargen kalkulua, ekoizleak zehaztutako ekuazio eta aldagaien bidez burutu da. Horretarako, errodamendu bakoitza kokatzen den puntuko karga erradiala eta axiala eta honek jasan beharreko ziklo kopurua kontuan harturik, beharrezkoa duen karda dinamiko minimoa kalkulatu da. Datu horrekin katalogoan errodamendurik egokiena aukeratu da.

Hainbat errodamendu mota ezberdintzen dira, eta bakoitzak ezaugarri konkretuak ditu. Abiadura-kaxan daukaten funtzioa eta karga-egoera kontuan hartuz hiru errodamendu mota ezberdin erabili dira: boladun errodamenduak, arrabol zilindrikodun errodamenduak eta orrazdun errodamenduak.

Ardatzak eusteko, bi errodamendu mota jarri dira alde bakoitzean, bata boladun errodamendua, eta bestea arrabol zilindrikodun errodamendua. Arrabol zilindrikodun errodamenduek karga erradialak jasateko ahalmen handia dute eta horrek engranajeen indarrak eusteko oso aproposak egiten ditu. Baina indar axialen eragina jasan ezin dutenez, horretarako gai diren bolazko errodamenduak erabili dira baita ere, karga erradial txikiagoak jasan ditzaketenak.

Erabili den hirugarren errodamendu mota, orrazdun errodamendua izan da. Mota honetako errodamenduek karga erradial handia jasan dezakete eta haien berezitasuna, besteekin konparatuz lodiera txikia dutela da. Horrek, gurpil askeen ardatzaren gaineko biraketa baimentzeko eta bien arteko higadura murrizteko aproposak egiten ditu. Errodamendu hauek binaka jarri dira gurpil askeen barnean, hauen zabalera osoa hartu ahal izateko.

Jarraian, erabili diren errodamendu konkretuen ezaugarriak adieraziko dira. Horretarako, errodamendu motaren araberako banaketa egingo da.

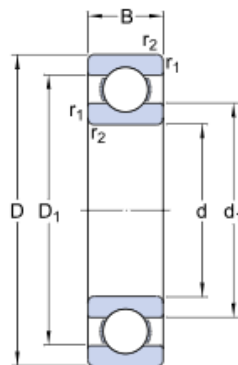
2.7.3.3.1. Bolazko errodamenduak

Errodamendu mota hau ardatz primarioan eta sekundarioan erabili da, eta piezen hornidura errazteko asmoz, bi ardatzetarako dimentsio bereko bolazko errodamendua erabiltzea erabaki da. Karga-baldintzak direla-eta, ardatz bakoitzean bi errodamendu jarri behar izan dira. Hauen ahokadura H7k9 motakoa da.

Ondorengo taulan ageri dira bere dimentsio eta ezaugarri nagusiak.

Izendapena	6406 SKF
d	30 mm
D	90 mm
B	23 mm
C	43,6 kN
C ₀	23,6 kN
Nekearengatiko karga limitea	1 kN
Erreferentziazko abiadura nominala	18.000 rpm
Abiadura nominal limitea	11.000 rpm
Masa	0,75 kg

2.6.Taula.Errodamenduaren ezaugarriak.



2.52. Irudia. 6406 SKF errodamendua.

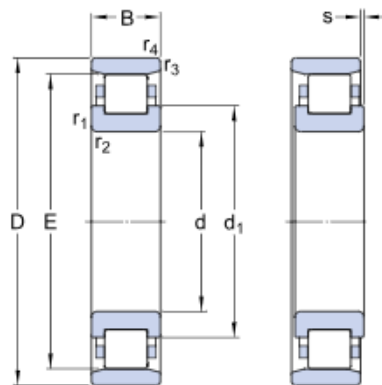
2.7.3.3.1. Arraboldun errodamenduak

Errodamendu mota honen kasuan, eraikitze baldintzak direla-eta, dimentsio ezberdineko errodamenduak erabili dira ardatz bakoitzerako. Kasu honetan, ardatz bakoitzean errodamendu bakarra jartzearekin nahikoa izango da martxa bakoitzak eragindako kargak jasateko. Hauen ahokadura perdoia H7k9 motakoa da.

Ardatz primarioko arraboldun errodamendua

Izendapena	N 206 ECP
d	30 mm
D	62 mm
B	16 mm
C	44 kN
C ₀	36,5 kN
Nekearengatiko karga limitea	4,50 kN
Erreferentziazko abiadura nominala	13.000 rpm
Abiadura nominal limitea	14.000 rpm
Masa	0,2 kg

2.7.Taula.Errodamenduaren ezaugarriak.

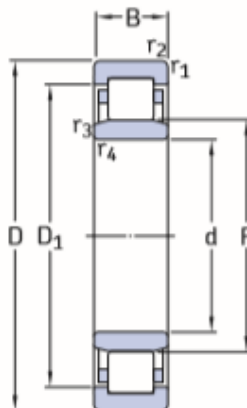


2.53. Irudia. N 206 ECP errodamendua.

Ardatz sekundarioko arraboldun errodamendua

Izendapena	NU 2307 ECP
d	35 mm
D	80 mm
B	31 mm
C	106 kN
C ₀	98 kN
Nekearengatiko karga limitea	12,7 kN
Erreferentziazko abiadura nominala	9.5000 rpm
Abiadura nominal limitea	11.000 rpm
Masa	0,72 kg

2.8.Taula.Errodamenduaren ezaugarriak.



2.54. Irudia. NU 2307 ECP errodamendua.

2.7.3.3.1. Orrazdun errodamenduak

Aurretik azaldu den bezala, errodamendu hauek martxa bakoitzeko gurpil askearen barruan kokatzen dira. Gurpil bakoitzean, bi errodamendu kokatu dira zuloaren zabalera osoa betetzeko, nahiz eta karga baldintzen arabera bigarren errodamendua beharrezkoa ez izan.

Martxa bakoitzeko gurpilek eragindako indarrak ezberdinak direnez, errodamendu mota bat aukeratu da gurpil bakoitzerako.

1. martxako gurpil askearen errodamendua

Izendapena	K 35x42x30
d	35 mm
D	42 mm
B	30 mm
C	37,4 kN
C ₀	68 kN
Nekearengatiko karga limitea	8,5 kN
Erreferentziazko abiadura nominala	11.000 rpm
Abiadura nominal limitea	13.000 rpm
Masa	67 g

2.9.Taula.Errodamenduaren ezaugarriak.

2. martxako gurpil askearen errodamendua

Izendapena	K 30x40x30
d	30 mm
D	40 mm
B	30 mm
C	46,8 kN
C ₀	69,5 kN
Nekearengatiko karga limitea	8,65 kN
Erreferentziazko abiadura nominala	12.000 rpm

Abiadura nominal limitea	14.000 rpm
Masa	73 g

2.10.Taula.Errodamenduaren ezaugarriak.

3. martxako gurpil askearen errodamendua

Izendapena	K 32x40x25
d	32 mm
D	40 mm
B	25 mm
C	35,8kN
C ₀	58,5 kN
Nekearengatiko karga limitea	7,2 kN
Erreferentziazko abiadura nominala	12.000 rpm
Abiadura nominal limitea	14.000 rpm
Masa	49 g

2.11.Taula.Errodamenduaren ezaugarriak.

4. eta 5. martxetako gurpil askeen errodamendua

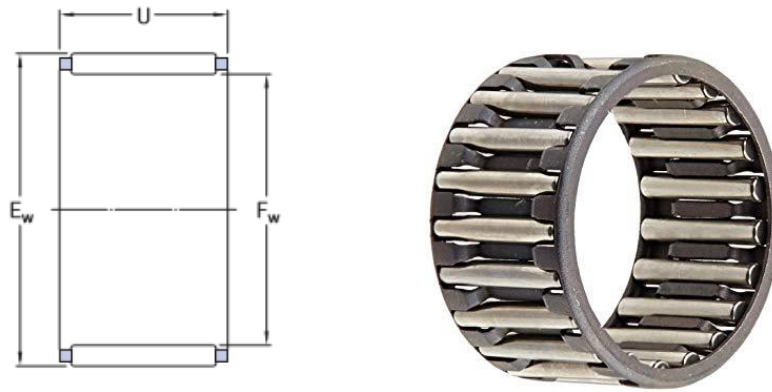
Izendapena	K 28x40x25
d	28 mm
D	40 mm
B	25 mm
C	42,9 kN
C ₀	55 kN
Nekearengatiko karga limitea	6,95 kN
Erreferentziazko abiadura nominala	13.000 rpm
Abiadura nominal limitea	15.000 rpm
Masa	70 g

2.12.Taula.Errodamenduaren ezaugarriak.

Atzeranzko martxako pinoiaren errodamendua

Izendapena	K 20x30x20
d	20 mm
D	30 mm
B	20 mm
C	34,1 kN
C ₀	41,5 kN
Nekearengatiko karga limitea	5,2 kN
Erreferentziazko abiadura nominala	17.000 rpm
Abiadura nominal limitea	20.000 rpm
Masa	49 g

2.13.Taula.Errodamenduaren ezaugarriak.



2.55. Irudia. Orrazdun errodamendua.

2.7.3.4. Sinkronizataileak

Aurretik aipatu den bezala, sinkronizataileen funtzioa gurpil askeak ardatzera finko lotzea da. Horretarako, hiru osagai ezberdin bereizten dira bakoitzean: kubo sinkronizatailea, eraztun sinkronizatailea eta selektorea.

Kubo sinkronizatailearen funtzio nagusia mekanismo osoa ardatzera ildaskatu baten bidez finko loturik mantentzea da. Modu horretan, hari lotuta dauden gainerako bi elementuei biraketa transmititzen die. Horrekin batera, kanpo ildaskatu bat du eta horren bidez bertan kokatuta dagoen selektorearen mugimendu axiala baimentzen du.

Eraztun sinkronizatailea kuboan dago ahokaturik eta bere funtzioa, jasotzen duen biraketa mugimendua marruskadura bidez gurpil askeari transmititzea da, frikziozko engrage koniko bat bailitzan. Horretarako, gurpilaren gainazal konikoarekin kontaktuan jartzen den zulo konikoa du barnealdean. Kanpoko aldean, berriz, kubo sinkronizataileak bezala, selektorearen mugimendu axiala baimentzeko ildaskatua du.

Selektorea barne ildaskatuaren bidez kubo sinkronizatailearen gainean doa muntaturik. Ildaskatuak, ardatzarekin batera birarazi eta axialki mugitzea baimentzen dio. Era berean, eraztun sinkronizatailearen kanpo ildaskatuarekin bat egiten du. Kanpoko aldean, martxa aukeraketarako urkila kokatzen den gainazal zilindrikoa du.

Honako hauek dira sinkronizataile bakoitzaren ildaskatuen izendapenak:

- 1-2 sinkronizatailea: DIN 5480 95 x 4 x 22 H7h9
- 3-4 sinkronizatailea: DIN 5480 75 x 4 x 17 H7h9
- 5 sinkronizatailea: DIN 5480 75 x 4 x 17 H7h9

Auto gidariak martxa aukeratzekoan, urkilak selektorea artekatuan zehar axialki desplazatu eta eraztun sinkronizatailea gurpilaren gainazal konikoarekin kontaktuan jartzea eragiten du. Modu horretan, gurpil askea ardatzaren abiaduran biratzen hasten da pixkanaka. Bien abiadurak berdintzean, selektorea gehiago desplazatu eta gurpil askeak duen

ildaskatuarekin bat egiten du. Momentu horretan, ardatzaren eta gurpil askearen arteko lotura finkoa izatea lortzen da.

Ardatz primarioan 3. eta 4. martxen sinkronizatzailea eta 5. martxakoarena kokatzen dira. Bi hauen eraztun sinkronizatzaileak tamaina berekoak dira, baina kuboak eta selektoreak geometria ezberdina dute, 5. martxakoak alde bakarrera egiten duelako lan.

Ardatz sekundarioan, 1. eta 2. martxetako sinkronizatzailea kokatzen da. Honek, atzeranzko martxaren koroa dauka selektorearen gainean mekanizaturik, eta horri esker, abiadura-kaxaren tamaina murriztea lortzen da.

Eraztun sinkronizatzaileak brontzez egindakoak dira eta kubo eta selektoreak 14 NiCrMo 13 materialaz.



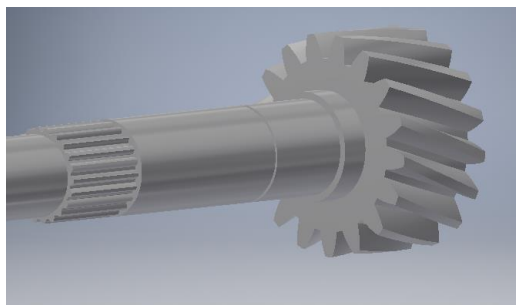
2.56. Irudia. Sinkronizatzailearen osagaiak.

2.7.5. Erreduktorea eta diferentziala

Engranaje bikote erreduktoreari dagokionez, abiadura-kaxa zeharka muntatzen denez, ez du biraketaren norabidea aldatu beharko. Horregatik, bi engranaje zilindriko helikoidalez osatuta egongo da.

Erreduktorearen pinoia ardatz sekundarioan dago eta koroa, berriz, diferentzialari loturik. Hortaz, sekundariotik jasotako biraketa abiadura murriztu eta momentua handitzea da honen funtzioa.

Multzo diferentzialari dagozkion elementuen diseinua ez da burutu, proiektua abiadura-kaxara mugatu delako.



2.57. Irudia. Eraso pinoia.

2.8. PLANIFIKAZIOA

Planifikazioaren bidez, abiadura-kaxa ekoizteko egin behar diren funtzio ezberdinak zehaztu eta hauen denbora iraupenak zehaztuko dira, produktuaren ekoizpen denbora-tarte osoaren barruan. Horretarako Gantt-en diagrama erabiliko da.

Jarraian ageri den taulan, abiadura-kaxaren ekoizpen fase bakoitza eta dagokion iraupena egunetan adieraziko dira.

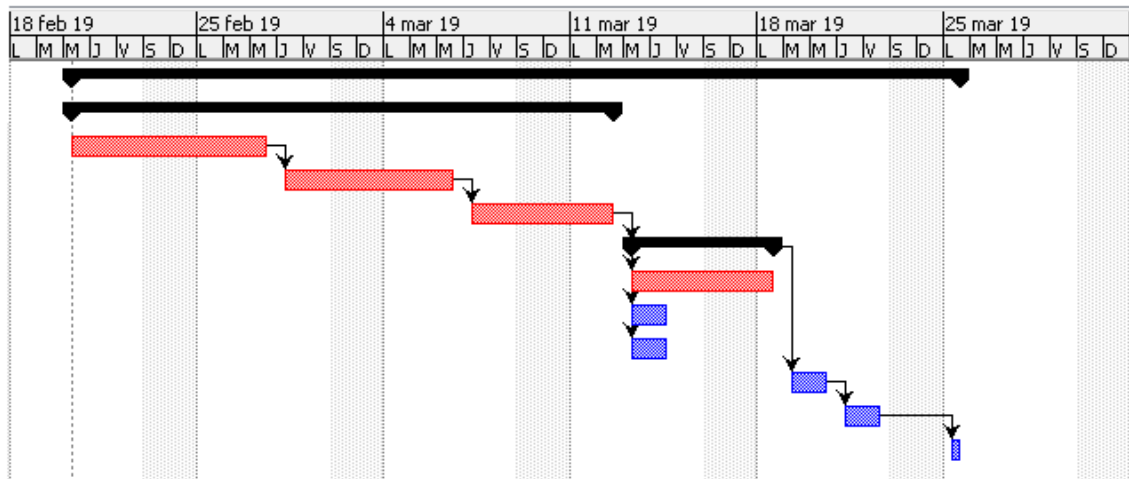
EKINTZA	IRAUPENA
FABRIKAZIOA	15 EGUN
Ardatzen fabrikazioa	6 egun
Engranajeen fabrikazioa	5 egun
Sinkronizatzaileen fabrikazioa	4 egun
OSAGAI KOMERTZIALEN ESKARIA	4 EGUN
Enbragea	4egun
Segurtasun eraztunak	2 egun
Errodamenduak	2 egun
MUNTAKETA	2 EGUN
KALITATE KONTROLA	2 EGUN
ABIARAZTEA ETA FUNTZIONAMENDU SAIAKUNTZAK	1 EGUN

2.13.Taula.Planifikazioa.

Abiadura-kaxaren ekoizpena egiteko ohiko lan ordutegia suposatuta, astean 5 lanegun (astelehenetik ostiralera) eta egun horietako bakoitzean 8 lanordu (8:00 -16:00). Datu horiek kontuan hartuz, proiektuaren planifikazioa Gantt-en diagramaren bidez adierazi da. Horretarako, irudietan ageri den Project Libre softwarea erabili da.

Nombre	Duracion	Inicio	Terminado
<input type="checkbox"/> ABIADURA-KAXAREN FABRIKAZIOA	24 days	20/02/19 8:00	25/03/19 16:00
<input type="checkbox"/> 1. FABRIKAZIOA	15 days	20/02/19 8:00	12/03/19 16:00
1.1. Ardatzen fabrikazioa	6 days	20/02/19 8:00	27/02/19 16:00
1.2. Engranajeen fabrikazioa	5 days	28/02/19 8:00	6/03/19 16:00
1.3. Sinkronizatzaileen fabrikazioa	4 days	7/03/19 8:00	12/03/19 16:00
<input type="checkbox"/> 2. OSAGAI KOMERTZIALEN ESKARIA	4 days	13/03/19 8:00	18/03/19 16:00
2.1. Enbragea	4 days	13/03/19 8:00	18/03/19 16:00
2.2. Segurtasun eraztunak	2 days	13/03/19 8:00	14/03/19 16:00
2.3. Errodamenduak	2 days	13/03/19 8:00	14/03/19 16:00
3. MUNTAKETA	2 days	19/03/19 8:00	20/03/19 16:00
4. KALITATE KONTROLA	2 days	21/03/19 8:00	22/03/19 16:00
5. ABIARAZTEA ETA FUNTZIONAMENDU SAIAKUNTZA	1 day	25/03/19 8:00	25/03/19 16:00

2.58. Irudia. Ekintzen planifikazioa.



2.59. Irudia. Gantt-en diagrama.

Diagraman ikus daitekeenez, proiektua 2019ko otsailaren 20 hasiko da eta urte bereko martxoaren 25ean amaituko dela programatuta dago. Guztira 24 lanegun (34 egun natural) iraungo du proiektuak.

2.9. KALITATE PLANA

Proiektua modu egokian eta zehaztutako baldintzetan gauzatzeko bete beharko diren segurtasun eta higiene arauak, "7. Dokumentua: IKERLANAK" izeneko txostenean zehaztu dira.

2.10. PROIEKTUAREN KOSTUA

"6. Dokumentua: AURREKONTUAK" txostenean adierazi den bezala, honakoa izango da proiektuaren kostu totala:

AURREKONTU OSOA:5861,12 €