

INGENIARITZA MEKANIKOKO GRADUA GRADU AMAIERAKO LANA

IBILGAILU BATEN TRANSMISIOAREN KALKULU ETA DISEINUA

2. DOKUMENTUA - MEMORIA

Ikaslea: Garramiola Saizar, Jon

Zuzendaria: Arsuaga Berrueta, Mikel

Ikasturtea: 2018-2019

Data: Bilbon, 2019ko Ekainaren 27an

2. DOKUMENTUA: MEMORIA

2.1.	PROIEKTUAREN HELBURUA	3
2.2.	PROIEKTUAREN HEDADURA.....	4
2.3.	ARAUDIAK ETA ERREFERENTZIAK.....	5
2.3.1.	Araudiak.....	5
2.3.1.1.	Dokumentuak burutzeko araudiak	5
2.3.1.2.	Diseinua burutzeko araudiak	5
2.3.1.3.	Segurtasun araudiak.....	5
2.3.2.	Bibliografia.....	6
2.3.2.1.	Liburuak	6
2.3.2.2.	Katalogoak.....	6
2.3.2.3.	Web orrialdeak	6
2.3.2.4.	Apunteak.....	6
2.3.3.	Erabilitako programak	6
2.4.	DEFINIZIOAK ETA LABURDURAK	8
2.4.1.	Definizioak.....	8
2.4.2.	Laburdurak.....	8
2.5.	DISEINURAKO BALDINTZAK.....	11
2.6.	EBATZIEN AZTERLANAK.....	12
2.6.1.	Transmisio sistema ezberdinak	13
2.6.1.1.	Motorra aurrean eta trakzioa atzean.....	14
2.6.1.2.	Motorra eta trakzioa aurrean.....	15
2.6.1.3.	Motorra eta trakzioa atzean	16
2.6.1.4.	Motorra aurrean edo atzean eta trakzio totala.....	16
2.6.2.	Enbragea	17
2.6.2.1.	Enbrage motak	17
2.6.2.2.	Enbragearen atalak	20
2.6.2.3.	Enbragearen materialak	22
2.6.3.	Abiadura kaxa	23
2.6.3.1.	Abiadura kaxa manualak.....	24

2.6.3.2.	Abiadura kaxa automatikoak	26
2.6.3.3.	Gidatutako abiadura kaxak	28
2.6.3.4.	Abiadura kaxaren osaera	29
2.6.3.5.	Sinkronizatzaileak	30
2.6.4.	Diferentziala	31
2.6.4.1.	Diferentzial motak	32
2.7.	EMAITZAK	34
2.7.1.	Transmisioaren antolamendua	34
2.7.2.	Enbragea	34
2.7.3.	Abiadura kaxa	35
2.7.4.	Elementu komertzialak	40
2.7.4.1.	Errodamenduak	40
2.7.4.2.	Txabetak	44
2.7.5.	Sinkronizatzaileak	45
2.8.	PLANIFIKAZIOA	47
2.9.	PROIEKTUAREN KOSTUA	48
2.1.	CE ZIURTAGIRIA	49

2.1. PROIEKTUAREN HELBURUA

Proiektu honen helburua Peugeot 208 GTi baten transmisioa kalkulatu eta diseinatzea da. Mekanismo honen bidez motorrak sortutako potentzia gurpil eragileetara transmitituko da.



2.1. Irudia. Peugeot 208 GTi

Kontuan izan behar da Peugeot 208 GTiaren kasuan motorra kotxearen aurrealdean kokatuta dagoela, zeharkako posizioan. Kotxeak, gainera, aurreko trakzioa du. Era honetan, transmisioaren osagai guztiak kotxearen aurrealdean kokatuko dira. Fabrikatzaileak emandako espezifikazio teknikoak hartuko dira abiapuntu bezala: 200 ZP (147 kW) eta 5800 bira minutu. Transmisioak 6 abiadura izango ditu aurrerantz eta bat atzerantz.

Autoak jasan behar dituen indar erresistenteak kalkulatu dira lehenbizi eta, behin hau eginda, transmisioaren osagaiak dimentsionatuko eta aukeratu dira. Osagai batzuk fabrikatu egin beharko dira; beste batzuk, katalogoetatik aukeratu dira (osagai komertzialak). Aipatzekoa da, baita, egingo diren kalkulu, diseinu eta aukeraketa guztiak arau eta legeen menpe egongo direla.

Ahal den neurrian transmisioaren osagaiak pisu eta bolumen gutxikoak eta erresistentzia handikoak izango dira, autoaren erregai kontsumoa jaitsi eta transmisioaren biziraupena luzatu asmoz.

Proiektuaren egilea: Garramiola Saizar, Jon

NAN zenbakia: 78954078-T

2.2. PROIEKTUAREN HEDADURA

Proiektu hau teknikoak izango da eta mekanikaren esparrura mugatuko da. Honela, soilik transmisioa osatzen duten elementu mekanikoak definituko dira. Transmisioan eragina izan dezaketen sistema elektrikoak, pneumatikoak edota hidraulikoak ez dira aztertuko.

UNE 157001:2002 araua jarraituko da transmisioaren kalkuluak eta diseinua burutzeko eta proiektua 7 dokumentuk osatuko dute. Dokumentu hauek nahikoa izango dira kotxearen transmisioa definitzeko.

Diseinatzeko orduan bezeroaren eskakizun teknikoak eta ager daitezkeen arazoak izango dira kontuan:

- Kotxea gai izan behar da errepidean ager daitezkeen egoera eta baldintza konplexuei aurre egiteko (aldapak, errepidearen egoera eta eguraldi kaskarra,...).
- Kotxearen pisua ahalik eta txikiena izan behar da erregai kontsumoa ahalik eta txikiena izateko. Transmisioaren osagaiak, hortaz, iraunkorrak ez ezik arinak ere izan beharko dira.
- Espezifikazio teknikoetan adierazitako transmisio erlazioak bete behar dira.
- Ahal den neurrian osagai normalizatuak erabiliko dira transmisio sistemaren kostua ahalik eta txikiena izan dadin.

Hauek dira proiektuak bete beharreko baldintza nagusiak eta baldintza hauek jarraituko dira transmisioaren osagai ezberdinak diseinatzeko garaian.

2.3. ARAUDIAK ETA ERREFERENTZIAK

2.3.1. Araudiak

Transmisioa diseinatzeko orduan nahiz dokumentazioa burutzeko orduan egiteko horiek erregulatu dituzten araudiak erabili dira.

2.3.1.1. Dokumentuak burutzeko araudiak

Planoaren formatua. UNE 1-026-83/2

Planoen errotulazio kutxa. UNE 1-035-9/5

Planoaren eskala. UNE 1-026-83/2

Planoen osagaien zerrenda. UNE 1-135-89

Planoen idazkera. UNE 1-034-71/1

Planoekiko osagaiekiko erreferentziak. UNE 1-100-83

Planoen tolestea. UNE-027-95

Perdoi orokorra. ISO 2768-m

Gainazal akaberak. UNE 1-037-83

Perdoi geometrikoak. UNE EN 22768-2:1994

Perdoi dimentsionalak. UNE EN 20286-1:1996

2.3.1.2. Diseinua burutzeko araudiak

Altzairu normalizatuak. UNE 36010

Materialen propietate mekanikoak. DIN 2391

Ardatzen artekatua. DIN 5480

Errodamenduen kalkulua. ISO 281-1

Txabetak. DIN 6885

Ardatzen kalkulua, ASME

2.3.1.3. Segurtasun araudiak

Segurtasuna makinetan. UNE-EN 1005:2002+A1:2009

Segurtasun seinaleak. UNE-EN 981:1997

Segurtasun distantzia. ISO 13857:2008

Ergonomia. UNE-EN 13861:2011

2.3.2. Bibliografia

2.3.2.1. Liburuak

Arias Paz, M. "*Manual de automóviles*", 55ª Edición.

Shigley, J.E. "*Diseño de Ingeniería Mecánica*", Edición McGraw Hill.

Francisco Muñoz Gracia. "*Calculo teórico- práctico de los elementos y grupos del vehículo industrial y automóvil*", Tomo I.

Francisco Muñoz Gracia. "*Calculo teórico- práctico de los elementos y grupos del vehículo industrial y automóvil*", Tomo II.

Manuel Cascajosa. "*Ingeniería de vehículos: Sistemas y cálculos*".

2.3.2.2. Katalogoak

Catálogo general SKF, Publicación 6000, Suecia, 2006. Rodamientos.

Catálogo Rodavigo: Chavetas. Chavetas.

Catálogo Sachs: Embragues. Embragues.

2.3.2.3. Web orrialdeak

www.km77.com

www.peugeot.com

www.solidworks.com

www.rodavigo.com

2.3.2.4. Apunteak

Makinen Diseinua, EUITI Bilbao, 2016

Adierazpen Grafikoa I eta II, EUITI Bilbao 2013 - 2016

Materialen erresistentzia eta elastizitatea, EUITI Bilbao, 2016

Proiektuen Kudeaketa, EUITI Bilbao, 2017

2.3.3. Erabilitako programak

SolidWorks

Microsoft Office Excel

Microsoft Office Power Point

Microsoft Office Word

Cespla

2.4. DEFINIZIOAK ETA LABURDURAK

Jarraian dauden definizio eta laburdurak ondorengo dokumentuetan zehar agertu eta emango diren pausoak eta, batez ere, kalkuluen dokumentuan (3. *Dokumentua: Kalkuluak*) ematen diren urratsak hobeto ulertzeko baliagarriak dira.

2.4.1. Definizioak

- Abiadura: Desplazamendua denbora unitateko, norabide jakin batean.
- Azelerazioa: Denborarekiko abiadurak pairatutako aldaketa.
- Presioa: Azalera unitateak jasandako indarra.
- Indarra: Zerbait egiteko edo zerbaitetan aritzeko gaitasun edo ahalmen fisikoa.
- Momentua: Indar batek puntu batekiko biraketa higidura sorrarazteko duen gaitasunaren neurria.
- Tentsioa: Gorputz bat luzatzen edo laburtzen diharduten kanpo indarren kontra aritzen diren indar elastikoen batura den indarra.
- Inertzia: Materiaren ezaugarria, gorputz batek egoera aldaken kontra agertzen duena.
- Modulu elastikoa: Material batek duen propietatea, materialarengan eragiten duen tentsioa eta bere deformazioa erlazionatzen dituena.
- Potentzia: Lan egiteko ahalmena denbora unitateko.
- Bolumena: Material batek hartzen duen espazio kantitatea.
- Engranaje tren: Horzdun gurpilen bidez mugimendua transmititzeko erabiltzen den mekanismoa. Gurpilak arbola edo ardatz batez elkartuta daude. Forma eta erabileraren arabera, era ezberdinetako engranajeak daude, hala nola trakzio engranajea, zilindrikoa, konikoa edota helikoidala.
- Ardatza: Pieza zilindrikoa, gehienetan metalezkoa, luzera diametroa baino dezente handiagoa duena. Biraketa higidura hartzeko edo transmititzeko erabiltzen da.

2.4.2. Laburdurak

F_e : Errodadurak eragindako indarra

P_i : Kotxearen pisua

P_k : Baimendutako karga maximoa

μ_m : Marruskadura koefizientea

F_a : Aldapek eragindako indarra

a_{max} : Kotxeak gaintu beharreko aldapa maximoa

F_i : Ibilgailuaren inertzia dela eta sortutako indarra

F_h : Haizeak eragindako indarra

v_{max} : Ibilgailuaren abiadura maximoa

ρ_h : Haizearen dentsitatea

a_i : Ibilgailuaren aurrealdeko azalera eraginkorra

C_x : Koefiziente aerodinamikoa

M_e : Enbrageak transmititu dezakeen momentu bihurtzaile maximoa

M_m : Motorrak garatu dezakeen momentu bihurtzaile maximoa

Z : Hagin kopurua

L_t : Ildoen luzera

F_u : Ardatzean dagoen indar tangenziala

h : Haginen altuera

P : Presioa artekan

K : Sostengu faktorea

r_d : Diferentzialaren erlazioa

D_g : Gurpilaren diametroa

w_g : Gurpilen biraketa abiadura

v_{max} : Kotxearen abiadura maximoa

r_6 : 6. abiaduraren erlazioa

n_g : Gurpilen abiadura angeluarra

$w_{motorra}$: Motorraren biraketa abiadura

i_{ak} : Abiadura bakoitzaren transmisio erlazioa

T_R : Gurpil eragileak jasaten duen momentu erresistentea

F_R : Gurpil eragileak jasaten duen erresistentzia indar totala

d : Kontaktuan dauden gurpilen zentroen arteko distantzia

Z : Pinoiaren hortz kopurua

Z' : Koroaren hortz kopurua

m : Modulua

β : Helizearen angelua

N : Kotxearen potentzia

K_{onar} : Presio onargarria

Ψ : Gidatze faktorea

α : Eraso angelua

Z_{am} : Atzerako martxaren pinoia

Z'_{am} : Atzerako martxaren koroa

$Z_{x,am}$: Atzerako martxan biraketa norantza aldatzen duen gurpila

U : Indar tangenziala

F_r : Indar erradiala

F_a : Indar axiala

W : Indar totala

q : Wissmanen koefizientea

$\sigma_{makurdura}$: Materialak makurduran jasan dezakeen tentsio maximoa

b : Hortzen zabalera

d : Ardatzaren diametroa

CS : Segurtasun koefizientea

σ_{yp} : Materialaren isurpen tentsioa

C_m : Momentu makurtzailearentzako neke koefizientea

M : Momentu makurtzailea

C_t : Momentu bihurtzailearentzako neke koefizientea

T : Momentu bihurtzailea

C : Karga ahalmen dinamikoa errodamenduetan

F : Karga baliokidea errodamenduetan

σ : Tentsio normala

τ : Tentsio ebakitzaila

2.5. DISEINURAKO BALDINTZAK

Transmisioaren diseinua burutzeko beharrezkoa da Peugeot 208 GTi-aren motorraren espezifikazio teknikoak eta kokapena ezagutzea. Motorra kotxearen aurrealdean kokatzen da eta 200 ZP transmititzeko gaitasuna du 5800 bira minutuko abiaduran. Eskaintzen duen momentu bihurtzaile maximoa, berriz, 275 N.m da, 1700 bira minutuko abiaduran. Kotxeak aurreko trakzioa du.

Hona hemen espezifikazio tekniko nagusiak taula baten laburbilduta:

<i>Peugeot 208 GTi</i>	
Potentzia maximoa (ZP) / kW / rpm	200/147/5800
Momentu bihurtzaile MAX (Nm) / rpm	275/1700
Motorraren kokapena	Aurrealdean, zeharka
Trakzioa	Aurreko trakzioa
Pisua (kg)	1160
0-100 km/h azelerazioa (s)	6,8
Zilindro kopurua / zilindrada (cm ³)	4 linean/1598
Abiadura kaxa	Eskuzkoa, 6 abiadura
Batazbesteko kontsumoa	5,4 l/100 km

2.1. Taula. Espezifikazio tekniko nagusiak

Abiadura kaxari dagokionez, ibilgailuak 6 abiadura ditu aurrerantz eta 1 atzerantz, abiadura maximoa 230 km/h delarik.

Engranajeen transmisio erlazioei dagokienez, fabrikatzaileak definitutakoa jarraitu da diseinua egiteko orduan. Jarraian datorren taulan ikus daitezke abiadurek izan beharreko erlazioak:

1. abiadura	3,545 : 1
2. abiadura	1,920 : 1
3. abiadura	1,323 : 1
4. abiadura	1,026 : 1
5. abiadura	0,822 : 1
6. abiadura	0,681 : 1
Atzerako martxa	3,367 : 1

2.2. Taula. Transmisio erlazioak

Gurpilen neurriei dagokienez, hauek dira dimentsioak: 205/45 R17.

2.6. EBATZIEN AZTERLANAK

Hurrengo orrialdeetan transmisioa burutzeko beharrezkoak diren osagaiak definituko eta aztertuko dira. Behin analisisa eginda hautaketak burutuko dira, beti ere espezifikazioei eta eskakizunei hoberen egokitzen diren aukeretara joz.

Hasteko, argi izan behar da motorrak sortutako potentzia eta momentu bihurtzailea gurpiletara transmititzeko hainbat elementu behar direla.

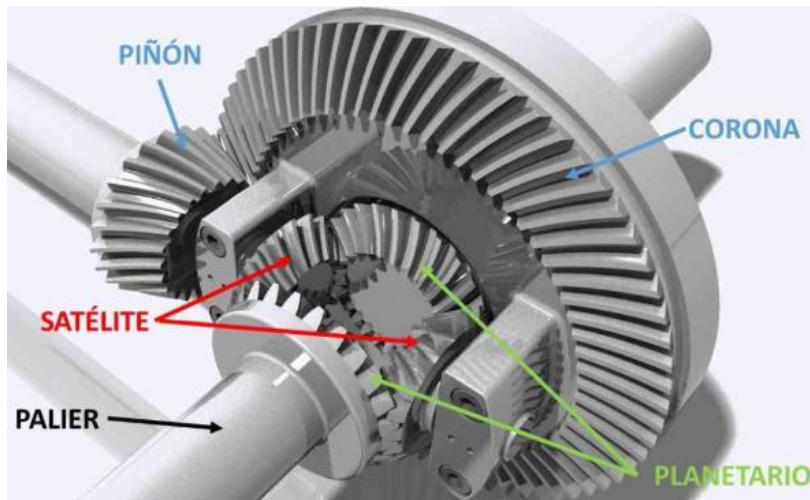
Lehenengo eta behin, birabarkiaren mugimendua abiadura kaxara iristeko beharrezkoa da enbragea. Bi ardatzen arteko lotura bezala jokatzeko du, eta martxan dagoenean (enbragatuta) ardatz bien momentu bihurtzaileak eta abiadura angeluarrak berdintzen ditu, ardatz bien potentziak berdinduz. Oro har, ardatzak era leun eta progresiboan elkartzeko erabiltzen da eta normalean ardatzek era uniformean biratzen amaitzen dute.



Era honetan, motorrak sortutako eta birabarkiari transmititutako potentzia abiadura kaxara helarazten da. Lotura hau ez da finkoa: motorraren potentzia abiadura kaxara transmititu nahi ez bada, gidariak enbragearen pedala zapaldu beharko du (desenbragatu) eta era honetan motorrari lotutako eta abiadura kaxari lotutako ardatzak desakoplatu egingo dira (abiadura aldatzeko, adibidez, prozedura hau burutu beharko du gidariak).

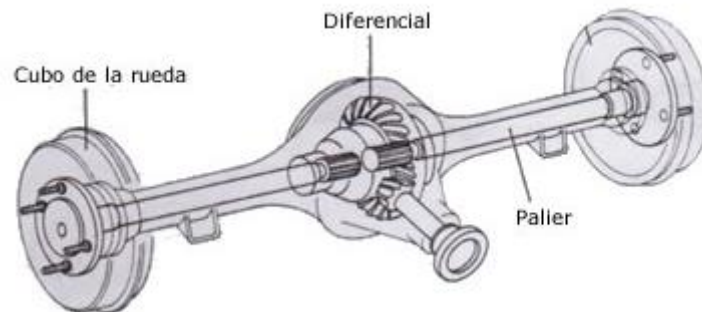
Enbragearen bidez mugimendua birabarkitik ardatz primarioa transmitituko da. Honela, gidariak martxa bat sartuz gero, martxa horri dagokion sinkronizatzaileak bere lana burutuko du eta mugimendua ardatz sekundarioa transmitituko da. Aukeratutako martxaren arabera, ardatz sekundarioaren mugimendua bizkorragoa edo motelagoa izango da.

Behin potentzia ardatz sekundariora transmitituta, berau diferentzialera iristea lortu behar da. Kasu honetan, motorra kotxearen aurrealdean kokatuta dagoenez eta trakzioa aurreko gurpilek dutenez, diferentziala kotxearen aurrealdean kokatzen da.



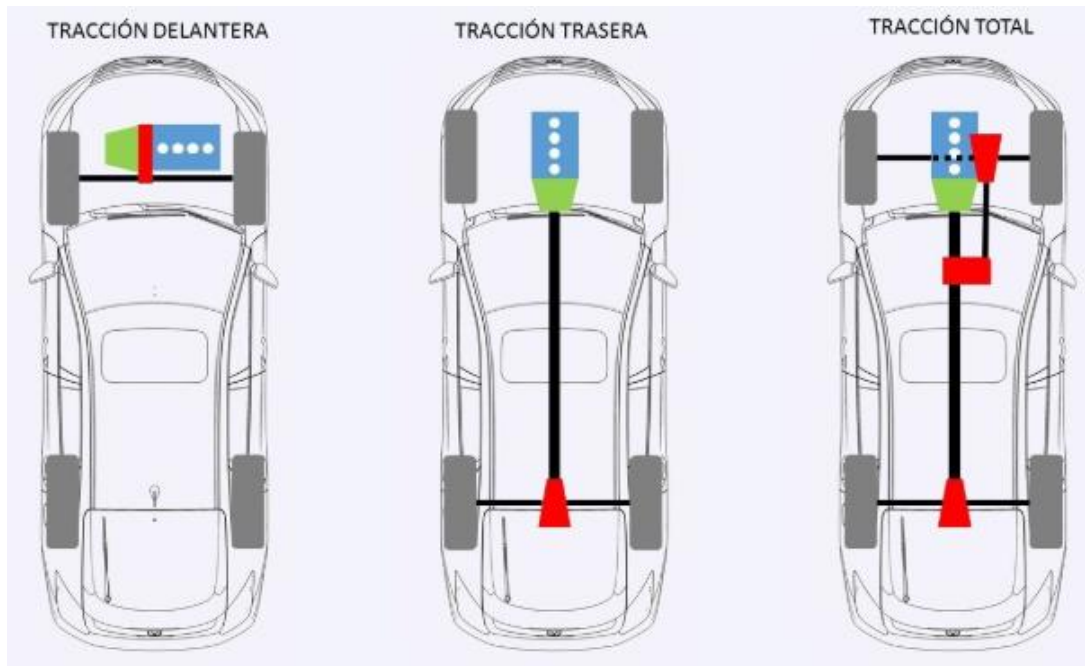
Diferentzialaren eginkizuna abiadura kaxak emandako mugimendua gurpilekin kontaktuan dauden elementuei (palierrai) transmititzea da. Diferentzialaren bidez, gainera, kurbetan gurpil batek besteak baino gehiago biratzea ahalbidetzen da.

Azkenik palierrak ditugu. Hauek dira potentzia gurpilei transmititzeaz arduratzen diren eta diferentzialarekin kontaktuan dauden elementuak.



2.6.1. Transmisio sistema ezberdinak

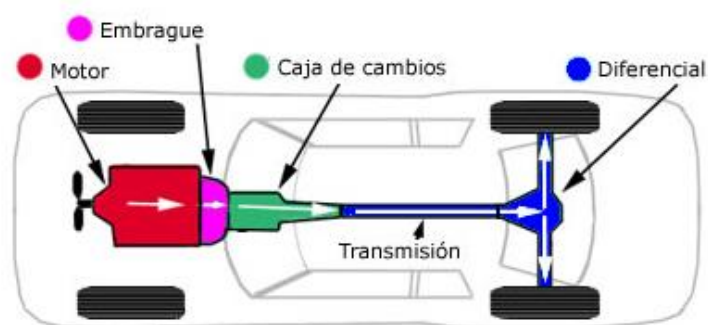
Kotxe baten aurki daitezkeen transmisio mota ezberdinak zenbait faktoreren arabera dira. Faktore garrantzitsuenak motorraren kokapena (kotxearen aurrealdean edo atzealdean) eta trakzioa (aurrean, atzean edota 4 gurpiletan) dira.



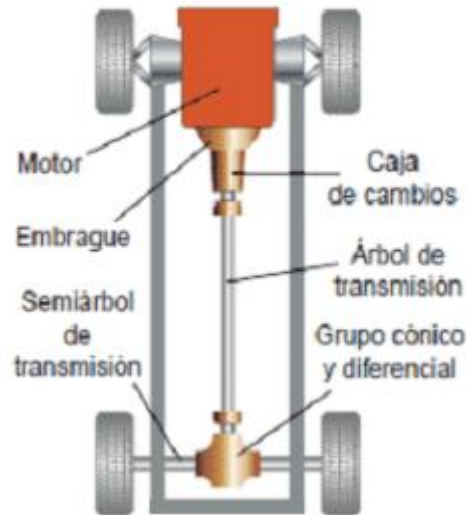
Motorrak emandako mugimendua aurreko gurpiletara transmititzen bada, kotxeak aurreko trakzioa duela esango da. Mugimendua atzeko gurpiletara helarazten bada, berriz, kotxeak atzeko trakzioa duela esango da. Potentzia lau gurpiletara transmititzen bada, ostera, kotxeak trakzio totala duela esango da. Aipatzekoa da kasu batzuetan trakzioa ez dela guztiz finkoa, hau da, gidariak aukeratu dezakeela trakzioa zein ardatzetara transmititu. Hala ere, esan beharra dago azken kasu hau ez dela oso ohikoa.

2.6.1.1. Motorra aurrean eta trakzioa atzean

Antolamendu hau hainbat urtetan zehar erabiliena izan da. Gaur egun, neurri txikiagoan bada ere, erabiltzen da.

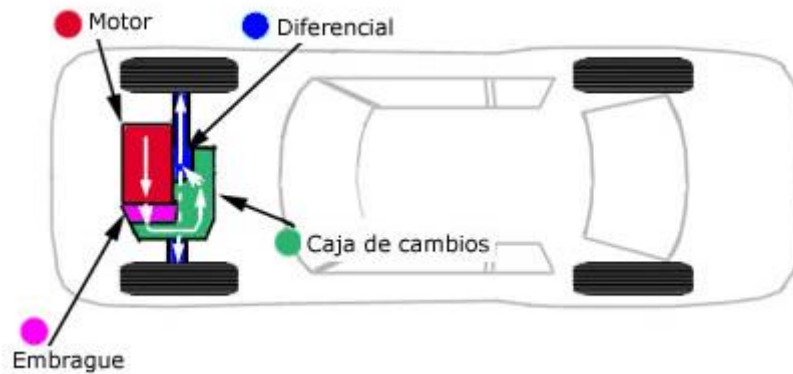


Motorrean sortutako biraketa engragearen bidez abiadura kaxara helarazten da. Behin mugimendua abiadura kaxatik pasatu eta nahi den abiadura lortu ostean, biraketa atzeko gurpiletara transmititzen da, horretarako zenbait elementu erabiliz. Transmisio ardatza, diferentziala eta kardan juntak osagai garrantzitsuenak dira.

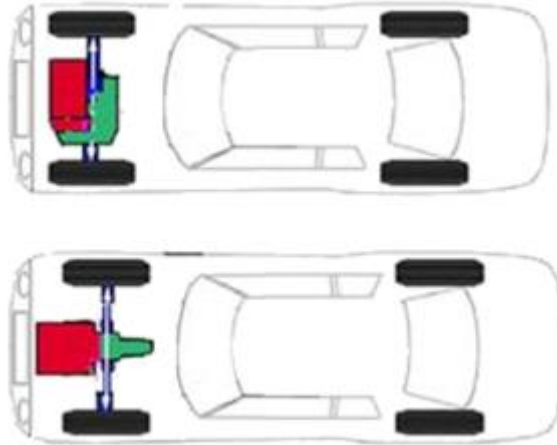


2.6.1.2. Motorra eta trakzioa aurrean

Gaur egun gehien erabiltzen den antolaketa da. Kasu honetan, motorra aurrean kokatuta dagoenez eta trakzioa aurreko gurpiletan gura denez, ez dago aurreko kasuan aipatu diren zenbait elementu erabili beharrik (transmisio ardatza eta kardan juntak, esaterako, ez dira beharrezkoak). Antolaketa honek abiadura kaxa eta diferentziala multzo/talde bakar batean egotea ahalbidetzen du.



Esan beharra dago motorra luzetarako posizioan edota zeharkako posizioan kokatu daitekeela.



Peugeot 208 GTiaren kasuan, motorra kotxearen aurrealdean kokatuta egongo da zeharkako posizioan eta trakzioa aurreko gurpilek izango dute.

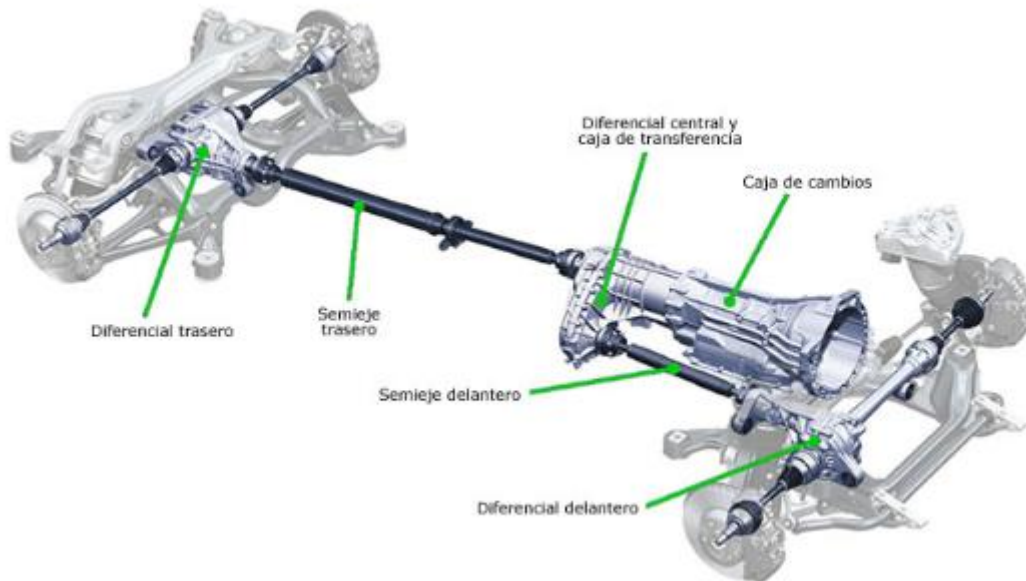
2.6.1.3. Motorra eta trakzioa atzean

Kasu honetan ere motorra zeharkako posizioan edota luzetarako posizioan kokatuta egon daiteke. Motorra, enbragea, abiadura kaxa eta diferentziala batera kokatzen dira, eta trakzioa izango duten gurpilak multzo honetatik gertu kokatzen direnez transmisioa zuzenean burutzen da, transmisio ardatzik gabe alegia. Transmisio mota hau gama altuetako kotxeetan erabiltzen da normalean.

2.6.1.4. Motorra aurrean edo atzean eta trakzio totala

Antolamendu honetan ibilgailuaren gurpil guztiek jasotzen dute motorrak sortutako potentzia. Kasu batzuetan, gidariak aukera izaten du aurreko/atzeko gurpiletara transmitituko den potentziaren proportzioa aukeratzeko.

Trakzio totalak beste bi trakzioek dituzten arazo edo eragozpenak hobetzen ditu, esaterako trakzio falta.



2.6.2. Enbragea

Enbragea motorrak sortutako momentu bihurtzailea transmititzeko erabiltzen den mekanismoa da. Bi ardatzen arteko lotura bezala jokutzen du, eta martxan dagoenean ardatz bien momentu bihurtzaileak eta abiadura angeluarrak berdintzen ditu, ardatz bien potentzia berdinduz. Ardatzak era leun eta progresiboan elkartzeko erabiltzen da orokorrean, ardatzek era uniformearen biratzen amaitzen dutelarik. Era honetan, motorrak sortutako potentzia abiadura kaxara transmititzen da. Aipatu behar da lotura hau behin behinekoa dela, hau da, ez dela finkoa. Gidariak enbragearen diskoak akoplatzeko (enbragatuta) edo desakoplatzeko (desenbragatuta) aukera izango du: abiadura aldaketak burutzeko, motorra karga gabe martxan jartzeko, ardatza momentu eragile gabe balaztatzeko,...

Enbrageak motorrak emandako potentzia guztia transmititzeko ahalmena izan behar du. Komenigarria da, gainera, transmisio hau ahalik eta denbora gutxienean izatea (gidariak abiadura aldaketa burutzean kotxearen abiadura ahalik eta gutxien aldatzeko) eta era leun eta progresiboan burutzea (kolpeak ekiditeko).

Enbrageak motorrean sortutako bibrazioak xurgatu behar ditu, eta transmisioa osatzen duten elementuak motorrak sortutako momentu bihurtzailearen gora-behera bortizetaz babestu.

2.6.2.1. Enbrage motak

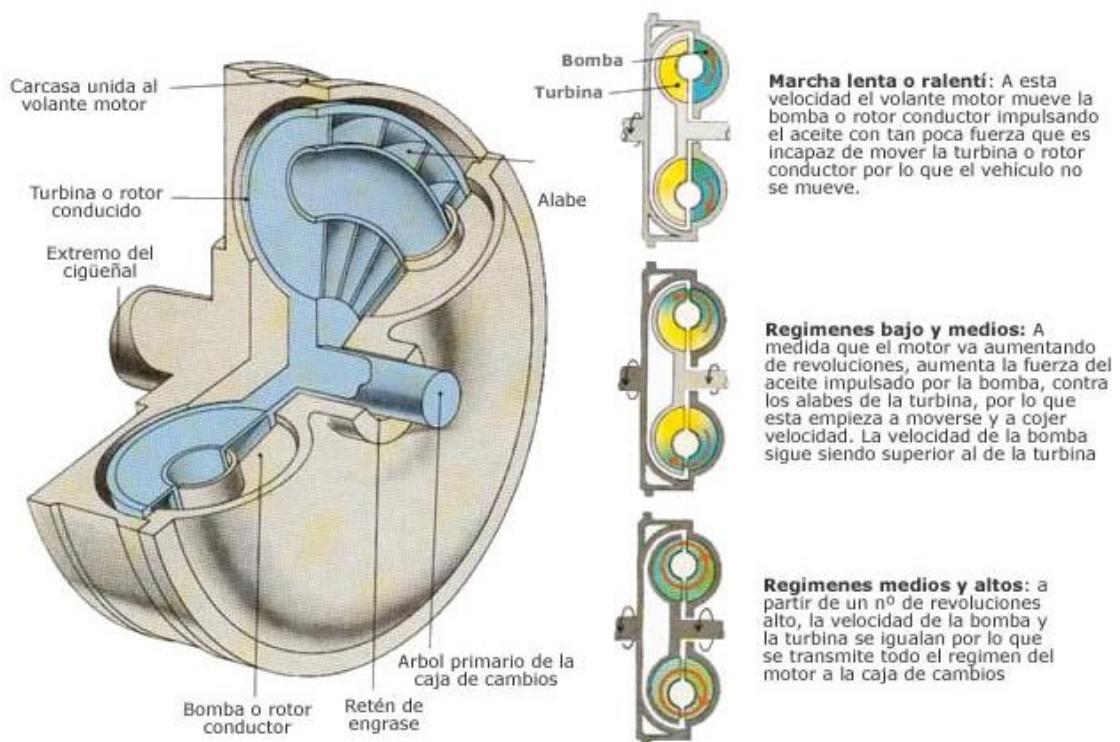
Enbrageak sailkatzeko erabili daitezkeen irizpide asko dauden arren, elementu hauek 3 talde nagusitan bereiz daitezke: hidraulikoak, elektromagnetikoak eta frikziozkoak.

Jarraian talde bakoitzaren ezaugarriak eta funtzionamendua aztertuko dira, eta kotxeetan frikziozko enbrageak erabiltzearen arrazoiak zehaztuko dira.

Enbrage hidraulikoak →

Enbrage hidraulikoek elementu automatiko bezala jokatzen dute motorraren eta abiadura kaxaren artean. Kasu honetan, motorraren potentzia abiadura kaxara transmitituko da baldin eta motorra biraketa abiadura jakin batera iristen bada.

Funtzionamenduari dagokionez, berau energia zinetikoaren transmisioan oinarritzen da. Motorraren biraketa abiadura baxua bada, ponpak olioari emango dion bultzada ahula izango da eta ez da nahikoa izango turbina mugitzeko. Motorraren abiadura apur bat altuagoa bada, olioak abiadura handiagoa hartuko du eta turbinaren alabeen (besoen) kontra egingo du, hauek mugituz. Halere, kasu honetan olioak duen energia ez da nahikoa izango ponparen eta turbinaren abiadura berdintzeko. Motorra erregimen ertainetan edo altuetan badago, oster, olioak hartuko duen energia handia izango da, eta turbinak ponpak duen abiadura izatea lortuko da.



Enbrage hau bi elementu nagusik osatzen dute: ponpa eta turbina. Bai ponpa bai turbina, koroa erako elementuak dira eta karkasa baten barruan aurkitzen dira. Ponpa birabarkariari lotuta dagoen bitartean, turbina abiadura kaxaren ardatz primarioari lotuta dago. Bien arteko potentzia transmisioa enbragearen barnean dagoen olioaren bidez egingo da: olioaren energia zinetikoa aprobetxatuko da elementu bien abiadura angeluarra berdintzeko.

Motorrak biratzean olioia ponpan zehar mugituko da turbinaren alabeen kontra joz. Aipatu behar da turbinak (ardatz primarioak) momentu erresistente bat aurkeztuko duela eta beharrezkoa izango dela motorrak abiadura jakin bat lortzea momentu erresistente hori gainditzeko eta turbina biraka hasteko.

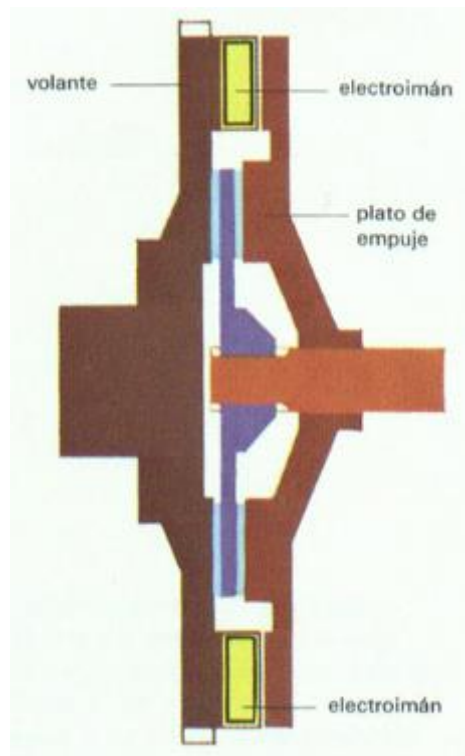
Alderdi negatiboak: olioaren irristaketa, erregaiaren kontsumo altuagoa, kostu ekonomiko handia, abiadura kaxa automatiko baten beharra.

Alderdi positiboak: higadura txikia, iraupen luzea, portaera progresibo eta leuna, mantenu kostu txikia.

Enbrage elektromagnetikoa →

Enbrage elektromagnetikoa motorraren inertzia bolanteari lotutako koroa batek osatzen du. Koroa honen barruan bobina bat aurkitzen da eta bertatik korrante elektrikoa zirkularaztean eremu magnetiko bat sortzen da ingurunean.

Koroaren barnean dagoen espazioa xafla metalikoz eta hauts magnetikoz betetzen da. Era honetan, koroaren barnean dagoen bobinatik korrante elektrikoa pasazten da eremu magnetiko bat sortuz eta, ondorioz, aurretik aske zegoen hauts magnetikoa alde jakin batera mugitzen da, marruskadura lortuz. Hau da enbrage elektromagnetikoen printzipioa.



Bobinatik korrante elektrikorik ez badabil hauts magnetikoa ez da mugituko eta, ondorioz, ez da frikziorik egongo: ez da momentu bihurtzailearen transmisiorik egongo

ardatz batetik bestera. Hori horrela, korronterik gabe motorrak sortutako mugimendua ez da aurrera transmitituko sistema desenbragatuta egongo baita.

Bobinatik korronte elektrikoa pasatzen hastean, apurka apurka eremu magnetikoa sortuz joango da eta honekin batera hauts magnetikoaren pilaketa gertatuko da, momentu bihurtzailearen transmisioa lortuz. Prozesu honek denbora behar du eta, ondorioz, lortuko den transmisioa leuna eta progresiboa izango da.

Alde positiboak: transmisio progresiboa eta leuna.

Alde negatiboak: kostu ekonomiko altua. Hau dela eta soilik aplikazio industrial batzuk burutzeko erabiltzen da enbrage mota hau.

Frikziozko enbrageak →

Frikziozko enbrageek gainazalen arteko kontaktua erabiltzen dute momentu bihurtzailearen transmisioa lortzeko. Aipatua beharra dago gainazal horiek konikoak, zilindrikoak edo lauak izan daitezkeela, nahiz eta gehien erabiltzen direnak lauak izan. Esan beharra dago, gainera, normalena disko biren arteko kontaktua izatea dela, baina kasu batzuetan zenbait disko pare erabiltzen direla (transmititu nahi den momentua handiagoa bada, adibidez).

Kotxeetan gehien erabiltzen dena disko bikoitza duena da. Mekanismo honetan, eginkizun hau burutzeko beharrezkoa den estaldura duten bi diskok elkarren kontra jotzen dute frikzioa lortuz eta, ondorioz, momentu bihurtzailea ardatz batetik bestera transmitituz.

Frikziozko enbragea da Peugeot 208 GTiarentzako aukeratu dena eta, beraz, hauxe da hurrengo ataletan aztertuko dena.

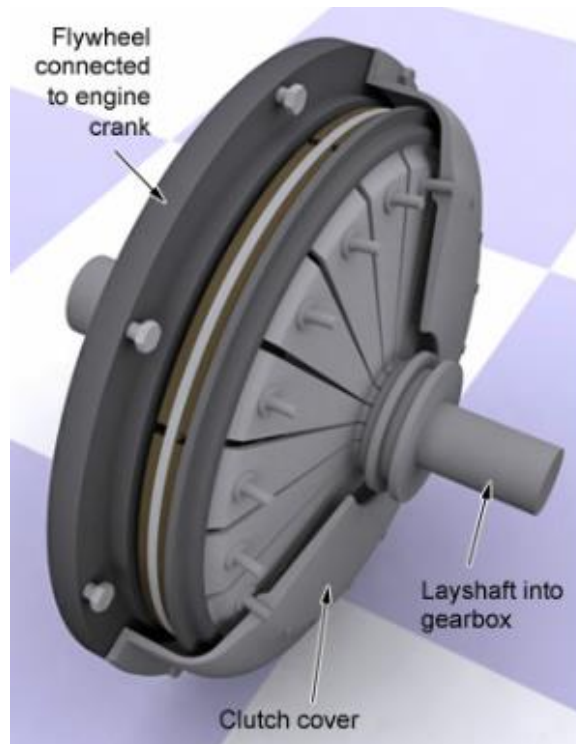
2.6.2.2. Enbragearen atalak

Presio multzoa →

Euskarri bezala jokatzen duen eta kojinetearen eragina transmititzen duen elementua da hau. Bere osagai garrantzitsuenak honako hauek dira:

- Karkasa. Motorraren inertzia bolantera lotuta dago errematxe bidez. Presio multzoa osatzen duten gainontzeko elementuak osagai honen barnean gordetzen dira.
- Diafragma. Altzairuz egindako eta forma konikoa duen disko batek osatzen du diafragma, zeinetan norabide erradialean egindako mozketak batzuk burutu diren. Beharrezkoa da elementu honek elastikotasun handia izatea, hauxe baita presio platera eta enbragearen diskoa elkartzeko gakoa. Aipatzekoa da kasu batzuetan elementu honen ordezkari batzuk erabiltzen direla.

- Presio platera. Elementu hau altzairuz egindako koroa zirkular batez osatzen da. Hauxe da enbragearen diskoaren kontra egiten duena transmisioa gertatu ahal izateko beharrezkoa den frikzioa lortzeko.



Diskoa →

Inertia bolantearen eta presio multzoaren artean aurkitzen da eta abiadura kaxara doan ardatzarekin batera (ardatz primarioarekin alegia) mugitzen da. Altzairuz egindako disko bat da bere elementu nagusia. Disko horretan, errematxe bidez elkartzen dira frikzioaz arduratuko diren azal edo estalkiak. Errematxe hauek estalkien azpitik geratzen dira kontaktuan egongo diren gainazalak frikziara bideratutako estalki horiek izatea bermatzeko. Estalki horiek, nola ez, beroari eta higadurari oso erresistenteak diren materialez egin behar dira.

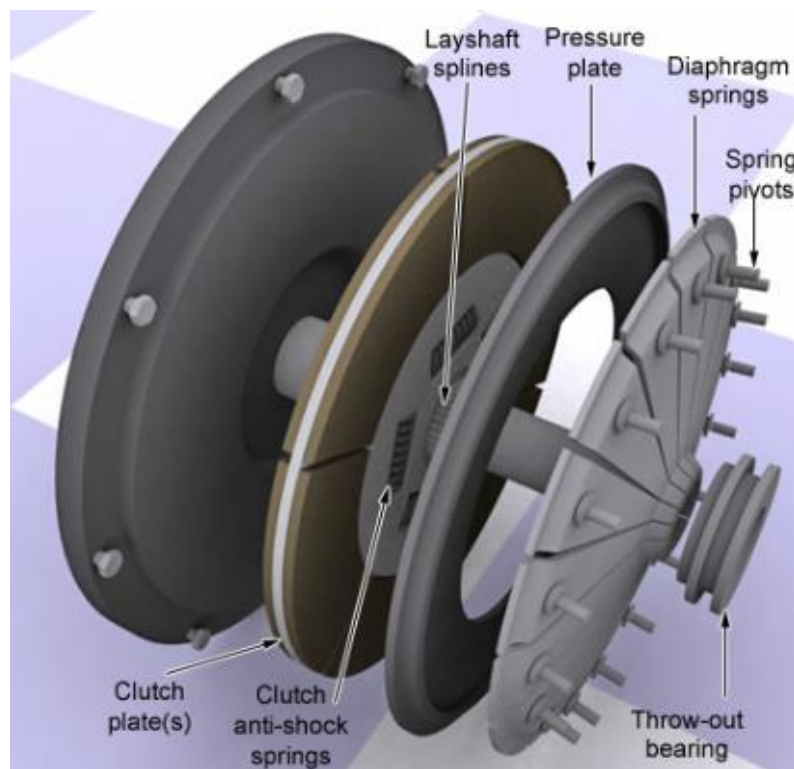


Diskoaren dimentsionamendua burutzeko motorrak emango duen momentu bihurtzailea eta kotxearen masa izan behar dira kontuan. Diskoaren erdigunean, berriz, ildoak burutu behar dira diskoa eta abiadura kaxaren ardatz primarioa elkartzeko.

Azpiragarria da, baita, elementu honetan aurki daitezkeen malgukiak. Malguki hauen bidez, momentuaren transmisioa ahalik eta leunena eta progresiboena izatea eta prozesuan agertu daitezkeen bibrazioak deuseztatzea lortu nahi da.

Kojinetea →

Mekanismoa martxan jartzen duen elementua da. Hau, abiadura kaxaren ardatz primarioan zehar mugituko da.



2.6.2.3. Enbragearen materialak

Frikziozko enbrageetan gertatzen den momentu bihurtzailearen transmisioa, neurri handi batean, diskoaren materialaren propietateen araberakoa da, hauxe baita presio plateraren eta inertzia bolantearen kontra egingo duena, transmisioa gertatzeko beharrezkoa den marruskadura lortuz.

Kontaktuan dauden materialen propietate nagusiak →

- Kontaktuan dauden material biak marruskadura koefiziente handia izan behar dute. Era honetan, momentuaren transmisioa burutzeko beharrezkoa den presioa ez da hain handia izan behar.

- Kontaktuan dauden materialak higadurarekiko oso erresistenteak izan behar dira. Ezin dira bigundu eta ezin dituzte mikrosoldadurak jasan.
- Baldintza meteorologikoekiko eta atmosferikoekiko erresistenteak izan behar dira (hezetasuna, presioa, kontaminazioa eta temperatura aldaketak, esaterako).
- Materialelek propietate termiko onak izan behar dituzte: eroankortasun termiko handia, inertzia termiko txikia, temperatura altuekiko erresistenteak.
- Kontaktuan sortuko diren presio handiak jasateko gaitasuna.
- Elementuen arteko frikzioak sortutako esfortzuak jasateko gaitasuna.
- Fabrikazio eta erabilera segurua duten materialak. Ingurugiroa eta natura kaltetuko ez duten prozesuak eta materialak.
- Iraupen handia.

Hortaz, laburbiltzeko, enbragea gai izan behar da motorrak sortutako momentu bihurtzaile handiak era egokian, progresiboan eta leunean transmititzeko, nahiz eta baldintzak (meteorologia, temperatura, esfortzuak) sarritan gogorrak izan.

Kasu honetan enbragearen diskoa osatzen duen materiala organikoa da, metalezko eta beirazko zuntzez eta aramidaz osatua, guztia polimeroz egindako erretxina batez elkartua. Honen bidez enbragearen portaera leuna eta progresiboa izatea lortu nahi da, iraunkortasun handia lortzea eta baldintza gogorrenen aurrean ere sistema mekanikoaren funtzionamendua ziurtatzea.

2.6.3. Abiadura kaxa

Abiadura kaxa motorrak sortutako momentu bihurtzailea eta abiadura aldatzeaz arduratzen den elementua da, egoera bakoitzean beharrezkoa den indarra eta abiadura eskainiz.

Azpitarragarria da abiadura kaxak ez duela motorrak emandako potentzia aldatzen: hau finko mantentzen da. Indarra eta abiadura, oster, gidariaren nahiaren eta beharrezkoan arabera alda ditzake.

Motorrak sortzen duen momentua eta abiadura (erreboluzioak) ezin dira aldatu motorraren bidez, eta une ezberdinetan ezinbestekoa da motorrak sortutako momentua eta abiadura aldatzea, horretarako abiadura kaxa erabiliz.

Gaur egun merkatuan dauden abiadura kaxa motak honako hauek dira:

- Manualak. Gidariaren parte hartzea behar dute abiadura aldatzea gauzatzeko. Gidaria da elementu guztiak kontrolatzen dituen: enbragea eta abiadura kaxa.
- Automatikoak. Ez dute gidariaren beharrik martxa aldaketak burutzeko. Gidariak hasieran aurrera ala atzera joan nahi duen aukeratu beharko du, baina ez du gainontzeko ekintzarik burutu beharko abiadurak aldatzeko.

Abiadura kaxa automatikoa duten kotxeek ez dute enbrage konbentzionala izaten. Horren ordeztatu momentu bihurtzailua izaten dute. Honek, abiadura kaxa manualetan enbrageak egiten duen lana burutzen du. Aipatzeko da, baita, badaudela merkatuan CVT izeneko abiadura kaxak. Hauek ez dute ez enbrage konbentzionalik ez momentu bihurtzailerik. Kasu honetan, abiadura kaxaren barnean olioztatuta dauden eta zenbait disko dituzten bi enbrage aurki daitezke: bata kotxea aurrera doala erabiltzen da eta bestea kotxea atzera doala.

- Gidatutako manualak. Sarritan abiadura kaxa automatikoekin nahasten dira. Abiadura kaxa manualetan jarraitzen den prozedura jarraitzen da hauetan ere, baina enbragatzea eta abiadura aldaketa elementu eragileen bidez egiten dira. Kasu honetan, abiadura kaxek modu manual bat dute non gidariak abiadura alda dezakeen bolantearen parean dauden palankei (lebak) eraginda. Horretaz gain, abiadura kaxa hauek modu automatikoa ere badute. Bigarren aukera edo modu honetan, gidariak ez du ezer egin beharrik abiadura aldaketa gertatzeko.

Kutxa manualaren eta automatikoaren arteko ezberdintasunak oso handiak dira: elementuak, mekanismoa,... Kaxa biak barnetik aztertuz gero oso ezberdinak direla ikus daiteke. Manualaren eta gidatutako manualaren arteko ezberdintasuna, aldiz, ez da hain nabaria. Gidatutako manuala barrutik manualaren oso antzekoa da. Aldatzen dena zera da: gidatutako manualean abiadura aldatzeko eragileak daude, hau da, gidariak ez dauka ezer egin beharrik kaxak bere funtzionamendua betetzeko.

Orain dela gutxi arte ia kotxe guztiek kaxa manuala izan dute. Halere, egoera hau aldatzen doa, eta gidatutako manualak gero eta gehiago ikusten dira merkatuan. Zertxobait garestiagoak dira, baina elektronikan izandako garapenak kaxa hauek oso eraginkorrak eta erosoak bihurtu ditu. Beraz, joera hori dela esan daiteke.

2.6.3.1. Abiadura kaxa manualak

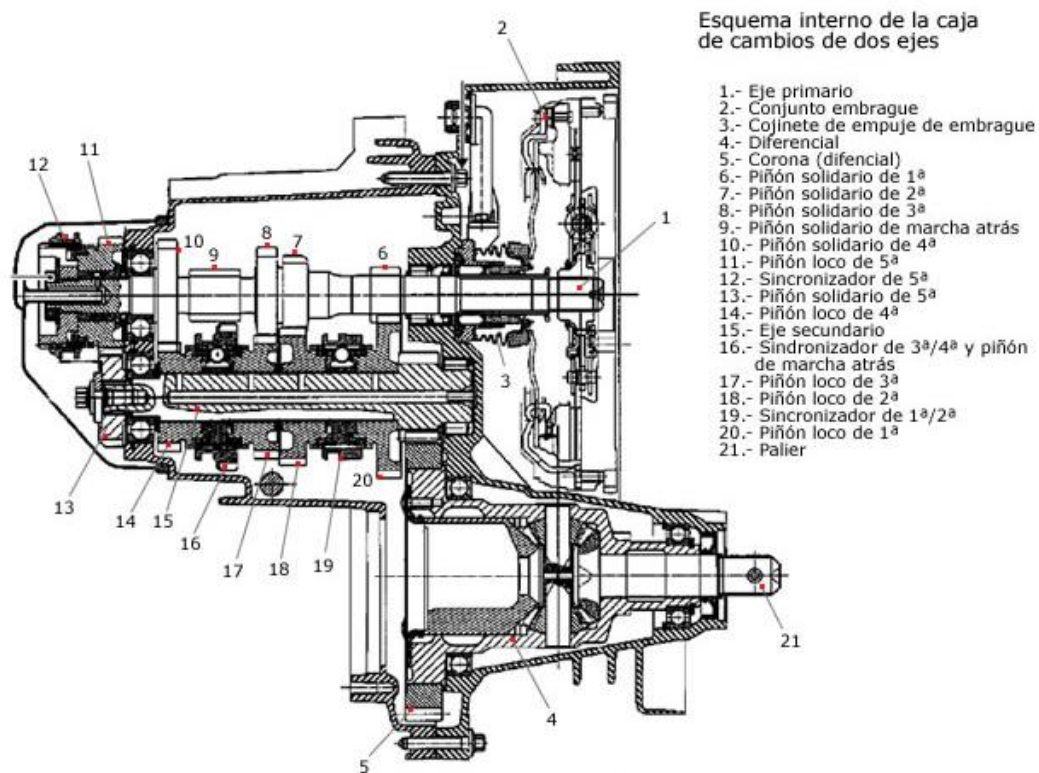
Bi ardatz dituzten eta hiru ardatz dituzten abiadura kaxak aurki daitezke merkatuan. Jarraian bakoitza aztertuko da:

Hartze zuzeneko abiadura kaxak (ardatz bi) →

Trakzioa aurrean duten kotxeetan erabiltzen dira gehienbat. Bere egitura nahiko sinplea da, motorrarekin eta diferentzialarekin espazioa banatu behar baitu kotxearen aurrealdean.

Abiadura kaxa hauek bi ardatz dituzte. Bata, primarioa, motorrarekin kontaktuan dago eta hark sortutako potentzia abiadura kaxara iristea ahalbidetzen du. Bestea, sekundarioa, gidariak aukeratutako pinoien bidez (gidaria izango baita abiadura aukeratuko duena) potentzia diferentzialera transmititzeaz arduratzen da. Era honetan,

diferenzialarekin kontaktuan dauden palierren bidez momentu bihurtzailea gurpiletara iristea lortzen da.



Hartze konstanteko abiadura kaxak (3 ardatz) →

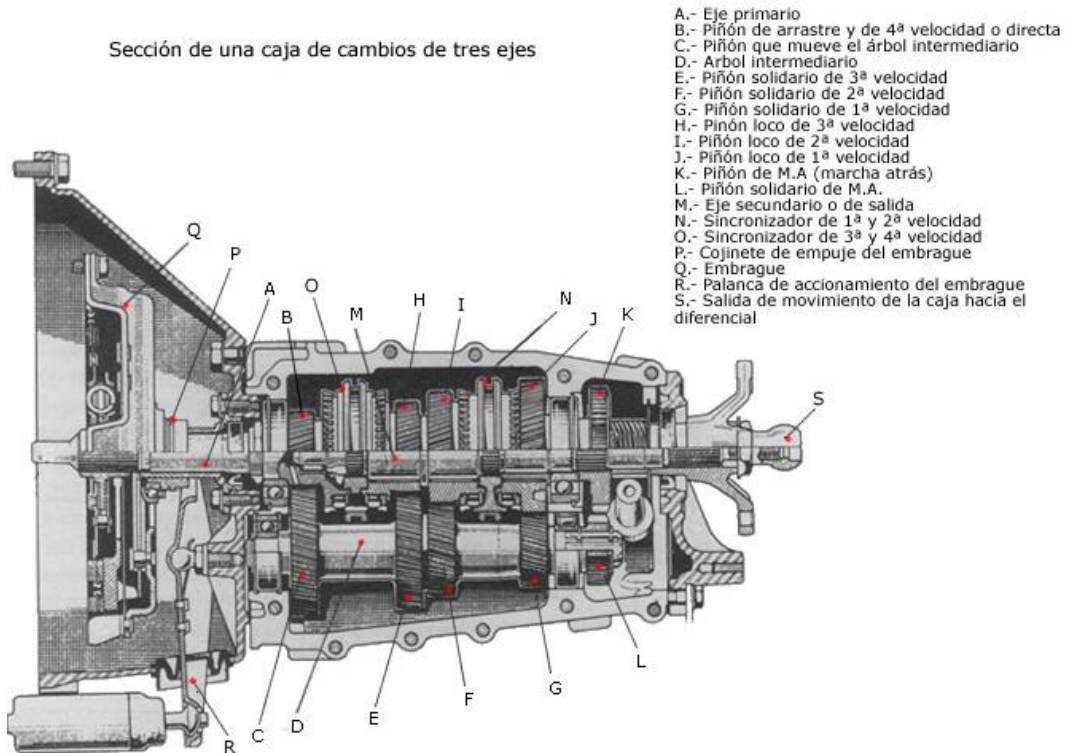
Abiadura kaxa hauek atzeko trakzioa duten ibilgailuetan erabiltzen dira gehienbat. Nahiz eta batzuetan 2 ardatzez osatuta daudela eman, abiadura kutxa hauek 3 ardatz behar dituzte euren funtzioa betetzeko: ardatz primarioa, tarteko ardatza eta ardatz sekundarioa (edo hirugarren ardatza). Neurri handi eta luzexka izaten dute normalean eta kotxearen erdialdean kokatzen dira orokorrena, luzetara. Motorrak ere, era honetan, luzetarako kokapena izaten du.

Kaxa hauek hartze konstanteko kaxa bezala ezagutzen dira ardatz primarioa eta tarteko ardatza uneoro kontaktuan jartzen dituen engranaje pare bat baitute. Esan bezala, engranaje hauek finko dagoen tarteko ardatzari mugimendua transmititzen diote ardatz primariotik.

Abiadura definitzeko, berriz, hirugarren ardatzean dauden sinkronizatzaileak erabiltzen dira. Hirugarren ardatz hau da diferenzialarekin kontaktuan dagoena eta, hortaz, honi momentu bihurtzailea transmititzen diona.

Funtzionamendua honakoa da. Ardatz primarioa uneoro tarteko ardatzarekin engranatu aurkitzen da. Hirugarren ardatzean kokatuta dauden sinkronizatzaileak beharrezkoa den abiadura definituko dute eta momentu bihurtzailea hirugarren ardatz horrekin kontaktuan dagoen diferenzialera iritsiko da.

Sección de una caja de cambios de tres ejes



2.6.3.2. Abiadura kaxa automatikoak

Abiadura kaxa manualetan abiadurak piñoi bi engranatzuz lortzen diren bitartean, automatikoetan engranaje planetarioen beharra dago.

Engranaje planetario batek 3 elementu nagusi ditu: planeta motako engranaje bat barnealdean, planeta engranaje honi biraka dabiltzan satelite erako engranajeak eta hauen inguruan aurkitzen den koroa. Planetario multzo batekin 4 abiadura lortu daitezke: 3 aurrerantz eta bat atzerantz.

Erlazio motzenez motorrak emandako potentzia planeta erako engranajetik sartuko da eta sateliteen bidez transmitituko da transmisioaren hurrengo atalera. Tarteko erlazioan, planeta erako engranajeak ez du biratuko. Horren ordez, potentzia sateliteek jasoko dute eta koroaren bidez transmitituko da hurrengo atalera. Azkenik, erlazio luzean, motorrak sortutako potentzia koroak jasoko du eta sateliteetatik pasatu ostean momentu bihurtzailea planetek transmitituko dute aurrerantz. Atzerako martxan, oster, koroak kontrako norantzan biratuko du.

Abiadura kaxa automatikoek planetario multzo bat baino gehiago dituzte, planetario multzo bakarrarekin soilik 3 abiadura lortu baitaitezke eta hau ez baita nahikoa ibilgailuetan beharrezkoak diren ezaugarriak eta parametroak lortzeko. Abiadura kaxa automatikoetan 2 edo 3 planetario multzo erabiltzen dira (garatuenetan gehiago ere bai) eta euren arteko erlazioen bidez 6 abiadura baino gehiago lortzen dira.

Abiadura kaxa hauetan dauden planetario multzo ezberdinak era egoki eta ordenatuan funtzionatzeko planetario, satelite eta koroaz gain beste elementu batzuk

beharrezkoak dira. Horietan garrantzitsuenak kaxaren barnean aurki daitezkeen balaztak eta enbrageak dira. Hauen bidez, multzoetako elementuak balaztatzea edota hauek potentziarik transmititu gabe biraka aritzea lortzen da, gura den abiadura lortuz.

Abiadura kaxa automatikoak atzeko trakzioa duten eta gama altua duten kotxeetan erabiltzen dira.



CVT abiadura kaxak →

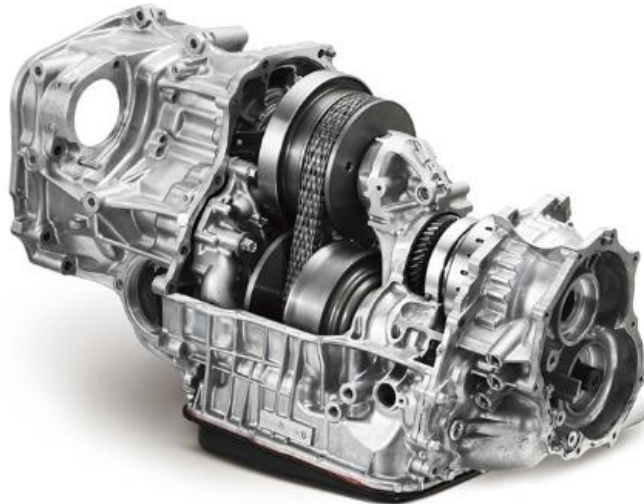
Abiadura kaxa hauek, nahiz eta automatikoak izan, ez dute antzekotasun handirik aipatu berri diren abiadura kaxa automatikoekin. Automatikoetan gertatzen ez den bezala, aurreko trakzioa duten ibilgailuetan erabiltzen dira. Era honetan, erabilgarria den espazioa txikia da: motorra, enbragea, abiadura kaxa, diferentziala,...

Abiadura kaxa hauen erabilera eta garapena nabari handitu da azken urteotan, gero eta gehiago ikusten diren ibilgailu hibridoetan honako kaxak erabili baitira. Kanpoko aldetik ikusita CVT abiadura kaxak kaxa automatikoa dela eman dezakeen arren eta kokaleku berdinean aurkitzen den arren, ezberdintasun handiak daude bata eta bestearen artean.

Hasteko, aipatu behar da kaxa honek ez duela momentu bihurtzaile aldagailurik. Motorrak sortutako potentzia zuzenean ardatz primarioa iristen da eta hemendik planetario bakar batera transmititzen da. Honela, soilik martxa bi sortzen dira: bata aurrera eta bestea atzera. Horretaz gain, soilik bi enbrage hidrauliko ditu bere barnean, martxa bakoitzarentzako bat.

Planetarioak eta enbrageek altzairuzko uhal bat duen polea berezi bat mugitzen dute eta polea honek beste polea bati transmititzen dio momentu bihurtzailea. Biraketa

abiaduraren arabera (bira/minutuko) polea hauen diametroa aldatu egingo da, infinitu erlazio (abiadura) lortuz. Atzerako martxan sistemak transmisio finkoa erabiltzen du.

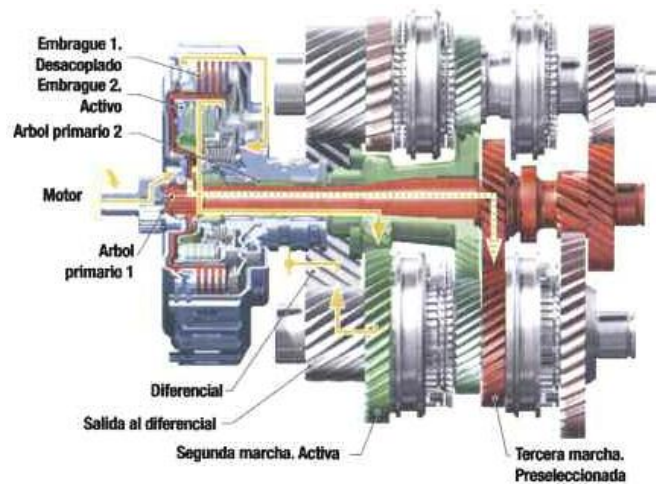


2.6.3.3. Gidatutako abiadura kaxak

Abiadura kaxa hauek normalean ardatz sekundario bi izaten dituzte abiadura aldaketa ahalik eta bizkorrena izateko. Ardatz sekundario bakarra dutenak ardatz primario bikoitza izaten dute (nahiz eta ardatz hauen arteko banaketa antzemateko zaila den). Ardatz primario bikoitz hau, enbrage bikoitz batekin sinkronizatzen da. Lehenbiziko kasuan (ardatz sekundario bi) ardatz primarioa finkoa den bitartean bigarren kasuan (ardatz primario bikoitza) ardatz sekundarioa finkoa izaten da.

Gidatutako abiadura kaxetan abiadura bi engranetzen dira aldi berean: batak momentu bihurtzailea transmititzen duen bitartean bestea zain dago, martxan ez dagoen enbragea noz funtzionatzen hasiko, mugimendua transmititzeko. Era honetan abiadura aldaketa azkarra eta leuna lortzen da.

Gidariaren ekintzen arabera abiadura kaxa martxak sinkronizatzen joango da abiadura handitzeko (azeleratzeko) edo abiadura gutxitzeko (dezeleratzeko).



2.6.3.4. Abiadura kaxaren osaera

Engranaje moten araberako sailkapena →

- Hertz zuzendunak. Oso sendoak dira. Kasu honetan posiblea da abiadura aldatzea enbragearen laguntzarik gabe. Zaratatsuak dira ez baitute sinkronizaziora bideratutako mekanismorik. Konpetiziora bideratuta daude.
- Hertz helikoidaldunak. Engranaje hauen hortzak angelu bat inklinatuta daude. Sinkronizatzaileen bidez lan egiten dutenez hertz zuzendunak baino zarata gutxiago ateratzen dute.
- Tren epizikloidaldunak. Abiadura erlazio ezberdinak pinoi epiziklodalen abiadura erlatiboak aldatuz lortzen dira. Ohiko abiadura kaxa automatikoetan (momentu bihurtzaile aldagailua dutenak) gehien erabiltzen direnak dira. Tren edo multzo hau osatzen duten elementuak balaztatzeke aukera bi daude: disko batzuk erabili (presio hidraulikoa aplikatuz) edo enbrage elektromagnetikoak erabili.

Ardatz kopuruaren araberako sailkapena →

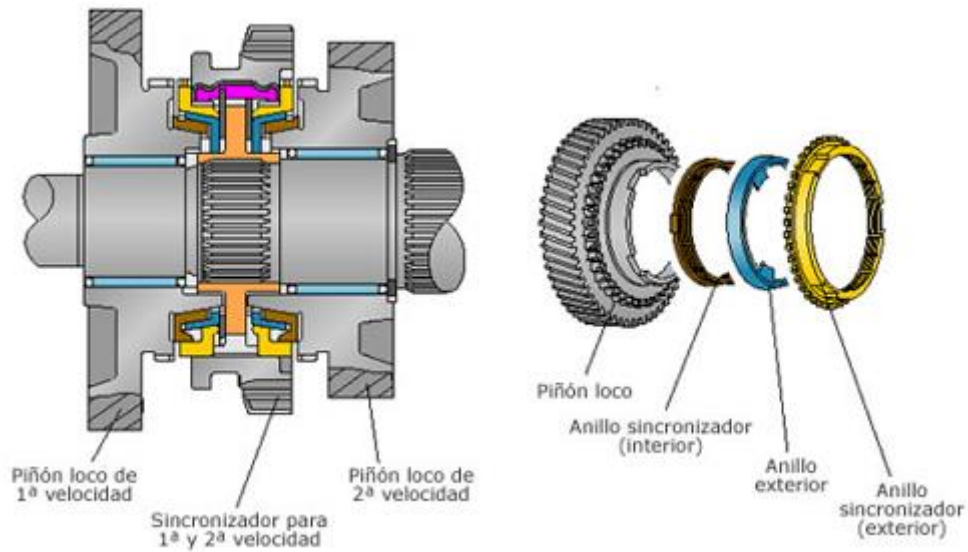
- Ardatz 2 dituztenak. Kasu honetan ez da beharrezkoa tarteko ardatza erabiltzea. Motorrak sortutako momentu bihurtzailea zuzenean iristen da abiadura kaxaren ardatz primarioa birabarkitik eta enbragetik pasatu ostean. Gidariak abiadura bat aukeratzen duenean, sinkronizatzailea ardatz sekundarioan dauden gurpil batera hurbiltzen da eta ardatza biraka hasten da, gurpilekin solidario. Ardatz sekundarioa diferentzialari lotuta dagoenez, momentu bihurtzailea elementu honetara transmititzen da.
- 3 ardatz dituztenak. Motorrak sortutako momentu bihurtzailea, kasu honetan ere, ardatz primarioa iristen da birabarkitik eta enbragetik pasatu ostean. Halere, potentzia ez da zuzenean ardatz primariotik sekundarioa transmititzen: lehenbizi tarteko ardatzera bideratzen da.

Hau uneoro kontaktuan dauden engranaje pare baten bidez lortzen da. Gidariak abiadura bat hautatzean potentzia tarteko ardatzetik ardatz sekundarioa transmititzen da, eta elementu hau diferentzialarekin kontaktuan dagoenez, momentu bihurtzailea diferentzialera iristen da. Abiadurak aukeratzeko prozesuan sinkronizataileak erabiltzen dira. Gurpilen hortzak helikoidalak izaten dira, hortzen arteko kontaktu hobea ahalbidetzen baitute eta era horretan zarata gutxiago sortzen baitute.

2.6.3.5. Sinkronizataileak

Abiadura bat edo beste bat aukeratzeko prozesuan sinkronizataileak izeneko elementuak erabiltzen dira. Sinkronizataileak funtsezko 4 elementu dituzte: pieza zentrala edo kuboak (zeinak arteka edo ildoak dituen bai barnealdean bai kanpoaldean), horzdun koroa bat edo sinkronizatailea (kuboaren gainean kokatuta dagoena eta axialki higitzen dena), urkila bat (koroarekin kontaktuan dagoena eta berau mugitzeaz arduratzen dena gidariaren nahiaren arabera) eta eraztun sinkronizatailea (gune batzuetan gainazal konikoa duena engranajearen eta ardatz sekundarioaren abiadura berdintzeko eta hortzak dituen sinkronizatailearen eta engranajearen arteko lotura gauzatzeko).

Funtzionamendua nahiko sinplea da. Pieza zentrala (edo kuboak) ardatz sekundarioari lotuta dago barnean duen artekari esker. Pieza zentral honek kanpoan ere ildoak ditu, eta 2 lotura horiei esker 3 elementuek (pieza zentralak, ardatzak eta koroak) bira egin dezakete, solidario. Era berean, gурpila, eraztuna eta koroa hortzak izateaz baliatzen dira guztiek bat egin eta mugimendua transmititzeko. Honela, engranajearen mugimendua sinkronizatailera iritsiko da eta, berau ardatz sekundarioan finkatuta dagoenez, ardatz sekundarioa biraka hasiko da, gурpilarekiko solidario. Azpimarratzekoa da prozesu horretan hortzen bidezko transmisioaz gain badagoela beste motako transmisio bat ere: frizkiozkoa. Izan ere, eraztunek (gурpilaren eta koroaren artean kokatuak) gune koniko bat dute engranajearen eta koroaren kontra egiten duena, frikzioa edo marruskadura sortuz. Era honetan, sinkronizataileek frikziozko enbrageek bezala jokatzen dute lehenengo, gурpilaren eta ardatzaren abiadurak berdinduz, ondoren hortzen bidezko transmisioa burutzeko. Honen bidez abiadura kaxak portaera leuna eta progresiboa izatea lortzen da, kolpeak ekidinez.



2.6.4. Diferentziala

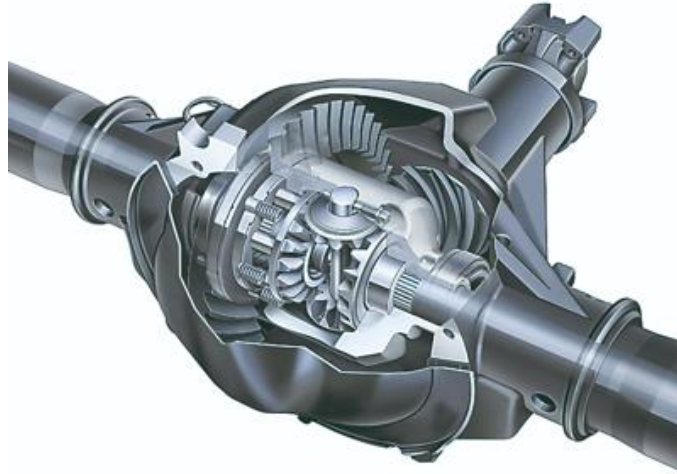
Diferentziala kotxeak kurba bat hartzean gurpilek abiadura ezberdinetara biratzea ahalbidetzen duen elementu mekanikoa da.

Ibilgailuak kurba bat hartzean, adibidez ezkerretara, ezkerreko gurpilak eskuinekoak baino distantzia txikiagoa egingo du, azken hau kurbaren kanpoaldean aurkitzen baita.

Aspaldi gurpilak finko muntatzen ziren ibilgailuen ardatzetan eta, ondorioz, kotxeak kurba bat hartzean gurpilek ez zuten behar bezala biratzen, mugimenduan ezegonkortasuna sortuz.

Diferentzialarekin arazo hori konpontzea lortu da. Era honetan, nahiz kotxeak ibilbide zuzena egin nahiz kurba bat hartu, gurpil bakoitzak motorrak sortutako potentzia jasoko du, nahiz eta batak besteak baino ibilbide txikiagoa egin.

Peugeot 208 GTiarentzako diseinatu den diferentzialean, pinoia eta koroa hertz helikoidalak dituzten gurpil zilindrikoak izatea erabaki da.



2.6.4.1. Diferentzial motak

Diferentzialak, orokorrean, 2 talde nagusitan sailkatzen dira: diferentzial konbentzionalak eta diferentzial autoblokanteak.

Diferentzial konbentzionalak →

Engranaje konikoak erabiltzen dira. Abiadura kaxarekin kontaktuan dagoen piñoiaren bidez momentu bihurtzailea koroara transmititzen da. Era honetan, koroarekin kontaktuan dauden sateliteak (karkasa berean baitaude) biraka hasten dira eta hauek, era berean, momentu bihurtzailea planetarioei helarazten diete. Azkenik, planetarioek mugimendua palierrei transmititzen diete. Azken hauek dira gurpilei indarra emateaz arduratzen diren elementuak.

Gurpil bien ibilbidea berdina bada (ibilbide zuzena) sateliteek ez dute axialki biratuko (beren ardatzaren inguruan). Gurpil bien ibilbidea ezberdina bada (ibilbide kurboa), ordea, sateliteen biraketa axialak gurpil bakoitzera bideratutako momentua ezberdina izatea ahalbidetuko du. Funtzionamendu honek kurbetan gurpilen artean motorrak emandako momentu bihurtzailearen banaketa egokia burutzea baimentzen du.

Halere, elementu honek baditu bere alderdi txarrak edo eragozpenak. Posiblea da kurba baten gurpil batek errepidearekiko duen atxikidura galtzea (abiadura handiegia edo errepidean dagoen zikina tarteko, adibidez). Une horretan, diferentzialak atxikidura galdu duen gurpil honi transmitituko dio jasotzen duen potentzia guztia eta berau “airean” biraka geratuko da, beste gurpila geldik geldituko den bitartean. Hau gertatzen bada kotxeak trakzioa galduko du eta benetan arriskutsua izan daiteke.

Diferentzial autoblokanteak →

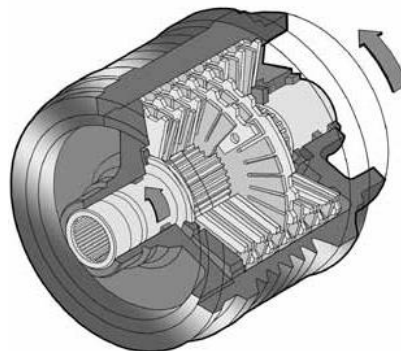
Diferentzial autoblokanteek zenbait abantaila eskaintzen dituzte diferentzial konbentzionalarekin konparatuz. Trakzioaz arduratzen diren bi gurpiletako batek atxikidura galtzen badu (kurba baten ondorioz airean gelditu bada edo errepidean izotza

badago, adibidez) diferentziala arduratzen da gurpil hau balaztatzeaz eta beste gurpilera (trakzioa duen eta atxikidura galdu ez duen gurpilera alegia) potentzia handiagoa transmititzeaz.

Diferentzial autoblokanteen bidez kotxeek egonkortasuna irabazten dute. Trakzioaz arduratzen diren bi gurpiletako batek atxikidura galtzen badu, berau ez da inongo helbururik gabe biraka hasten ez baitu diferentzialetik potentziarik jasotzen, eta atxikidura galdu duen gurpil horri eman beharreko potentzia trakzioaz arduratzen den beste gurpilera bideratzen da gurpilak atxikidura berreskuratu arte. Era honetan, atxikidura galdu duen gurpilak kotxea desbideratzea saihesten da.

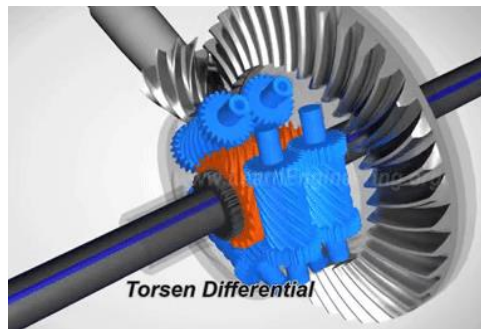
Aipagarria da gaur egun diferentzial autoblokanteen ordez beste asmakizun batzuk erabiltzen direla trakzioa kontrolatzeko. Hauek gehienetan elektronika izaten dute oinarri. ABS sistema, esaterako, trakzioaren kontrolera bideratutako kontrol elektronikoa da.

- Diferentzial autoblokante mekanikoa. Atzeko trakzioa eta potentzia handia duten ibilgailuetan erabiltzen dira diferentzial hauek. Elementu hauen bidez esfortzuen transmisioa hobetzen da, atxikidura galdu duen gurpilaren labaintze etengabea saihesten da eta kotxearen egonkortasuna handitzen da.
- Diferentzial likatsua. Ez dago lotura mekanikorik ardatzerdien artean. Kasu honetan, biskositate handiko fluido bat erabiltzen da mugimenduaren transmisioa lortzeko. Fluido honek zilindro baten barnean dauden eta ardatzerdiekin solidarioak diren bi disko multzo inguratzen ditu. Disko multzoen arteko biraketa erlatiboa antzekoa bada, bi multzoak ia modu independentean higituko dira. Disko multzo bat bestea baino bizkorrago biratzen badabil (gurpil batek laban egin badu, adibidez), ordea, bi multzoak inguratzen dituen fluidoak geldoago biratzen dabilen multzoari abiadura emango dio, kotxearen trakzioa hobetuz. Sistema honen desabantaila bere funtzionamendua fluidoaren tenperaturaren araberakoa dela da. Honela, fluidoak biskositatea eta lan egiteko ahalmena galduko du berotzen den heinean.



- Torsen diferentziala. Diferentzial hauek lurrera indar gehien egiteko gaitasuna duen gurpilera potentzia handiagoa transmititzeko ahalmena dute.

Diferentzial autoblokante konbentzional edo tradizionalekin konparatuta, gurpilen labainketa ekidin dezakete, hauei lurrera transmititu dezaketen momentua helaraziz. Bere funtzionamenduari dagokionez, berau hortz zuzeneko eta helikoidaleko engranajeen arteko konbinazioan oinarritzen da. Zehazki, hortz helikoidalak dituzten eta izkinetan hortz zuzenak dituzten 3 engranaje pare erabiltzen dituzte. Frikzioaren gutxitzea edo handitzea gurpil helikoidalek amaiera gabeko torloju baten portaera dutelako gertatzen da. Torsen diferentziala diferentzial konbentzional batekin konparatzen badugu, sateliteen ordean 3 engranaje helikoidal aurkituko dira. Planetarioak, kasu honetan, amaiera gabeko torlojuak dira.



2.7. EMAITZAK

Transmisioa osatu dezaketen osagai guztiak definitu eta azertu ostean proiektu honetarako egokienak diren aukerak hartuko dira.

2.7.1. Transmisioaren antolamendua

Hasierako datuak eta parametroak kontuan izanda transmisioa kotxearen aurrean ezartzea erabaki da. Gaur egun erabili den antolamendua da. Ibilgailuaren masa gehiena kotxearen aurrealdean kokatzen da (motorra eta transmisioa bertan baitaude) eta honek trakzioa hobetzea eragiten du. Gainera, pisu gutxiko kotxe txikia denez eta motorraren ezaugarriak nahiko onak direnez, azelerazio eta egonkortasun handia lortzen da, batez ere kurbetan.

2.7.2. Enbragea

Hauxe da motorrak sortutako potentzia eta momentu bihurtzailea abiadura kaxara transmititzeaz arduratzen den elementua. Hori dela eta, transmisioaren elementu garrantzitsuenetariko bat da. Birabarkia eta abiadura kaxaren ardatz primarioa akoplatzen/desakoplatzen ditu gidariaren nahiaren arabera.

Enbragea osatzen duen elementu multzoa komertziala da osotasunean. Halere, beharrezkoa da parametro garrantzitsuenak definitzea. Betebeharren arabera material bat edo beste bat aukeratuko da, beti ere aukeraketa honi duen inportantzia emanda. Ez dugu ahaztu behar enbragearen funtzionamendua zuzenki lotuta dagoela materialarekin (marruskadura koefiziente, tenperaturak duen eragina, lortu nahi diren prestazioak,...).

Azpimarratzekoa da, materialaren aukeraketaz gain, enbragearen diskoen dimentsioak duen garrantzia. Diseinua burutzean kontuan izan behar da enbragea motorrak sortutako momentu bihurtzaile maximoa transmititzeko gai izan behar dela.

Gainera, enbragatzeko eta desenbragatzeko prozesuan eragin handia duten zenbait faktore ere gogoan izan behar dira. Presio platerak diskoaren kontra egingo duen indarra, adibidez.

Proiektu honetan karbono-zeramiko-organikoa den material batez osatzen den frikziozko enbrage bat erabiltzea erabaki da.

Hauek dira lortutako emaitzak:

Barnealdeko diametroa [mm]	81,76
Kanpoaldeko diametroa [mm]	116,8
Indar axiala [kg]	432,01
Presioa [kg/cm ²]	1,68
T _{roz} [N.m]	336,60
Ildoak [mm]	7

2.3. Taula. Enbragearen parametro nagusiak

2.7.3. Abiadura kaxa

Abiadura kaxari dagokionez, 6 martxa dituen eta hartze konstantea duen abiadura kaxa manual bat (3 ardatz) diseinatzea erabaki da.

Hortz zuzeneko eta helikoidaleko engranajeek osatzen dute abiadura kaxa hau, eta 20MnCR5 altzairua erabili da engranajeak osatzeko. Diseinuan erabili den araua, berriz, UNE 18-018-52 da.

Ardatzak osatzeko erabili den materialari dagokionez, argi izan behar da ardatz hauek esfortzu handiak jasateko gai izan behar direla. Gainera, iraupen handia izan behar dute. Hori dela eta prestazio onak dituen hobetutako altzairu bat erabili da: 34Cr4. Ardatzen diseinua burutzeko ere engranajeetan erabili den arau berdina erabili da.

Jakinekua denez, ardatz hauek eusteko errodamendu batzuk erabili dira. Oro har, karga erradialez gain karga axialak dauden guneeetan boladun errodamenduak erabili dira eta soilik karga erradialak dauden guneeetan arrabola zilindrikodun errodamenduak. Ardatz primarioarentzako errodamendu konikoak erabili dira, eta ardatz sekundarioan kokatuko diren gurpilak finkatzeko orratz erako errodamenduak.

Sinkronizatzaileak osatzeko 16MnCr5 altzairua erabili da.

Diseinuan, lehenengo eta behin, diferentzialaren eta abiadura bakoitzaren transmisio erlazioak definitu dira. Horretarako kotxe fabrikatzaileak emandako datuak erabili dira:

Transmisio erlazio teorikoa
$i_1 = 3,545$
$i_2 = 1,920$
$i_3 = 1,323$
$i_4 = 1,026$
$i_5 = 0,822$
$i_6 = 0,681$

2.4. Taula. Bete beharreko transmisio erlazioak

Behin transmisio erlazioak kalkulaturik, kotxea bere ibilbidean ager daitezkeen indar erresistenteei aurre egiteko gai dela konprobatu da, bai martxa laburrenean (1) bai martxa luzeenean (6) ere. Kalkuluetan ikus daitekeen bezala, lortutako emaitzak egokiak dira.

Hurrengo pausoa abiadura kaxa osatzen duten gurpilen hertz kopurua definitzea da. Horretarako, nola ez, aurretiaz kalkulatu diren transmisio erlazioak hartu dira kontuan. Hauek dira lortutako emaitzak:

i_1	$Z_1 = 12$ $Z_2 = 42$
i_2	$Z_3 = 18$ $Z_4 = 36$
i_3	$Z_5 = 23$ $Z_6 = 31$
i_4	$Z_7 = 26$ $Z_8 = 28$
i_5	$Z_9 = 29$ $Z_{10} = 25$
i_6	$Z_{11} = 32$ $Z_{12} = 22$
i_{atzera}	$Z_R = 12$ $Z_{R'} = 40$
$i_{\text{hartze konstante}}$	$Z_{hk} = 27$ $Z_{hk'} = 27$

2.5. Taula. Gurpilen hertz kopurua

Behin gurpil bakoitzak duen hertz kopurua kalkulaturik beharrezkoa da modulua kalkulatzeko. Hau egiteko, jakina, aurretiaz gurpilen helizeen angelua, β , jakitea

beharrezkoa da, abiadura kaxan hertz helikoidaldun engranajeak erabiltzea erabaki baita (kontaktu hobea sortzen da euren artean eta hertz zuzena dutenak baino zarata gutxiago sortzen dute). Halere, diseinua errazteko eta sinplifikatzeko gurpil guztietan $\beta = 20^\circ$ izatea erabaki da.

Modulua kalkulatzeko honako ekuazio hau erabili da:

$$m \geq \sqrt[3]{\frac{143240 * N * (i + 1) * (\cos \beta)^4}{K_{onar} * Z^2 * \Psi * \cos \alpha * \sin \alpha * n * i}}$$

Non:

m = modulua

N = Kotxearen potentzia = 275 ZP

i = transmisio erlazioa

β = Helizearen angelua = 20°

K_{onar} = Presio onargarria

Z = Hertz kopurua

Ψ = Gidatze faktorea

α = Eraso angelua

n = abiadura angeluarra

Lortutako balioak:

1. abiadura	$m_1 = 4,35$
2. abiadura	$m_2 = 3,65$
3. abiadura	$m_3 = 3,50$
4. abiadura	$m_4 = 3,33$
5. abiadura	$m_5 = 3,46$
6. abiadura	$m_6 = 3,41$
Hartze konstantea	$m_{hk} = 3,91$
Atzerako martxa	$m_{ZR} = 4,94$ $m_{ZR'} = 4,28$

2.6. Taula. Kalkuluetan lortutako moduluen balioak

Engranajeen moduluak kalkulatu ostean abiadura kaxa osatzen duten gurpilen gainontzeko dimentsioak kalkulatu dira. Beharrezkoak diren formulak erabilia (3.

Dokumentua: Kalkuluak dokumentuan informazio guztia aurki daiteke) gurpilen dimentsionaketa burutu da.

Hurrengo pausoa gurpilak engranatzean sortzen diren indarrak kalkulatzeko da. Gurpil helikoidalak hautatu direnez, indar tangenziala, erradiala eta axiala sortzen dira:

$$\text{Indar tangenziala: } U = \frac{T}{R}$$

$$\text{Indar erradiala: } F_R = U * \operatorname{tg} \alpha_a$$

$$\text{Indar axiala: } F_a = U * \operatorname{tg} \beta_a$$

$$\text{Indar totala: } W = \sqrt{U^2 + F_R^2 + F_a^2}$$

Gurpil pareetan sortzen diren indarrak kalkulatu, euskarrietan sortzen diren erreakzioak kalkulatu dira. Behin indar hauek izanda, ardatzek izan behar duten diametro minimoa kalkulatu da ASME kodigoa erabilita.

Ardatzen diseinuan zenbait aspektu izan dira kontuan: materiala, biziraupena, tentsioa (estatikoa eta nekea), bibrazioak,...

Ardatzak errodamentuen bidez finkatzen dira abiadura kaxan, eta hau posible egiteko ardatzek errodamentuentzako kokalekuak dituzte, hauek bertan finkatu ahal izateko.

Ardatzen diseinuan beste zenbait kontzeptu ere izan dira kontuan. Esfortzu handiak jasaten dituzten sekzioetan, adibidez, tentsio kontzentrazioak egotea ekidin beharra dago. Gainera, ardatzak ahalik eta motzenak izatea eta ardatzen gainean joango diren elementuak euskarrietatik (errodamentuetatik) ahalik eta gertuen egotea bilatu beharra dago, honek funtzionamenduan sortuko diren erreakzioak (indarrak eta momentuak) ahalik eta txikienak izatea ahalbidetzen baitu.

Abiadura kaxaren ardatzen kalkuletan, esan bezala, ASME kodigoa erabili da. Kodigo honek ardatzaren diametroa era kontserbakor baten kalkulatzeko aukera ematen du, funtzionamenduan sortuko diren momentu makurtzailea eta bihurtzailea handituz. Prozesu berdina erabili da 3 ardatzen kalkuluan: ardatz primarioa, tarteko ardatza eta ardatz sekundarioa.

Era honetan, ardatzaren sekzio ezberdinetan sortuko diren momentu makurtzaileak eta bihurtzaileak kalkulatu dira eta sekzio kritikoko balio maximoak hautatu dira. Behin balio hauek izanda ASME kodigoaren formulak erabili dira abiadura bakoitzarentzako ardatzen diametro minimoak kalkulatzeko.

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 * CS}{\pi * \sigma_s} * \sqrt{(C_m * M)^2 + (C_t * M)^2}}$$

Non:

d = Ardatzaren diametroa

CS = Segurtasun koefizientea ($CS = 2$ hartuko da)

σ_s = Materialaren isurpen tentsioa (34Cr4 materiala hartuta, $\sigma_s = 981 \text{ N/mm}^2$)

C_m = Momentu makurtzailearentzako neke eta talka koefizientea

M = Momentu makurtzailea

C_t = Momentu bihurtzailearentzako neke eta talka koefizientea

T = Momentu bihurtzailea

Emaitzak:

Abiadura	Tarteko ardatzaren diametroa [mm]	Ardatz sekundarioaren diametroa [mm]
1	27,48	29,24
2	30,70	30,24
3	29,86	29,02
4	29,53	28,05
5	28,29	27,70
6	25,37	24,93
Atzerako martxa	25,99	24,98

2.7. Taula. Kalkuluetan lortutako ardatzen diametro minimoak

Aipatzekoa da lortutako balioetatik abiatuz beste balio batzuk definitu direla diametro normalizatuak lortzeko:

Tarteko ardatzeko sekzioak (mm)						
$\emptyset_1 = 28$	$\emptyset_2 = 31$	$\emptyset_3 = 30$	$\emptyset_4 = 30$	$\emptyset_5 = 29$	$\emptyset_6 = 26$	$\emptyset_{am} = 26$

2.8. Taula. Tarteko ardatzaren diametroak

Ardatz sekundarioko sekzioak (mm)						
$\emptyset_1 = 30$	$\emptyset_2 = 32$	$\emptyset_3 = 30$	$\emptyset_4 = 30$	$\emptyset_5 = 28$	$\emptyset_6 = 25$	$\emptyset_{am} = 25$

2.8. Taula. Ardatz sekundarioaren diametroak

2.8.1. Elementu komertzialak

2.8.1.1. Errodamenduak

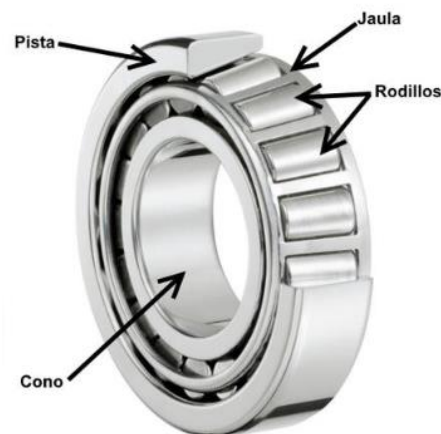
Errodamenduek ardatzentzako eta biraka dabilzan elementuentzako euskarri bezala jokatzen dute. Karga transmititzeko euren barnean errodatzen duten elementuak (bolak edo errodiiloak) erabiltzen dituzte.

Aipatzekoa da errodamenduek indarrak, mugimendua, talkak, azelerazioak, bibrazioak eta ingurune baldintza kaltegarriak (zikina, hezetasuna, tenperatura) jasan behar dituztela.

Errodamendu bat aukeratzeko orduan honako baldintza hauek izan behar dira kontuan:

- Espazio jakin batean sartu behar dira (sarritan espazioa txikia izaten da)
- Kargak (indar erradialak edota axialak) jasateko ahalmena izan behar dute

Errodamendua oro har 4 atalez osatuta dago: barne eraztuna, kanpo eraztuna, errodadura elementua (bolak edo errodiiloak) eta kaiola (bereizlea).



Errodamenduen biziraupenari dagokionez, errodadura elementuek eraztunen pisten gainean errodatzean, errodamenduan tentsio aldakorrek eragiten dituzte eta beraz nekeगतiko hutsegitea ematen da.

Aipagarria da, baita, nekeगतiko hutsegitea errodamenduan lehen neke sintomak agertzen direnean gertatzen dela kontsideratzen dela (ez hutsegite katastrofikoan).

Errodamendu baten bizitza, lehen neke sintomak agertu arte barne eraztunak ematen dituen bira kopurua bezala kuantifikatzen da, kanpo eraztuna finko dagoela kontsideratuz.

Nekearen dispersioa handia dela eta, bizitza nominala (L_{10}) definitzen da: errodamendu talde batean beraietako %90ak nekeak eragindako lehen sintomak agertu

gabe ematen dituen bira kopurua (barne eraztuna biraka, kanpo eraztuna finko). Fidakortasun bezala %90a hartzen da. Bizitza nominala, jakina, ezberdina da aplikatutako karga bakoitzarentzako.

$F \cdot (L_{10})^{1/a}$ konstantea dela betetzen da.

- $a = 3$ bola bidezko errodamentuentzako
- $a = 10/3$ errodilo zilindriko eta konikoentzako

Fabrikatzaileek euren katalogoetan erreferentziatzko C karga nominal bat izaten dute, L_{10} iraupen jakin bati dagokiona:

$$C = F * (L_{10})^{\frac{1}{a}}$$

Fidakortasuna %90 bada (bere L_{10} iraupenarekin) L iraupena honela kalkulatzen da boladun eta errodilo zilindrikodun errodamentuetan:

$$L_{10} = \frac{L}{0,02 + 4,439 * \left[\ln \left(\frac{1}{R} \right) \right]^{\frac{1}{1,483}}}$$

Azpitarragarria da kapazitatea errodamentuaren aplikazioa kontuan hartzen duen faktore batez bidertzen dela.

Horretaz gain, errodamentuak jasango duen karga eta izango duen biziraupena erlazionatzen dituen $F \cdot (L_{10})^{1/a}$ formularen, aintzat izan behar da F indarra indar erradiala dela.

Boladun errodamentuek karga erradialez gain karga axialak ere jasan ditzakete. Errodamentuen aukeraketa dimentsio eta karga ahalmenaren arabera burutzen da.

Euren muntaketari dagokionez, fabrikatzaileen katalogoek azalpen sakonak eskaintzen dituzte.

- Ohikoena ardatza bi izkinetan bermatuta egotea da, errodamentu batekin mutur bakoitzean. Kasu honetan soilik errodamentu batek jasango du karga axiala. Hauxe da abiadura kaxan gertatzen dena: ardatz bakoitzean bi errodamentu erabiliko dira, baina soilik batek jasango du indar axiala.
- Kasu batzuetan errodamentu bi ezartzen dira mutur baten, euskarri horren zurruntasuna eta karga ahalmena handitzeko. Diseinatu den abiadura kaxan ez da horrelakorik behar izan.

Doikuntzari dagokionez, onena errodamentuak presiopeko doikuntza izatea da (bai barnealdetik bai kanpoaldetik).

Errodamenduen aukeraketa burutzeko, ardatzentzako lortu diren karga erradialak eta axialak (abiadura bakoitzarentzako kalkulatu direnak) erabili dira karga baliokidea definitzeko.

$$F_e = X * V * F_R + Y * F_a$$

$$F_e = C_s * F_e$$

Behin hau eginda, abiadura guztiak kontutan hartzen dituen karga baliokidea kalkulatu da ondoko formula erabilita. Honen bidez errodamenduak jasan beharko duen karga totala kalkulatu da.

$$F = \sqrt[3]{F_1^3 * \frac{q_1}{100} + F_2^3 * \frac{q_2}{100} + F_3^3 * \frac{q_3}{100} + F_4^3 * \frac{q_4}{100} + F_5^3 * \frac{q_5}{100} + F_6^3 * \frac{q_6}{100} + F_{am}^3 * \frac{q_{am}}{100}}$$

Hurrengo pausoa iraupen nominala kalkulatzeko eta honen bidez karga nominala definitzea da. Azpimarragarria da errodamenduak presioan sartu behar direla ardatzean eta, beraz, aspektu hau kontuan izan behar dela errodamendua aukeratzeko garaian.

Datu horiekin nahiko erraza da fabrikatzaileen katalogoetara joan eta behar diren errodamenduak aukeratzeko.

Tarteko ardatza →

Tarteko ardatzari dagokionez A euskarrian errodilo zilindrikodun errodamendu bat erabiltzea eta B euskarrian boladun errodamendu bat erabiltzea erabaki da.

Errodamenduen aukeraketan, esan bezala, euskarrietan sortuko diren erreakzioak izan dira kontuan. Nekera egin dira kalkuluak, ardatzak indar ez konstanteak transmititzen baititu.

Hauk dira lortutako indarrak A eta B euskarrietan:

Abiadura	Indar erradiala A (N)	Indar erradiala B (N)	Indar axiala (N)
1	5791,52	1013,68	1741,28
2	3083,30	1778,94	696,59
3	2833,99	1821,58	242,3
4	3084,65	2346,33	53,59
5	3324,30	2425,61	96,09
6	3757,28	2795,98	217,7
Atzerako martxa	3334,48	8165,65	1393,45

2.10. Taula. A eta B euskarrietako indarrak

A euskarrian NUP 305 ECP errodilo zilindrikodun errodamendua jarriko da.

B euskarrian jarriko den errodamendua, berriz, QJ 305 MA boladun errodamendua izango da.

Ardatz sekundarioa →

Ardatz sekundarioari dagokionez, C euskarrian errodilo zilindrikodun errodamendu bat erabiltzea eta D euskarrian boladun errodamendu bat erabiltzea erabaki da.

Kasu honetan ere euskarrietan sortzen diren erreakzioak izan dira kontuan errodamenduen aukeraketa burutzeko.

Abiadura	Karga erradiala C (N)	Karga erradiala D (N)	Karga axiala (N)
1	8611,45	739,17	3134,73
2	4702,82	1441,47	2090,04
3	3296,72	1502,12	1635,75
4	2203,88	2037,06	1447,04
5	1675,39	2125,14	1297,36
6	940,06	2503,97	1175,75
Atzerako martxa	1799,18	7955,78	0

2.11. Taula. C eta D euskarrietako indarrak

C euskarrian jarriko den errodamendua NUP 305 ECP errodilo zilindrikodun errodamendua izango da.

D euskarrian, berriz, NUP 305 ECP errodilo zilindrikodun errodamendua jartzea erabaki da.

Ardatz sekundarioan dauden eta era librean biratzen duten gurpilentzako orratz erako errodamenduak erabiltzea erabaki da. Hauek ez dute karga axialik jasaten.

Kalkulua beste bi errodamendu klaseentzako egin denaren berdintsua da. Kasu honetan, karga axialik ez dagoenez, karga baliokidea kalkulatzeko soilik karga erradiala eta tangenziala hartu dira kontuan. Behin hau eginda, L_{10} iraupena kalkulatu da eta errodamendu bakoitzak izan behar duen karga gaitasuna kalkulatu da. Abiadura bakoitzak duen koroa bakoitzean jarraitu da prozesu hau.

Datu horiekin ez dago arazorik fabrikatzailearen katalogoan beharrezkoak diren errodamenduak aukeratzeko.

Hauek dira eginkizun horretarako aukeratu diren errodamenduak:

Abiadura	Errodamendua
1	NA 6906
2	NKI 32/30
3	NA6906
4	NA6906
5	NA69/28
6	NKI 25/30

2.12. Taula. Gurpilentzat aukeratutako errodamenduak

Ardatz primarioa →

Ardatz primarioa finkatzeko errodamendu konikoak erabiltzea erabaki da: “*espalda con espalda*”. Kasu honetan ere erreakzioak aintzat hartu dira aukeraketa egiteko garaian:

Hartze konstantea	Karga erradiala (E)	Karga erradiala (F)	Karga axiala (E)
	5090,70	9009,96	1393,45

2.13. Taula. E eta F euskarrietako indarrak

Era honetan, 33207 errodamendu koniko bikote bat hautatu da.

2.8.1.2. Txabetak

Ardatzaren eta bertan kokatuta dagoen elementuaren artean momentu bihurtzailearen transmisioa ahalbidetzen duten osagaiak dira txabetak. Zenbait mota dauden arren (zirkulu erdiak, trapezoidalak, Woodruff erakoak, ...) erabilienak laukizuzenak dira eta hauek dira, hain zuzen, proiektu honetan erabili direnak.

Txabetaren zabalera (b) eta altuera (h) normalizatuta daude ardatzaren diametroaren arabera (DIN 6885/1). Era honetan, soilik txabetaren luzera (L) kalkulatu da fabrikatzaileen katalogora joan eta beharrezkoak diren txabetak aukeratu ahal izateko.

Kalkulu hori burutzeko, txabetarengan $F = T/R$ indar batek eragiten duela suposatu da. Hala ere, aipatu beharra dago suposaketa hau sinplifikazio bat dela, errealitatean indarren banaketa txabetaren eta txabeta kokatzen den zuloaren artean dagoen espazioaren arabera baita (zenbat eta kokapen zehatzagoa, orduan eta portaera hobe).

Materialari dagokionez, C-45 altzairua erabiltzea erabaki da. Txabetak egiteko hautatu den materialaren propietateak ardatzak osatzeko aukeratu diren materialaren propietateak baino txarragoak dira. Era honetan, transmititu beharreko momentu bihurtzailea handiegia bada txabeta apurtuko da eta ez ardatza (kontuan izan behar da ardatzak txabetak baino garestiagoak direla). Honela, txabetek hala nolako “fusible mekaniko” izaera hartuko dute. UNE 17-102-67 araua erabili da.

Txabeten luzera kalkulatzeko honako formulak erabili dira:

- Makurdura

$$\sigma = \frac{F}{t * L}$$

Non,

σ = Tentsio normala

F = Txabetari eragiten dion indarra

t = Txabetaren sakonera ardatzean

L = Luzera

- Ebakidura

$$\tau = \frac{F}{b * L}$$

Non,

τ = Tentsio ebakitzalea

F = Txabetari eragiten dion indarra

b = Txabetaren zabalera

L = Luzera

Abiadura guztiak aztertuta txabeta guztiek $L = 25$ mm izatea erabaki da. 10x8x25 txabeta.

Aipatzekoa da, baita, aukeratu diren txabeta guztietan ondokoa betetzen dela:

$$L < 1,5 * d_{ardatza}$$

2.8.2. Sinkronizatzaileak

Sinkronizatzailearen bidez bere kasa biratzen dabilen gurpiletako bat ardatzera finkatzen da, eta era honetan, motorrak emandako momentu bihurtzailea eta biraketa transmititu egiten dira.

Hau horrela izan dadin beharrezkoa da sinkronizatzailea ardatzean finko egotea, eta hori sinkronizatzaileak barnean dituen hortzen bidez lortzen da. Hortz hauek ardatzaren ildoekin bat egiten dute, bien mugimendua berdinduz. Sinkronizatzailea gai izan behar da motorraren momentu bihurtzailea transmititzeko eta datu hori kontuan izan da mekanismo honen diseinua burutzeko. Kuboaren eta koroaren dimentsioak definitzeko DIN 5480 araua jarraitu da eta honako formula erabili da:

$$L_t = \frac{F_u}{h * p * Z} * K$$

Non:

p = Presioa hegaletan = 100 N/mm²

K = Sostengu faktorea = 1,15

F_u = Indar tangenziala (N) = T/r, non T momentu bihurtzailea den eta r erradioa

h = Hortzen altuera

L_t = Loturaren luzera

Z = Hertz kopurua

Lortutako emaitzak:

Parametroa	1-2 sinkronizatailea	3-4 sinkronizatailea	5-6 sinkronizatailea
Diametroa	30 mm	30 mm	25 mm
Hertz kopurua	16 mm	16 mm	13 mm

2.14. Taula. Sinkronizataileen diametroa eta hertz kopurua

2.9. PLANIFIKAZIOA

Urtea	2019														
	Urtarrila					Otsaila				Martxoa				Apirila	
Hilabetea	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
PROIEKTUAREN HASIERA															
1- Eskaintza															
2- Analisia															
PRODUKTUAREN DISEINUA															
1- Enbragearen diseinua															
2- Engranajeen diseinua															
3- Ardatzen diseinua															
4- Sinkronizatzaileen diseinua															
5- Diferentzialaren diseinua															
6- Elementu komertzialen aukeraketa															
PROTOTIPOA															
1- Fabrikazioa															
2- Onarpena															
INDUSTRIALIZAZIOA															
1- Fabrikazio prozesuaren zehaztapena															
2- Utilajeen diseinua/aukeraketa															
FABRIKAZIOA															
1- Engranajeak															
2- Ardatzak															
3- Sinkronizatzaileak															
4- Diferentziala															
ELEMENTU KOMERTZIALAK															
1- Eskaria															
2- Jasotzea															
MUNTAIA															
PROBAK															
KALITATE KONTROLA															
ENTREGA															

2.15. Taula. Gantt diagrama

2.10. PROIEKTUAREN KOSTUA

Proiektua gauzatzearen kostu totala hurrengoa da:

Aurrekontu osoa: 3244,71 €

Aurrekontu osoaren balioa da: hiru mila berrehun eta berrogeita lau koma hirurogeita bat euro.

Zehaztapenak, hala nola prezio koadroak eta aurrekontu partzialak, aurrekontuen dokumentuan (6. Dokumentuan: Aurrekontuak) daude adierazita.

2.1. CE ZIURTAGIRIA

Proiektu honetan diseinatutako ponpak behar bezalako segurtasuna eta kalitatea eskaini ditzan, 98/37/CE zuzentaraua jarraitu da CE ziurtagiria eskuratu asmoz:

- Zuzendaritzak ezarritako beharrezko segurtasun eta osasun baldintzak betetzea.
- Ebaluazioan ezarritako prozedurak jarraitzea.
- Muntaiari beharrezkoa den dossier edo espediente teknikoa osatzea.
- Jarraibide teknikoen manuala gauzatzea.
- Produktuarekin batera onespenezko deklarazioa aurkeztea.
- Produktuan CE ziurtapen araua jartzea.