

3

Eskuzko abiadura-kaxak

Hau ikasiko dugu...

1. Abiadura-kaxaren zeregina
2. Transmisio-erlazioak edo abiadura-kaxaren abiadurak
3. Abiadura-kaxaren konfigurazioa
4. Abiadura-kaxaren osagaiak
5. Eskuzko abiadura-kaxa mantentzea
6. Matxuren diagnostikoa
7. Abiadura-kaxa desmuntatzea, egiaztatzea eta muntatzea
8. Sentsoreak eta eragingailuak abiadura-kaxan

LANBIDE-JARDUERAK

Abiadura-kaxa desmuntatzea

MUNDU TEKNIKOA

Abiadura-kaxa, automatikoa edo eskuzkoa?

Eta unitate hau amaitutakoan...

- Ezagutuko duzu abiadura-kaxaren garrantzia biraketaren eta momentu eragilearen transmisioan.
- Ulertuko duzu abiadura-kaxaren funtzionamendua eta osagaien zeregina.
- Kalkulatuko dituzu eskuzko abiadura-kaxaren transmisio-erlazioak.
- Ezagutuko dituzu abiadura-kaxako matxura garrantzitsuenak.
- Egingo dituzu egiaztapenak eta ordezkatzeko dituzu abiadura-kaxan gaizki dauden piezak.

ABIABURU-EGOERA

Xabierrek bigarren eskuko auto txiki bat erostea erabaki du. 307 Peugeot probatu du. Autoaren ezaugarriak hauek dira: 180.000 km-koa da gutxi gorabehera, eta gasolinazko motorra du (1.400 cm³-koa); horrez gain, aurreko trakzioa, bost abiadurako eskuzko abiadura-kaxa, lagunduriko direkzioa, aire girotua eta ABS balazta-sistema ere baditu.

Autoa errepidean eta hirian probatu eta gero, konfidantzako teknikari batek lagunduta, autoan ikusi dutena hauxe da: motorrak erraz arrankatzen du, ralentian ez du zarata arrarorik ateratzen eta motorrak ongi azeleratzen eta berreskuratzen du errepidean. Haren esekidura pixka bat bigun dago eta aurreko ardatzean errebote pixka bat dauka. Balaztek ongi erantzuten dute, bibraziorik gabe; direkzioa ongi dabil, zarata arrarorik egin gabe bolantea biratzen dugunean, eta zuzen doa errepidean. Enbragearen pedal-jokoa ona da eta enbrage-diskoak ez du irrist egiteri maldan gora. Akatsa abiadura-kaxan aurkitu dute, abiadura guztiak ongi sartzen dira, ez dira lekutik ateratzen, baina bigarren abiaduran zarrastatu egiten du abiadura erreduzitzen dugunean. Azelerazio-fasean, 1.tik 2., 3., 4. eta 5.era aldatzen denean, abiadura guztiak erraz sartzen dira eta ez dute zarrastatzen.

Errepidean probatu ondoren, autoa gustatu zaie eta tailerrera eramatea erabaki dute; han, diagnosi-makinan sartu, matxuren memoria irakurri eta karrozeriari ongi begiratuko diote. Abiadura-kaxari dagokionez, badirudi matxura bigarren abiaduraren sinkronizadore-konoan aurkitzen dela; karretea lekualdatzen dugunean, piñoiak ez du balaztatzen eta abiadurak zarrasta egiten du, batez ere erretentzioetan.

Kasuaren azterketa

Lan-unitate hau irakurtzen hasi aurretik, lehenengo bi galderak erantzuteko, aztertu lehenago gaiaren puntu bakoitza.

1. Uste duzu normala dela, sinkronizadore guztietatik, huts egiten duen lehenengo martxa bigarren abiadurarena dela?
2. Abiadura-kaxan abiadura guztiek zarrasta egiten dutenean, enbrage-doikuntzaren akatsa izan al daiteke?
3. Xabierrek probatu duen autoa non ibili da gehienbat, errepidean edo hirian?
4. Diagnosi-makinak eskuzko abiadura-kaxaren akatsak bila ditzake ?

Mekanikariak azaltzen dio Xabierri ez dela matxura garrantzitsu bat eta gomendatzen dio, lehenik, abiadura-kaxaren olioaldatzea eta abiadura-kaxen gehigarri bat ipintzea, eta, gero, berriz ere abiadura-kaxa frogatzea. Konpondu behar bada, piezak ez dira oso garestiak (sinkronizadorearen eraztunak, olioaldatze-junturak); eskulana da garestiena.



↑ Eskuzko abiadura-kaxaren lekualdatze-karretea, sinkronizadore-konoak eta piñoiak.

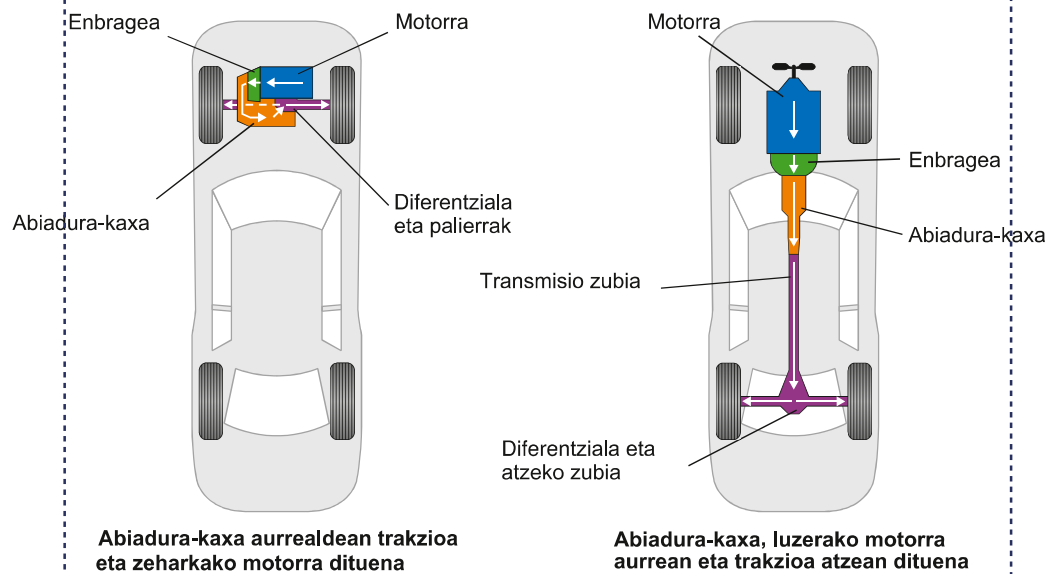


Hasierako kasu praktikoa

Xabierrek probatu duen autoak baditu, aurrealdean, zeharkako motorra eta aurreko trakzioa duen abiadura-kaxa.

1. Abiadura-kaxaren zeregina

Ibilgailuan, abiadura-kaxa dugu kate zinematikoaren multzo mekaniko garrantzitsuena. Enbragearen atzealdean kokatzen da eta harengandik jasotzen du momentu eragilea. Abiadura-kaxaren ardatz primarioak enbrage-diskoak engranatzeko du eta abiadura-kaxaren irteeran multzo erreduktorea eta diferentzialen artean aurkitzen da, aurreko trakzioa duten modeloetan. Atzeko trakzioa duten modeloetan, transmisio-zubiak multzoari transmititzen dio parea, multzo-konikoari eta diferentzialari; zubia atzeko ardatzean kokatuta dago (3.1. irudia).



↑ 3.1. irudia. Abiadura-kaxaren kokapena bi ibilgailuetan.

Eskuzko abiadura-kaxetan, gidariak eskuz aukeratu dituen abiadurak. Enbragea zapaldu behar du, momentu eragilearen transmisioa desakoplatzeko.

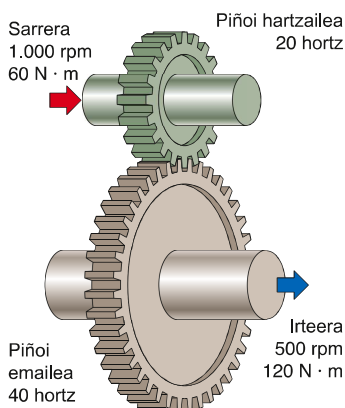
Abiadura-kaxa automatikoetan, gidariak abiadura aukeratu ondoren, (1., 2., D), abiadura-kaxak automatikoki aldatzen ditu abiadurak. Abiadura-aldaketak egiten dira motorraren biraketa gelditu gabe. Kargaturik egiten da aldaketa.

Abiadura-kaxaren funtzioak:

- Abiadurak akoplatzea eta enbragetik jasotzen duen parea hurrengo transmisio-organori transmititzea (multzo erreduktore edo transmisio-zubiari).
- Behar den momentuan, atzeko martxa sartzea.
- Ibilgailua itopuntuan geldirik egonda, motorra piztuta edukitzea, semaforoetan, geldiuneetan, etab.

Momentu eragilearen biderkatzaile bat edo erreduktore bat da abiadura-kaxa, motorraren potentzia hobetzeko eta ahal den gehiena aprobetxatzeko. Abiadura motzetan, aldaketak abiadura-kaxatik irtetzen den bira-kopurua txikiagotzen du, eta parea biderkatzen proportzio berean (3.2. irudia); abiadura luzeetan, kontrakoa egiten du, parea txikiagotu eta irteerako bira-kopurua handitu.

Abiadura motza $R_i = 40/20 = 2:1$



↑ 3.2. irudia. Minutuko biren eta parearen aldaketa abiadura motzean.

Eskuzko abiadura-kaxak

Abiadura-kaxaren rpm-ak jaistean, transmititutako pare handitzen da:

$$Cm_1 \cdot N_1 = Cm_2 \cdot N_2$$

$$60 \text{ Nm} \cdot 1.000 \text{ rpm} = 120 \text{ Nm} \cdot 500 \text{ rpm}$$

Cm_1 = momentu eragilea

N_1 = motorraren rpm-ak

Cm_2 = abiadura-kaxaren irteerako pare

N_2 = abiadura-kaxako irteerako rpm-ak

ibiltzeko, ibilgailuak abiadura-kaxarik izango ez balu, eta bira-kopuruak motorretik gurpiletara zuzenean transmitituko balira, ($N_1=N_2$), momentu eragileak (Cm_1) gurpilen pare erresistentzia gainditu beharko luke (Cm_2). Beraz, $Cm_1 > Cm_2$.

Kasu hipotetiko horretan, motorrak oso indartsua izan beharko luke edozein zerbitzu-egoeratan, igoeratan, abiatzean, etab. Baina hori ez da gertatzen barne-errekuntzako motorretan. Diesel motor baten parearen eta potentziaren kurbak aztertuturik (3.4 irudia), egiaztatzen dugu pare gorena 195 Nm dela 2.200 rpm-an eta potentzia gorena 55 kW (75 HP) 4000 rpm-an.

Motorraren bira-kopurua txikia denean, momentu eragilea oso txikia da (Cm_1) eta ez da nahikoa ibilgailua mugitzeko; beraz, beharrezkoa da azeleratzea eta bira-kopurua igotzea, pare eta potentzia handiagoak lortu arte. Abiadura-kaxak motorraren bira-kopurua egokitzen du, ibilgailuaren abiadura egokia izan dadin.

2. Transmisio-erlazioak edo abiadura-kaxaren abiadurak

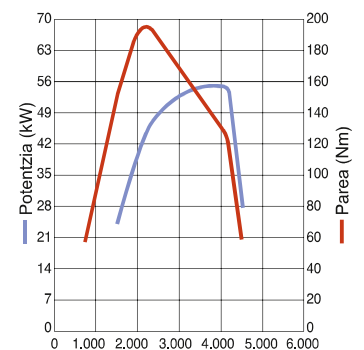
Eskuzko abiadura-kaxaren abiadurak gurpil horzdun bikoteekin lortzen dira, bikoteak engranatuak daude. 3.5. irudian sei abiadurak osatzen dituzten gurpil bikoteak ikusten dira, bost hertz helikoidalak dituztenak eta bat hertz zuzena duena.



↑ 3.5. irudia. Volkswagen Golf II-ren abiadura-kaxako gurpil horzdunak.



↑ 3.3. irudia. Abiaduraren selekzio-palanka.



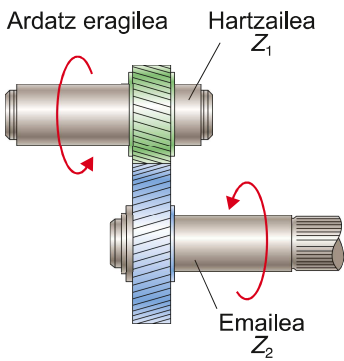
↑ 3.4. irudia. VW 1.4 TDI motorraren parearen eta potentziaren kurbak.

Gehiago jakiteko

Gurpil horzduna

Gurpil horzdunaren hertz-kopurua Z letrarekin adierazten da.

Adibidez, Z = 21.



↑ 3.6. irudia. Gurpil emalea eta hartzailea.

Gurpil horzdun engranatuak dituzten ardatzen transmisio-erlazioa (R_t) gurpil gidariaren (**emalearen**) eta gurpil gidatuaren (**hartzailearen**) horten araberakoa da. Horrela:

$$R_t = \frac{\text{Hartzailearen gurpilaren hortz kopurua } (Z_2)}{\text{Emalearen gurpilaren hortz kopurua } (Z_1)}$$

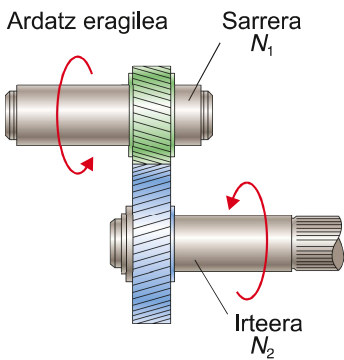
Adibidez:

$$Z_1 = 15 \text{ hortz}$$

$$Z_2 = 51 \text{ hortz}$$

$$R_t = \frac{Z_2 \text{ emalea}}{Z_1 \text{ hartzailea}} = \frac{51}{15} = 3,4/1$$

Engranaje-treanean, transmisio-erlazioa kalkula daiteke ardatz bakoitzean irteeraren eta sarreraren bira-kopurua jakinda, transmisio-erlazioa izango da sarrerako bira-kopuruaren (abiadura-kaxan) eta irteerako bira-kopuruaren (ardatzean) arteko zatidura.



↑ 3.7. irudia. Sarreraren eta irteeraren bira-kopurua ardatz-bikote batean.

$$R_t = \frac{N_1 \text{ sarrerako ardatzaren rpm-ak}}{N_2 \text{ irteerako ardatzaren rpm-ak}}$$

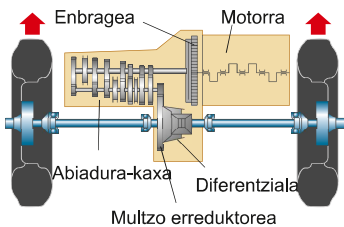
Adibidez:

$$N_1 = 2.500 \text{ rpm}$$

$$N_2 = 735 \text{ rpm}$$

$$R_t = \frac{N_1 \text{ sarrerako ardatzaren rpm-ak}}{N_2 \text{ irteerako ardatzaren rpm-ak}} = \frac{2.500}{735} = 3,4/1$$

Abiadura-kaxaren abiadura bakoitzak transmisio-erlazio bat du. Abiadura bakoitzaren transmisio-erlazioa parte hartzen duten gurpil horzdunen eta gurpil horzdun bakoitzaren hortz-kopuruaren araberakoa da (3.1. taula).



↑ 3.8. irudia. Aurreko transmisioan parte hartzen duten multzo mekanikoak.

	SEAT LEÓN MODELOA		
	1.4 i 16v	1.8 i 20 VT4	1.9 TDI
Martxa	75 CV (55 kW)	180 CV (132 kW)	150 CV (110 kW)
1.a	3,44/1	3,41/1	3,76/1
2.a	1,94/1	2,10/1	2,08/1
3.a	1,28/1	1,48/1	1,32/1
4.a	0,96/1	1,15/1	0,977/1
5.a	0,80/1	1,16/1	0,975/1
6.a		0,96/1	0,81/1
Atzeko martxa	3,16/1	4,10/1	4,63/1

↑ 3.1. Taula. Transmisio-erlazioen azterketa konparatiboa, hiru modelo berdinen abiadura-kaxetan, multzo-erreduktorearen R_t -a gabe.

Prestazio altuko motozikletetan oso altua da motorraren biraketa-erregimena; sarrerako abiadura-kaxaren minutuko bira-kopurua txikiagotzeko, fabrikatzaileek aurreko-murrizketa erabili egiten dute bi gurpil horzdunetan (3.2. irudia). Ikus dezagun Kawasaki baten adibidea.

KAWASAKI NINJA	
Martxa	115 CV (84 kW)
1.a	2,8/1
2.a	2/1
3.a	1,59/1
4.a	1,33/1
5.a	1,15/1
6.a	1,03/1

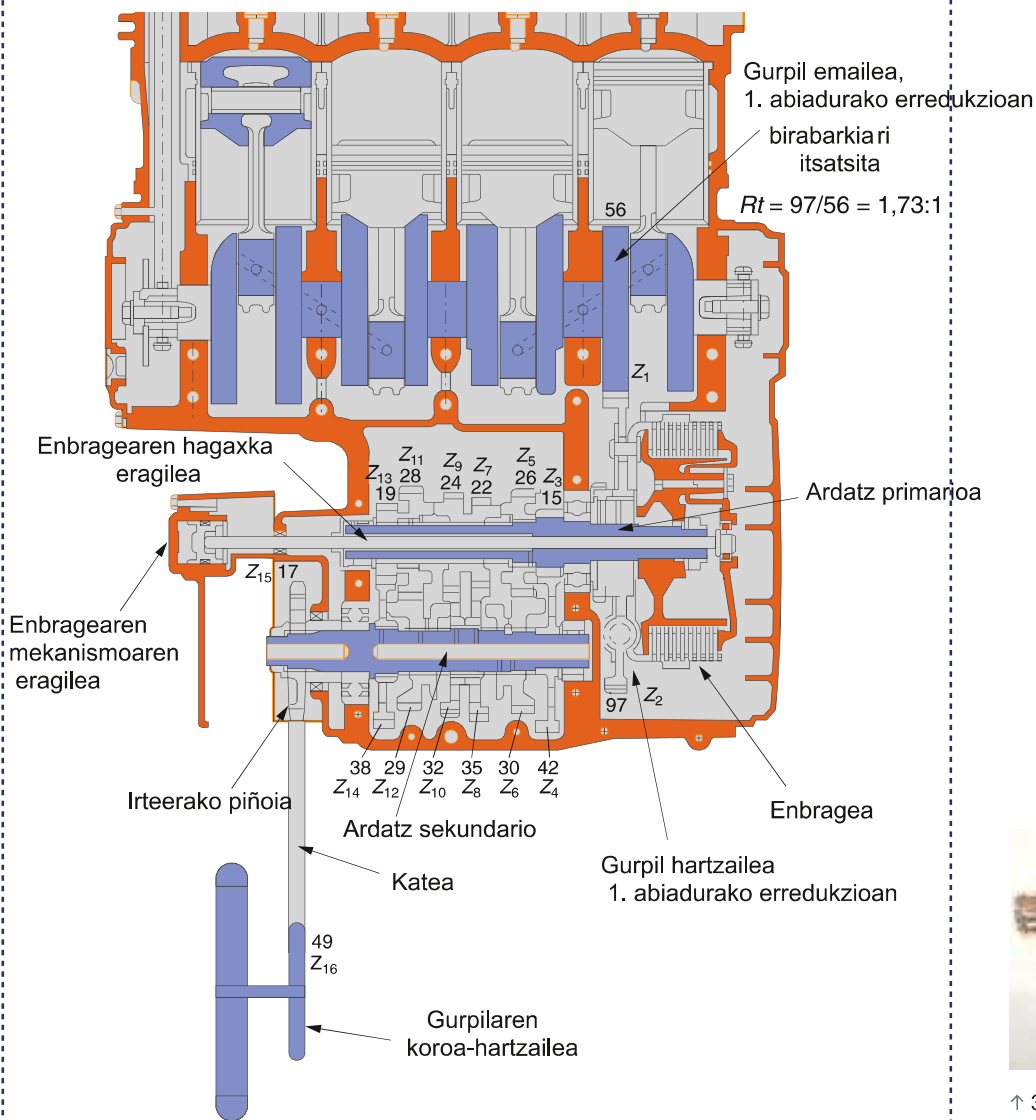
↑ 3.2. irudia. Kawasaki Ninja abiadura-kaxaren transmisio-erlazioak.

Gehiago jakiteko

Transmisio-erlazioa

Diferentziala duten auto eta ibilgailuetan, abiadura-kaxaren transmisio-erlazioak ez ditu kontuan izaten multzo konikoaren murrizketak.

Motozikletetan, abiadura-kaxaren transmisio-erlazioari gehitu behar zaio eraso-piñoiaren eta gurpil-koroaren arteko desbiderkatzea.



↑ 3.9. irudia. Kawasaki Ninja 115 CV (84 kW) baten transmisioaren kate zinetikoa.



↑ 3.10. irudia. Kawasaki baten hortz zuzeneko piñoiak eta abiaduraren selekzio-mekanismoa.

ADIBIDEA

115 CV Kawasaki Ninjaren (3.9. irudia) abiadura-kaxaren transmisio-erlazioak ezagututa eta jakinda irteerako abiadura-kaxak 17 hertz dituela eta gurpilaren koroak 49 hertz, kalkula ezazu:

1. Lehenengo murrizketaren transmisio-erlazioa (motorra-enbragea).
2. Lehenengo abiaduraren transmisio-erlazioa, eta adierazi gurpil horzdunen hertz-kopurua.
3. Irteerako piñoiaren eta koroa hartzailearen transmisio-erlazioa.
4. Transmisio-erlazio totala motorretik gurpiletaraino, lehenengo abiaduran.

Ebazpena:

- Birabarkiak enbrageari egindako transmisioa, bi gurpil horzdun dituenak, kendu egiten da. Birabarkiareneko gurpilak 56 hertz ditu eta enbragearenak 97. Transmisio-erlazioa hau da:

$$Rt_{m-e} = \frac{Z_2 \text{ hartzailea}}{Z_1 \text{ emaila}} = \frac{97}{56} = 1,73/1$$

- Lehenengo abiaduran, ardatz primarioan transmititzen duen piñoiak 15 hertz ditu (Z_3), eta sekundarioan, 42 hertz (Z_4); horrela:

$$Rt_{v1} = \frac{Z_4 \text{ hartzailea}}{Z_3 \text{ emaila}} = \frac{42}{15} = 2,80/1$$

- Transmisio-erlazioa abiadura-kaxaren irteerako piñoiaren Z_{16} eta koroan Z_{15} izango da:

$$Rt_{m-c} = \frac{Z_{16} \text{ hartzailea}}{Z_{15} \text{ emaila}} = \frac{49}{17} = 2,88/1$$

- Transmisio-erlazio totala motorretik gurpiletara doazen murrizketa guztiak biderkatuz lortzen da:

$$Rt_t = Rt_{m-e} \cdot Rt_{v1} \cdot Rt_{m-c}$$

$$Rt_t = 1,73 \cdot 2,80 \cdot 2,88 = 13,97/1$$

Motozikleta honetan, transmisio-erlazioa hiru urratsetan pasatzen da motorretik gurpiletara, 13,97/1 murrizketarekin. Horrela, motorraren bira-kopurua 13,97 aldiz murrizten da, eta momentu eragilea proportzio berean handitzen.

JARDUERAK

1. Adieraz itzazu Seat Leon autoaren abiadura-kaxako motorraren bira-kopurua biderkatzen eta murrizten dituen transmisio-erlazioak (3.1 taula).
2. Kawasakiren aurreko adibidean, bila itzazu 2., 3., 4., 5. eta 6. abiaduren piñoi-bikoteak eta kalkula ezazu abiadura bakoitzeko transmisio-erlazio totala.
3. Grand Prix-eko motozikleta batean, uste duzu transmisio-erlazio totala berdina izango dela Jerezeko zirkuituan edo Jaramako zirkuituan? Arrazoitu erantzuna.

2.1. Abiaduren grafikoa

Abiadura-kaxen abiaduren diseinua aztertzeko, grafikoak egiten dira abiadurak kontuan hartuz; ardatz horizontalean markatzen da abiadura km/h-tan, eta motorraren minutuko birak ardatz bertikalean, baita parearen minutuko birak eta potentzia gorena ere.

Grafikoa egiten da fabrikatzaileak emandako datuekin eta 1.000 rpm-ko erregimenean, bosgarren abiaduran eta gurpil hauekin: 195/65 VR 15; fabrikatzaileak esaten digu ibilgailua 32,3 km/h-ko abiaduran mugitzen dela (3.12. irudiko 1 puntua).

Abiadura, km/h-tan 5. abiaduran eta 3.300 rpm pare gorena izanik

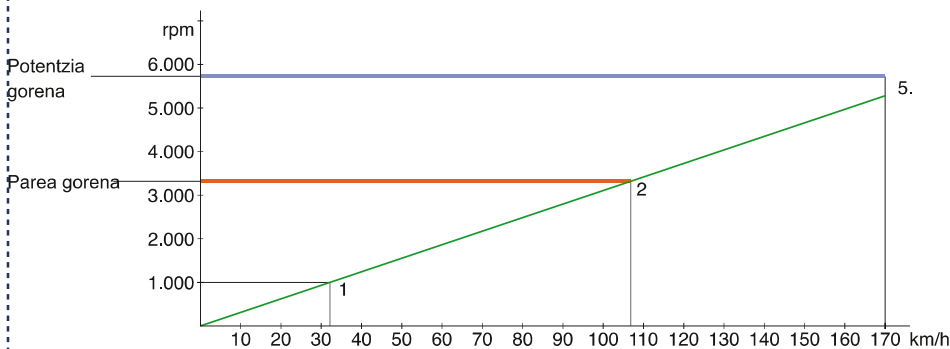
1.000 rpm → 32,3 km/h

3.300 rpm → X (km/h)

$$X \text{ (km/h)} = \frac{3.300 \text{ rpm} \cdot 32,3 \text{ km/h}}{1.000 \text{ rpm}} = 106,59 \text{ km/h}$$

3.12. irudiko 2. puntua.

1 eta 2 puntuak lotuz, 5. abiadura adierazten duen lerro zuzena lortzen da.



↑ 3.12. irudia. 5. abiaduraren grafikoa.

Abiaduraren beste lau lerroak adierazteko, beharrezkoa da abiadura bakoitzaren transmisio-erlazioak kontuan izatea. 5. abiaduraren transmisio-erlazioarekin hasten gara (0,80:1). Motorra 1000 rpm-ko abiaduran biratzen denean, abiadura-kaxatik 1250 rpm ateratzen dira. Kalkulua horrela egiten da:

$$R_t = \frac{N_1}{N_5}; N_5 = \frac{N_1}{R_t} = \frac{1.000}{0,80} = 1.250 \text{ rpm}$$

R_t = 5.aren transmisio-erlazioa (0,81:1)

N_1 = Motorraren rpm-ko abiadura

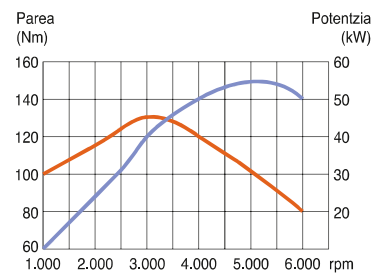
N_5 = Abiadura-kaxaren irteerako rpm-ko abiadura

Ezagutzen dugu abiadura-kaxaren irteerako rpm-ak 5. abiaduran, multzo erreduktoreak duen desmultiplikazioa kontuan hartu gabe, (adibide hauetan, behintzat, ez dira kontuan hartu). Beste abiaduren grafikoak kalkulatu dira metodo berari jarraituz, eta 5.aren erreferentzia hartuz (1.250 rpm-an 32,3 km/h lortzen da).

SEAT LEÓN

1.4 i 16V

Martxa	75 CV (55 kW)
1.	3,44/1
2.	1,94/1
3.	1,28/1
4.	0,96/1
5.	0,80/1



↑ 3.11. irudia. Seat Leon autoaren transmisio-erlazioak, Seat Leon 1.4 16 v 75 cv autoaren pare- eta potentzia-kurbak.

Hasierako kasu praktikoa

307 Peugeot-ak, 1.4 i motorra (TU3JP) eta 195/65 R15 gurpila dituenak, 1.000 rpm-an 5. martxan, 33,7 km/h-ko abiadura hartzen du; 5. martxaren transmisio-erlazioa Seat Leon 32,3 km/h baino pixka bat luzeagoa da.



Laugarren abiadura

$$N_{4^a} = \frac{N_1}{R_t} = \frac{1.000}{0,96} = 1.041 \text{ rpm}$$

$R_t = 4$.aren transmisio-erlazioa (0,96:1)

$N_1 =$ Motorraren rpm-ko abiadura

$N_4 =$ Abiadura-kaxaren irteerako rpm-ko abiadura

Hirukoerregela sinplea erabiliz, 1000 rpm-an, 1.250 rpm dira abiadura-kaxaren irteeran, 32,3 km/h lortze dira. 4.aren 1.041 rpm-an X (km/h) lortzen dira; ekuazioa ebatziz, emaitza 26,9 km/h da.

$$X \text{ (km/h)} = \frac{1.041 \text{ rpm} \cdot 32,3 \text{ km/h}}{1.250 \text{ rpm}} = 26,9 \text{ km/h}$$

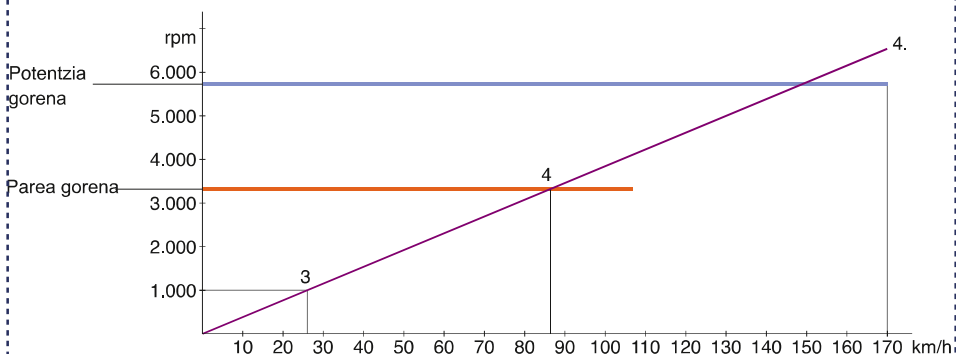
3.300 rpm-ko pare gorenak 88,7 km/h lortzen du (3.13. irudiko 4 puntua).

1.000 rpm \rightarrow 26,9 km/h

3.300 rpm \rightarrow X (km/h)

$$X \text{ (km/h)} = \frac{3.300 \text{ rpm} \cdot 26,9 \text{ km/h}}{1.000 \text{ rpm}} = 88,7 \text{ km/h}$$

3 eta 4 puntuak lotuz, 4. abiadura adierazten duen lerro zuzena lortzen da.



↑ 3.13. irudia. 4. abiaduraren grafikoa.

Hirugarren abiadura

$$N_{3^a} = \frac{N_1}{R_t} = \frac{1.000}{1,28} = 781 \text{ rpm}$$

$R_t = 3$.aren transmisio-erlazioa (1,28:1)

$N_1 =$ Motorraren rpm-ko abiadura

$N_3 =$ Abiadura-kaxaren irteerako rpm-ko abiadura 3.ean

1.250 rpm \rightarrow 32,3 km/h

781 rpm \rightarrow X (km/h)

Motorraren 1.000 rpm-an 20,18 km/h lortzen da (3.14.irudiko 5.puntua).

$$X \text{ (km/h)} = \frac{781 \text{ rpm} \cdot 32,3 \text{ km/h}}{1.250 \text{ rpm}} = 20,18 \text{ km/h}$$

Eskuzko abiadura-kaxak

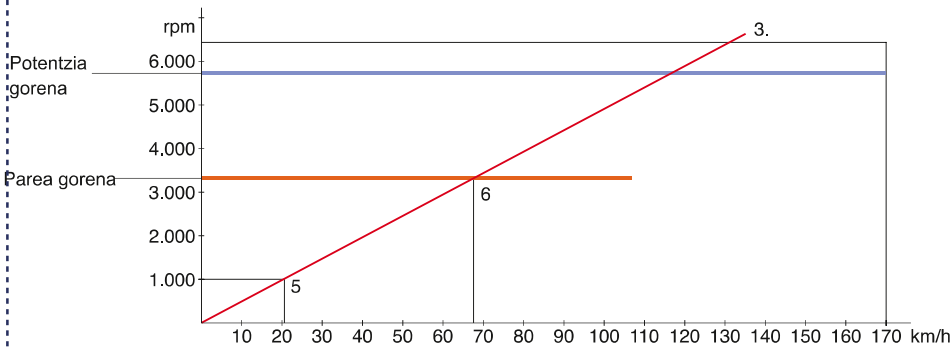
Eta pare gorena, 66,95 km/h lortzen da (3.14.irudiko 6.puntua).

1.000 rpm → 20,18 km/h

3.300 rpm → X (km/h)

$$X \text{ (km/h)} = \frac{3.300 \text{ rpm} \cdot 20,18 \text{ km/h}}{1.000 \text{ rpm}} = 66,59 \text{ km/h}$$

5. eta 6. puntuak lotuz, 3. abiadura adierazten duen lerro zuzena lortzen da.



↑ 3.14. irudia. 3. abiaduraren grafikoa.

Bigarren abiadura

$$N_{2^a} = \frac{N_1}{R_t} = \frac{1.000}{1,94} = 515 \text{ rpm}$$

R_t = 2. transmisio-erlazioa (1,94:1)

N_1 = Motorraren rpm-ko abiadura

N_2 = Abiadura-kaxaren irteerako rpm-ko abiadura 2.ean

1.250 rpm → 32,3 km/h

515 rpm → X (km/h)

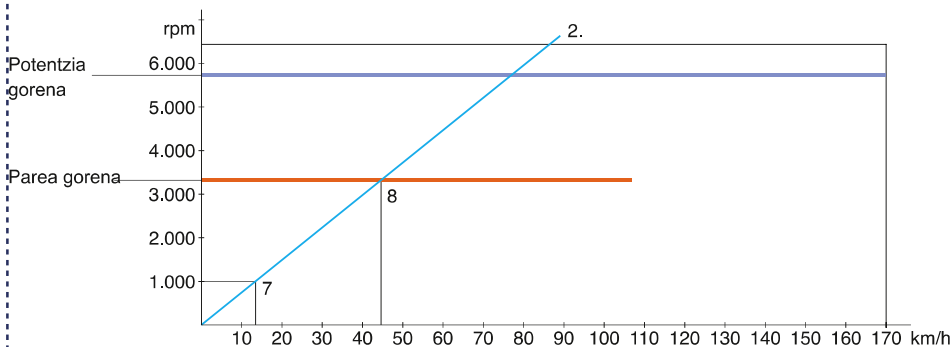
Motorraren 1.000 rpm eta 515 rpm-aren artekoa abiadura-kaxaren irteeran 13,3 km/h lortzen da (3.15. irudiko 7. puntua).

$$X \text{ (km/h)} = \frac{515 \text{ rpm} \cdot 32,3 \text{ km/h}}{1.250 \text{ rpm}} = 13,30 \text{ km/h}$$

3.300 rpm pare goreneko abiadura 2.ean (3.15. irudiko 8.puntua).

$$X \text{ (km/h)} = \frac{3.300 \text{ rpm} \cdot 13,30 \text{ km/h}}{1.000 \text{ rpm}} = 43,89 \text{ km/h}$$

7.eta 8. puntuak lotuz, 2. abiaduraren lerro zuzena lortzen da (3.15. irudia).



↑ 3.15. irudia. 2. abiaduraren grafikoa.

Lehenengo abiadura

$$N_{1^a} = \frac{N_1}{R_t} = \frac{1.000}{3,44} = 290,7 \text{ rpm}$$

$R_t = 1$. transmisio-erlazioa (3,44:1)

N_1 = Motorraren rpm-ko abiadura

N_{1^a} = Abiadura-kaxaren irteerako rpm-ko abiadura 1.ean

1.250 rpm → 32,3 km/h

290,7 rpm → X (km/h)

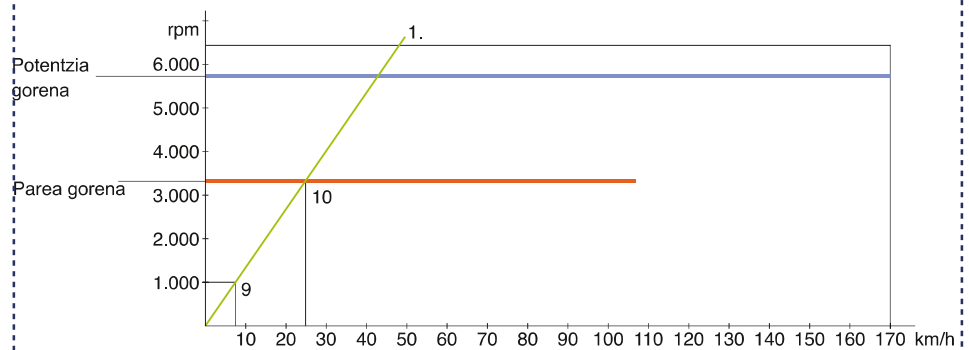
Motorraren 1.000 rpm-an eta 290,7 abiadura-kaxaren irteeran 7,5 km/h lortzen da (3.16. irudiko 10. puntua).

$$X \text{ (km/h)} = \frac{290,7 \text{ rpm} \cdot 32,3 \text{ km/h}}{1.250 \text{ rpm}} = 7,5 \text{ km/h}$$

3.300 rpm pare gorenean, abiadura 1.an (3.16. irudiko. puntua).

$$X \text{ (km/h)} = \frac{3.300 \text{ rpm} \cdot 7,5 \text{ km/h}}{1.000 \text{ rpm}} = 24,75 \text{ km/h}$$

9. eta 10. puntuak lotuz, 1.abiaduraren zuzeneko lerroa lortzen da (3.16. irudia).



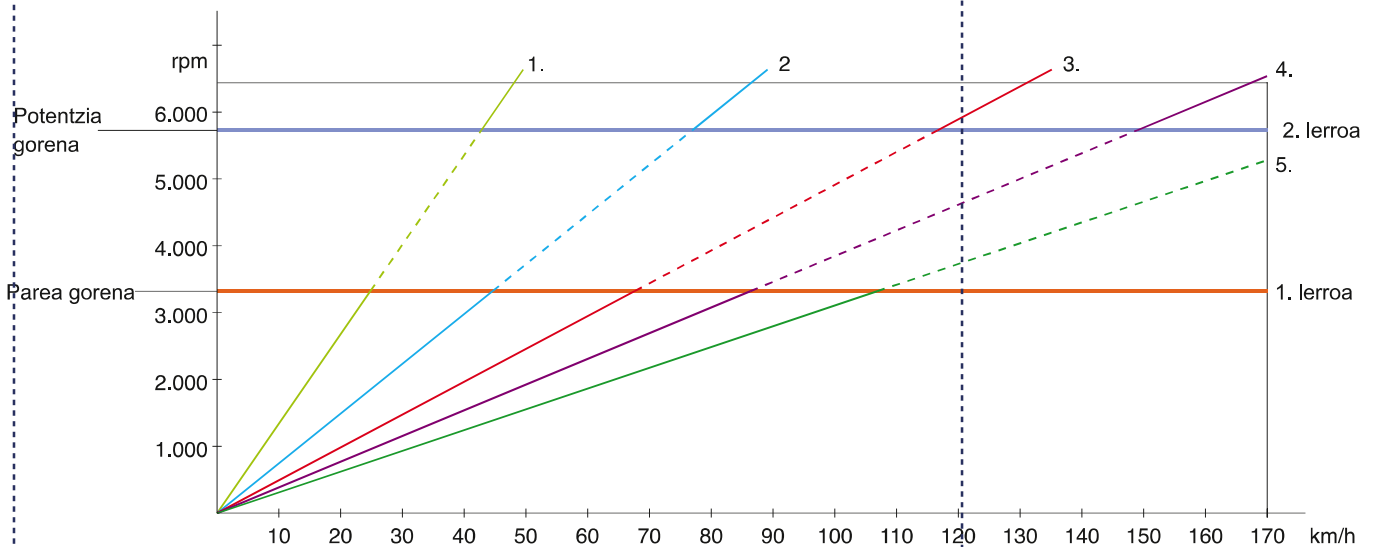
↑ 3.16. irudia. 1. abiaduraren grafikoa.

Abiadura-kaxaren datu erreal guztiak jakinda, datu-taula hau egiten da:

Abiadura	Erreferentzia-erregimena	R_t	Abiadura-kaxaren irteerako rpm-ak	Abiadura km/h	Pare gorenen abiadura km/h
1.a	1.000	3,44:1	290	7,5	24,75
2.a	1.000	1,94:1	515	13,3	43,89
3.a	1.000	1,28:1	781	20,18	66,59
4.a	1.000	0,96:1	1.041	26,9	88,7
5.a	1.000	0,80:1	1.250	32,3	106,59
AM	1.000	3,16:1	316	8,16	

↑ 3.3. taula. Seat León 1.4 i 16V 75 CV autoaren abiadura-kaxaren abiadura-taula

Grafikoak adierazten du ibilgailuak martxa bakoitzean lor dezakeen abiadura kilometro orduko (km/h), motorraren bira-kopuru jakinetan. Ibilgailuaren abiadura-kaxaren azken grafikoa 3.17. irudian azaltzen da.



↑ 3.17. irudia. Seat León 1.4 i 16v 75 CV-ko bost abiaduraren grafikoa .

3.17. irudia agertzen den grafikoan, 1 lerroak adierazten du motorraren erregimena pare gorenean (126 Nm) eta 2 lerroak motorraren erregimena potentzia gorenean. Errendimendu gorena adierazten da lerro etenekin eta, adibidez, honetan, 3.300 rpm 5.700 rpm-aren bitartekoa da.

2.2. Abiadura-kaxaren mailaketa

Abiadura aldatu behar den momentua gidariak aukeratzen du, parametro hauek kontuan izanda: autoaren abiadura, motorraren bira-kopurua, ibilgailuaren karga, malda gaintzea, etab. Eskuzko abiadura-kaxaren grafikoa azterturik, aldaketaren momentu egokia jakin dezakegu, errendimendu gorena lortzeko edo erregaiaren kontsumo ezin hobea edukitzeko.

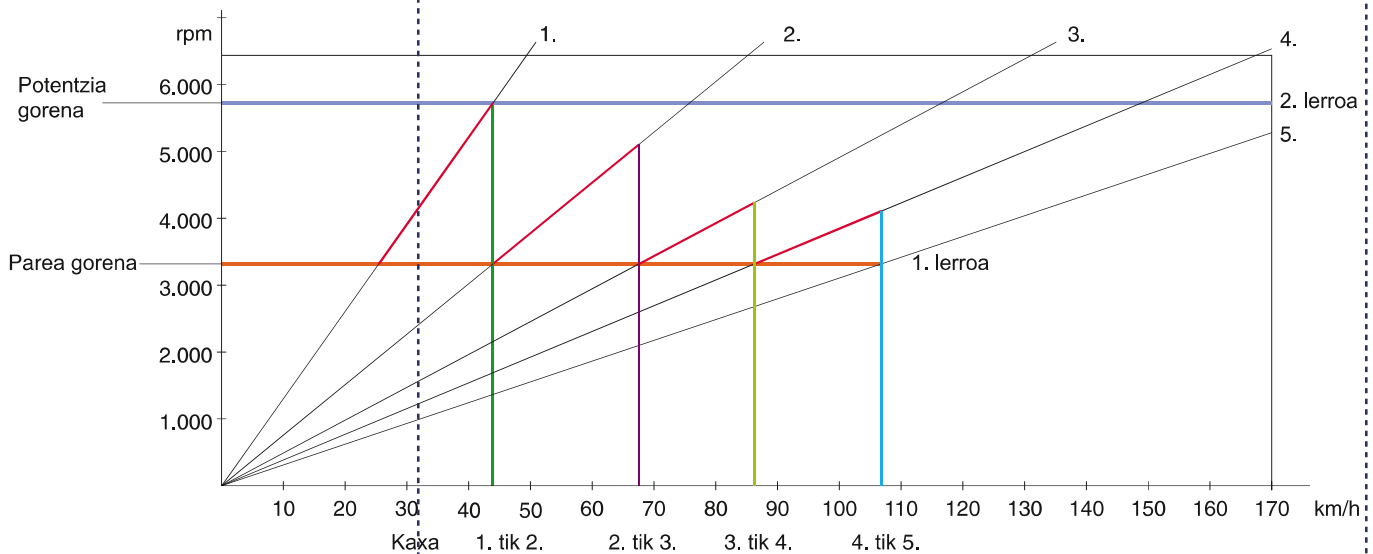
- Laguntza onenak (potentziarik handiena) aldaketak bira-kopuru altuetan eginez lortzen dira (2 lerroa).
- Momentu egokia, erregai-kontsumo txikia edukitzeko, martxa-aldaketa pare gorenean gunean aurkitzen da (1 lerroa, 3.18 irudia).
- Potentzia eta kontsumo ezin hobea lortzeko, abiadura-aldaketa egin behar da pare gorena lortzen deneko rpm-tan edo abiaduran km/h-tan.

Seat Leon-eko abiadura-kaxan, 1. martxatik 2. martxara aldaketa egiteko punturik aproposena da, hurrengo abiadurak pare gorena lortzen deneko unea izaten da. 1. eta 2. abiaduren transmisio-erlazioarekin Seat Leon-eko aldaketa-puntua potentzia goreneko bira-kopurua, 5.700 rpm eta 42 km/h-ko abiaduran dago, 3.18. irudiko lerro berdea.

Hasierako kasu praktikoa

Xabierrek frogatu duen autoa Peugeot 307 1.4 i erlazio transmisio hauek ditu:

- 1. martxan, 3.41:1
- 2.ean, 1.8:1
- 3.ean, 1.28:1
- 4.ean, 0.97:1
- 5.ean, 0.76:1



↑ 3.18. irudia. Abiadura-kaxako mailaketa.

Hasierako kasu praktikoa

Peugeot 307 1.4 i eta Seat Leon 1.4 i autoek motorraren potentzia eta abiadura-kaxako Rt -ak berdintsuak dituzte, hirugarren Rt -a berdina da, 1.28:1 eta abiadura-kaxaren mailaketak oso antzekoak dira.

2. martxatik 3. martxarako aldaketa-punturik aproposena, 3. abiadurak pare maximoa lortzen dueneko da, 4.900 rpm eta 68 km/h-ko abiaduran gutxi gorabehera, lerro morea.

3. martxatik 4. martxarako aldaketa-unea 4. abiadurak pare maximoa lortzen dueneko puntuan dago, 4.100 rpm eta 88 km/h-ko abiaduran gutxi gorabehera, lerro marroia.

4.etik eta 5.erako unea 5. abiadurak pare gorena lortzen dueneko da, 3.900 rpm eta 116 km/h-an gutxi gorabehera.

Grafikoari eta abiadura-mailaketari erreparatuz, abiadura-kaxaren mailaketa, abiadura altuetan (3., 4. eta 5-ean), jaisten dela ikusten da, eta zenbat eta abiadura handiagoa izan abiadura-kaxak, orduan eta hobeto aprobetxatuko da motorraren potentzia eta abiaduren arteko mailaketa txikiagoa izango da.

Lehiaketetako ibilgailuek, horzduak ordezkatzuz abiadura-kaxaren transmisio-erlazioak aldatzeko aukera izaten dute. Horrela, abiadura luzeagoak eta motzagoak lor daitezke. Gidariak eta teknikariak, programa informatikoen bidez eta zirkuituan probak eginez, lasterketa edo zirkuitu bakoitzarentzako transmisio-erlazio egokienak lortzen dituzte.

Seat 1.4i 16V-ren abiadura-kaxaren adibidean, bigarren abiaduran lortzen den transmisio-erlazioa 1,94:1 da. Primarioaren piñoiak 18 hertz ditu, eta sekundarioarenak 35.

$$Rt_{2a} = \frac{35 \text{ hertz}}{18 \text{ hertz}} = 1,94/1$$

Lasterketako zirkuituak kurba asko baditu eta teknikariak bigarren abiadura motzagoa erabakitzen badute, gurpil-eko horzduen-bikotea alda daiteke, 35 hortzetakoaren ordez 36-koa ipiniz eta 18 hortzetakoaren ordez 17-ko; horrela, desmultiplikazio motzagoa lortzen dugu: 2,11:1.

$$Rt_{2a} = \frac{36 \text{ hertz}}{17 \text{ hertz}} = 2,11/1$$

Transmisio-erlazio berriarekin lortzen diren rpm-ak hauek dira:

$$Rt_{2^a} = \frac{N_1}{N_2}; N_2 = \frac{N_1}{Rt_{2^a}} = \frac{1.000}{2,11} = 473,9 \text{ rpm}$$

$Rt_2 = 2$. erlazio-transmisio berria (2,11:1)

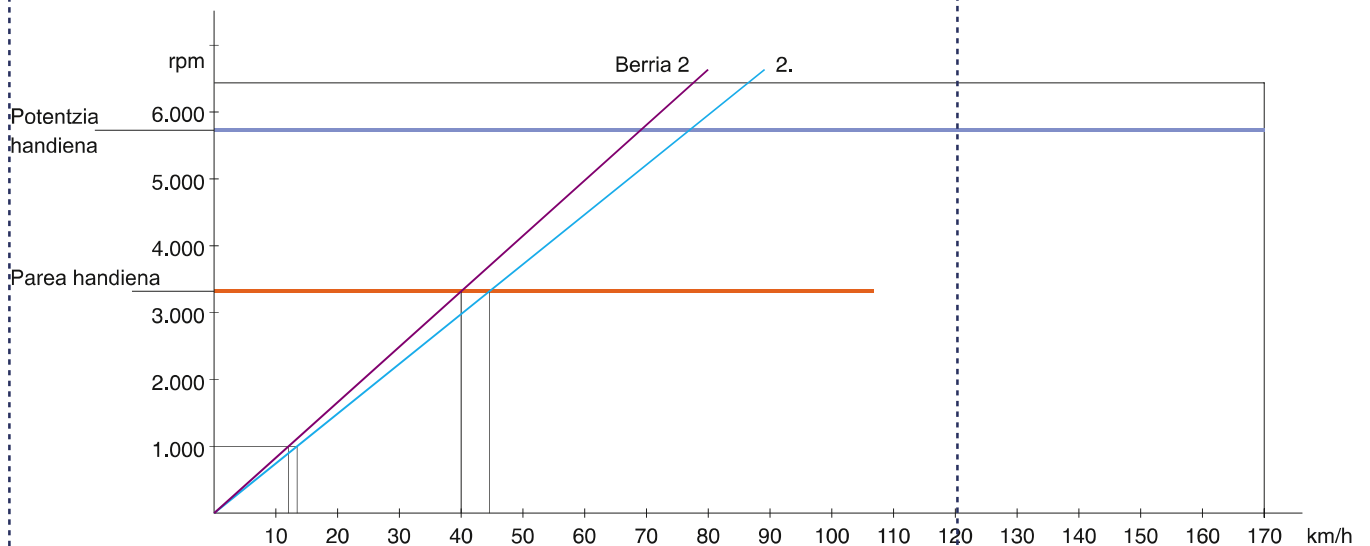
N_1 = Motorraren rpm-ko abiadura

N_2 = Abiadura-kaxaren irteerako rpm-ko abiadura 2.ean

1.250 rpm → 32,3 km/h

473,9 rpm → X (km/h)

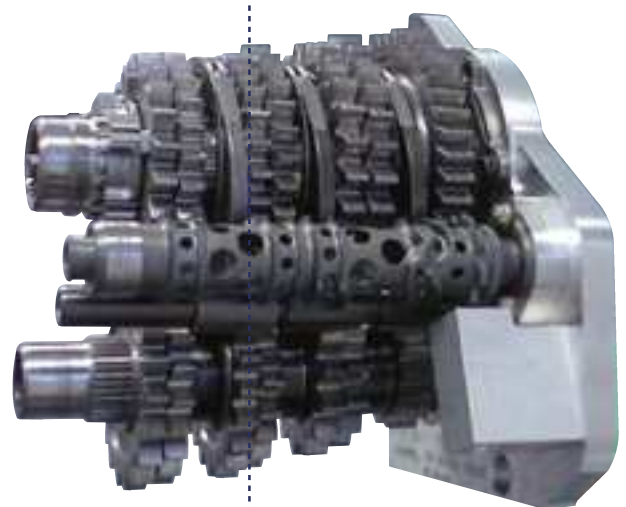
Motorraren 1.000 rpm-an, abiadura-kaxaren 1.250 rpm izanik direla, 12,2 km/h-ko abiadura lortzen da, eta 3.300 rpm pare gorena, 40,26 km/h. 1. martxatik 2. martxarako aldaketa transmisio-erlazio berriarekin azkarrago egingo da; 2. abiadura da berrian, pare gorena 40,26 km/h-an lortuko da (3.19. irudia).



↑ 3.19. irudia. 2.abiaduraren bi transmisio-erlazioen grafikoak.



↑ 3.20. irudia. Horzdun zuzeneko abiadura-kaxa.



↑ 3.21. irudia. F1 autoaren horzdun zuzeneko abiadura-kaxa.

Gehiago jakiteko

Hortz zuzeneko kaxak

Lasterketetan, ibilgailu batzuek hortz zuzeneko piñoia dun batzuek abiadura-kaxak erabiltzen dituzte, potentziaren transmisioa handitzeko eta indar axialak txikitzeko. Abiadura-kaxak horiek zaratatsuagoak dira eta aldatzeko palanka zehatzagoa behar dute.



Hasierako kasu praktikoa

Hasierako kasuko Peugeot 307 abiadura-kaxa aurreko trakzioan darama eta engranaje helikoidalak ditu eta denak, sinkronizatuak.

3. Abiadura-kaxaren konfigurazioa

Abiadura-kaxa multzo mekaniko bat da, bi edo hiru ardatzez osatua eta gurpil horzdunek engranatuak, hauek biraketa errodamenduen bitartez egiten dute; Ardatzak paraleloan muntatzen dira; ardatz batean gurpil horzdunak finko daude; eta bestean aske.

Gidariak palanka mugitzen du, eta hagaxka eta kable batzuen bidez edo pneumatikoki urkila mugitzen du, horrela, piñoia katigatzen da eta abiadura-kaxaren martxak lortuko ditugu. Katigatzeko mekanismoari **sinkronizatzaileen multzoa** izena ematen zaio.

Hasierako abiadura-kaxetan, hortzak zuzenak ziren eta piñoiak mugitzen ziren bikotekidearekin batera engranatzeko. Engranaje helikoidalak erabiltzen hasi zirenean, sistema berri bat garatu zuten erlazio aldaketa egiteko, piñoiak desplazatu gabe; abiadura-kaxen diseinuari sinkronizatutako hartze finkoa deritzo.

Elementu horiek guztiak karkasa baten barruan daude. Mekanismoak funtzionatzeko olio behar du. Karkasa hermetikoki itxita dago hainbat zirindolarekin; olio-galerak ekiditeko (3.22. irudia).



↑ 3.22. irudia. Abiadura-kaxa hortz helikoidaldua eta sinkronizatzaileduna.

Motorraren posizioa eta transmisio-sistemaren arabera, bi abiadura-kaxa mota erabiltzen dira: aurreko trakzioarako abiadura-kaxak eta atzeko trakzioarako eta trakzio totalerako abiadura-kaxak.



↑ 3.23. irudia. Aurreko trakzioarako abiadura-kaxa.



↑ 3.24. irudia. Aterko trakzioarako eta 4x4 trakzioarako abiadura-kaxa.

3.1. Aurreko trakziorako abiadura-kaxak

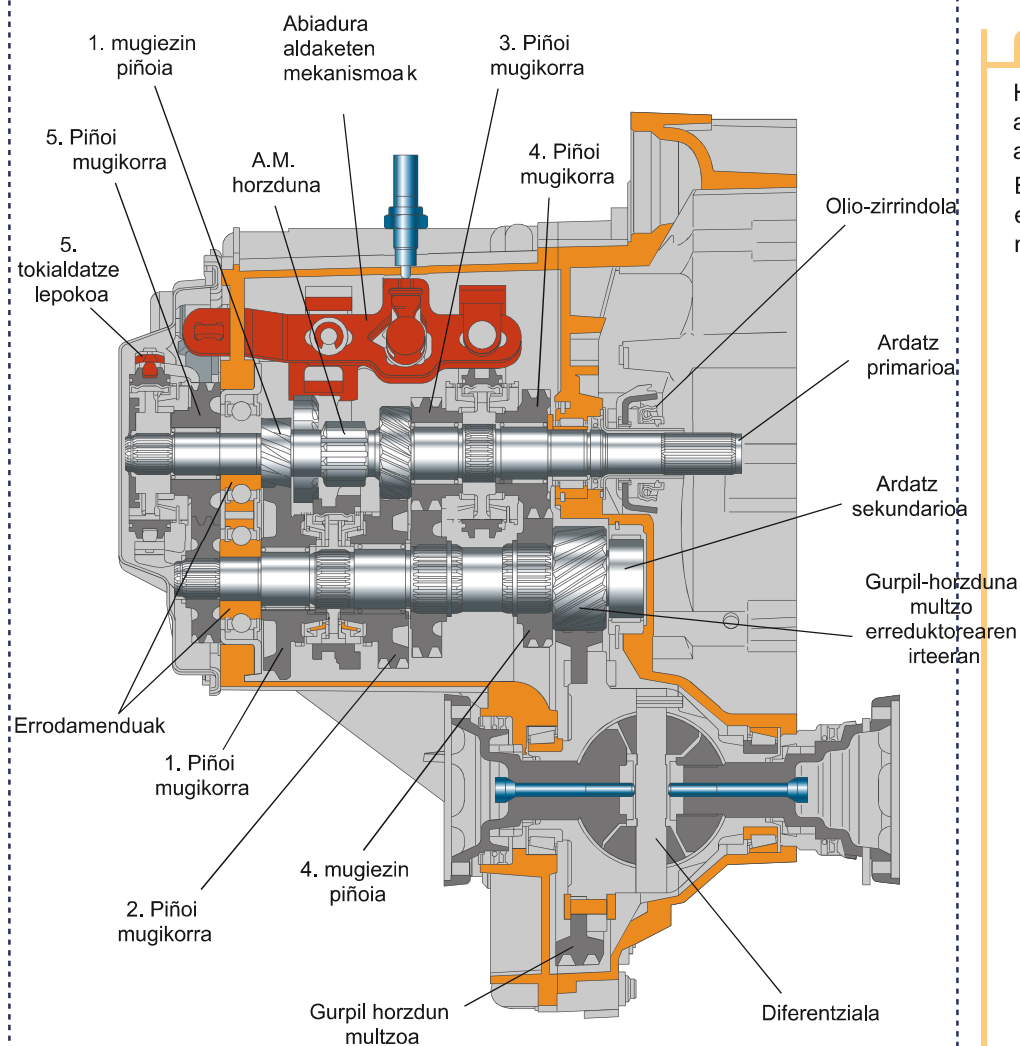
Aurreko trakzioa duten ibilgailuek motorra munta dezakete luzetarakoa edo zeharkakoa. Aurreko trakziorako abiadura-kaxetan diferentziala eta multzo erreduktorea batera muntatzen dira.

Aurreko trakzioa duten ibilgailuek bi ardatz dituzte, primarioa eta sekundarioa. Ardatz primarioa engranatzan da enbrage-diskoan eta ardatz sekundarioak transmititzen dio multzo erreduktoreari eta diferentzialari.

Bost abiadura eta atzeko martxa dituen abiadura-kaxetan, ardatzek gurpil horzdun bat dute abiadura bakoitzean, eta gurpil horzdun bikote bat osatzen dute, haien artean engranatuak (atzeko martxa izan ezik), transmisio-erlazio desberdinak lortzeko engranaje-bikoteak osatuko dituzte.

Gurpil horzdun bikote bakoitzean, gurpil bat ardatzari finko lotua egoten da, eta bestea aske biratzen da abiadura sartu arte; abiadura sartzen denean katigatu edo aske dagoen gurpila finko uzten da.

Abiadura-kaxa modernoetan piñoi mugikorak muntatzen dira, sinkronizataile eta lepokoarekin, ardatz primarioan eta sekundarioan, nahi den bezala (3.26. irudia).



↑ 3.26. irudia. Bi ardatz edo zubiko abiadura-kaxaren osagaiak.



↑ 3.25. irudia. Bi ardatz, multzo konikoa eta diferentziala dituen abiadura-kaxa.

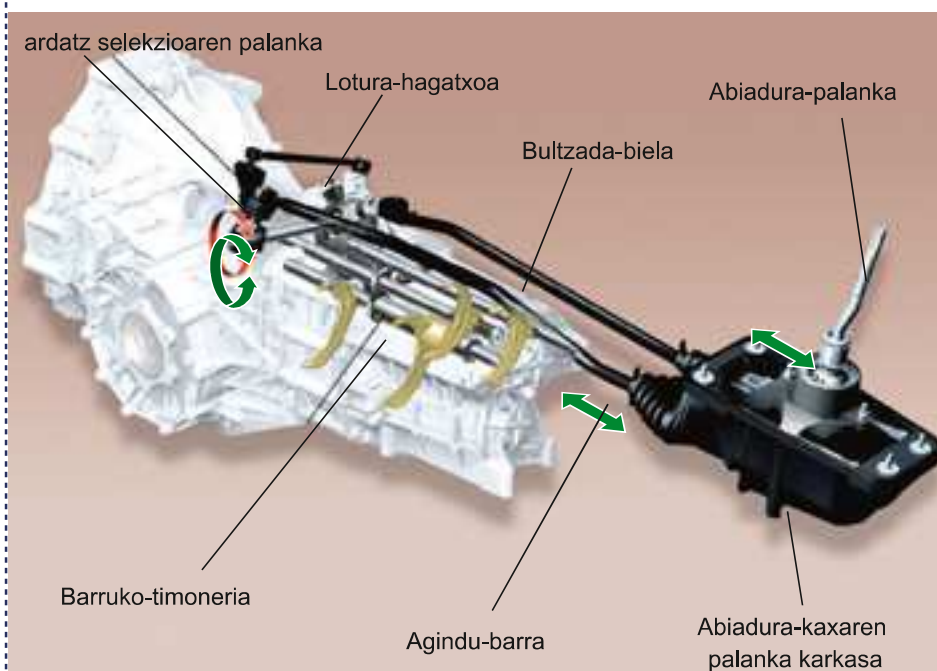
Hasierako kasu praktikoa

Hasiera kasuko Peugeotten abiadura-kaxa 3.26. irudikoaren antzekoa da.

Bi ardatzekin eta multzo erreduktorea eta diferentziala multzo berean.

Eskuzko abiadura-kaxaren funtzionamendua

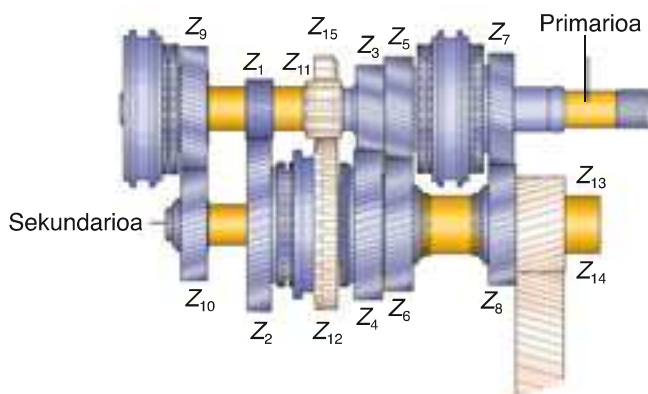
Gidariak abiadura bat aukeratzen duenean, palanka mugitzen du 1., 2., 3. eta abarren kokagunera. Palanka aukeragailu batekin elkartuta dago: kableak, bultzada-biela eta agindu-barra (3.27. irudia). Elementu horiek, sinkronizatailea mugitzen dute abiadura-kaxaren barruan. Abiadura-aldaketa bakoitzean, karrete bat mugitzen da gurpil horzduna ardatzean katigatzeko.



↑ 3.27. irudia. Seat Exeo, sei abiadurako selekzio-mekanismoa (iturria, Seat).

Bi ardatzetako gurpil horzdunak finkoak dira abiadura bakoitzean; aldatzen dugunean, ardatz batetik bestera transmititzen da biraketa, eta, horrela, transmisio-erlazio bat eratzen da. Abiadura-kaxaren transmisio-erlazioak gurpil horzdunen hortz-kopuruaren arabekoak dira. Abiadura-kaxa ito-puntuari dagoenean, gurpil horzdunak ez daude katigatuta eta piñoi guztiak loka-puntuari biratzen dira.

Abiadura-kaxaren transmisio-erlazioak honako hauek dira:



↑ 3.28. irudia. Bi ardatz eta multzo erreduktorea dituen abiadura-kaxa.

Primarioa

$$Z_1 = 11$$

$$Z_3 = 21$$

$$Z_5 = 31$$

$$Z_7 = 39$$

$$Z_9 = 48$$

$$Z_{11} = 11$$

$$Z_{13} = 17$$

Sekundarioa

$$Z_2 = 38$$

$$Z_4 = 44$$

$$Z_6 = 43$$

$$Z_8 = 40$$

$$Z_{10} = 39$$

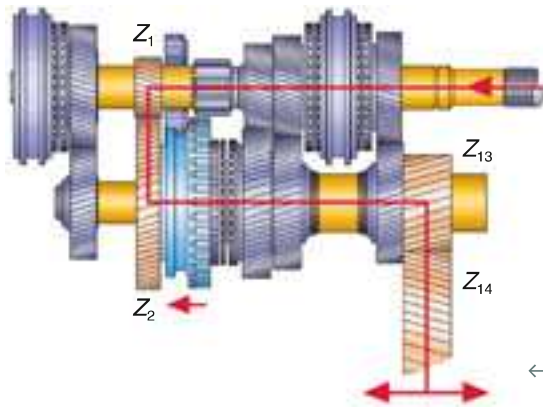
$$Z_{12} = 3$$

$$Z_{14} = 66$$

↑ 3.4. taula. Abiadura-kaxako piñoen hortz-kopurua (3.28. irudia).

Lehen abiadura

Ardatz primarioaren Z_1 piñoia (emailea) lehen abiadurako ardatzean itsatsita dago, eta pieza bat osatuzen dute, ardatz sekundarioaren piñoi (hartzailea) Z_2 aske biratzen da. Lehen abiadura aukeratzaren denean, sinkronizatzailearen lepokoia mugitu eta Z_2 piñoia ardatz sekundarioan katigatzen da.



← 3.29. irudia. Lehen abiadura.

Transmisio-erlazioaren emaitza honakoa da:

$$R_{t_1} = \frac{\text{Emailearen piñoiaren hertz-kopurua}}{\text{Hartzailearen piñoiaren hertz-kopurua}} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{38}{11} = 3,45/1$$

Transmisio-erlazio totala kalkulatzeko abiadura-kaxaren transmisio-erlazioari biderkatzen zaio multzo erreduktorearen transmisio-erlazioa.

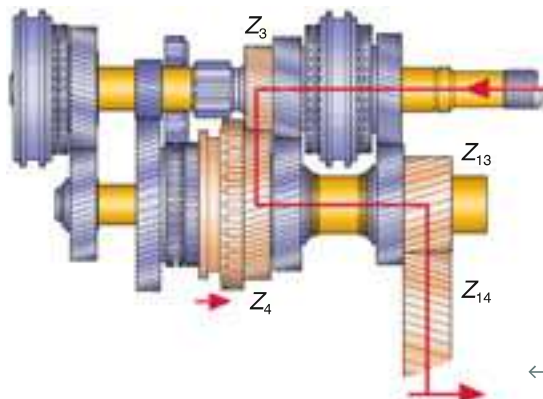
$$R_{tgr} = \frac{Z_{14}}{Z_{13}} = \frac{66}{17} = 3,88/1$$

$R_{t_{1a}} = R_{t_1} \cdot R_{tgr}$; $3,45 \cdot 3,88 = 13,38/1$. Eragiketa zuzenean egiten bada, kalkulua zehatzagoa da hirugarren hamartarra baztertzen ez delako.

$$R_{t_{1a}} = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_{14}}{Z_{13}} = \frac{38}{11} \cdot \frac{66}{17} = \frac{2.505}{187} = 13,41/1$$

Bigarren abiadura

Sinkronizatzaile bikoitzaren bidez, lehenaren Z_2 piñoia askatzen da eta katigatzen da ardatz sekundarioko Z_4 piñoia.



← 3.30. irudia. Bigarren abiadura.

Gehiago jakiteko

Abiadura-kaxaren transmisio-erlazioen kalkuluak egiteko, ez dauka garrantzirik engranaje helikoidalak edo zuzenak edukitzea, era berean kalkulatzeko baitira.

Gogoan izan

Multzo erreduktorearen transmisio-erlazioa berdina da abiadura guztietan.

$$Rt_{gr} = \frac{Z_{14}}{Z_{13}} = \frac{66}{17} = 3,88/1$$

Bigarren abiaduran transmisio-erlazioa honakoa da:

$$Rt_{2^a} = \frac{Z_4}{Z_3} = \frac{44}{21} = 2,09/1$$

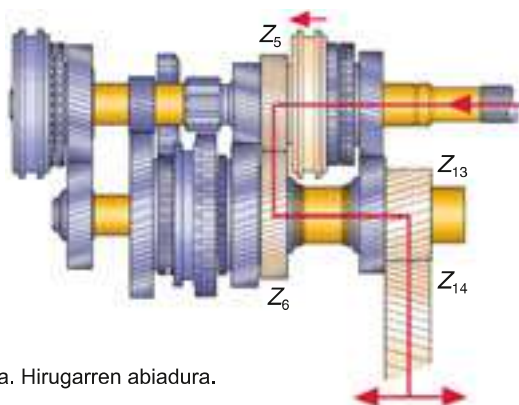
Multzo erreduktoretik pasata:

$$Rtf_{2^a} = \frac{Z_4}{Z_3} \cdot \frac{Z_{14}}{Z_{13}}$$

$$Rtf_{2^a} = \frac{Z_4}{Z_3} \cdot \frac{Z_{14}}{Z_{13}} = \frac{44}{21} \cdot \frac{66}{17} = \frac{2.904}{357} = 8,13/1$$

Hirugarren abiadura

Hirugarren, laugarren eta bosgarren abiaduratan, piñoiak loka-puntuan biratzen dira ardatz primarioan; beraz, sinkronizazio-mekanismoa ardatz honetan kokatzen da. Hirugarren abiadura lortzeko, sinkronizatzailea mugitzen da eta katigatzen da Z5 piñoi ardatz primarioan; Z6 piñoi hartzailea ardatz sekundarioan finko dago (3.31. irudia).



→ 3.31. irudia. Hirugarren abiadura.

Hirugarren transmisio-erlazioa honakoa da:

$$Rt_{3^a} = \frac{Z_6}{Z_5} = \frac{43}{31} = 1,38/1$$

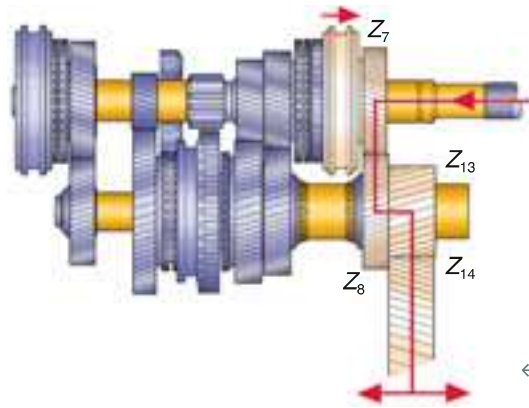
Eta multzo erreduktoretik pasata:

$$Rtf_{3^a} = \frac{Z_6}{Z_5} \cdot \frac{Z_{14}}{Z_{13}}$$

$$Rtf_{3^a} = \frac{Z_6}{Z_5} \cdot \frac{Z_{14}}{Z_{13}} = \frac{43}{31} \cdot \frac{66}{17} = \frac{2.838}{527} = 5,38/1$$

Laugarren abiadura

Hirugarren eta laugarren abiadurarekin partekatutako sinkronizatzailea mugitzen badugu, laugarrenaren Z7 piñoi katigatzen da ardatz primarioan; Z8 piñoi ardatz sekundarioari lotuta dago, eta biraketa primarioko piñoitik sekundarioa transmititzen da (3.32. irudia).



← 3.32. irudia. Laugarren abiadura.

$$Rt_{4^a} = \frac{Z_8}{Z_7} = \frac{40}{39} = 1,02/1$$

Eta multzo erreduktoretik pasata:

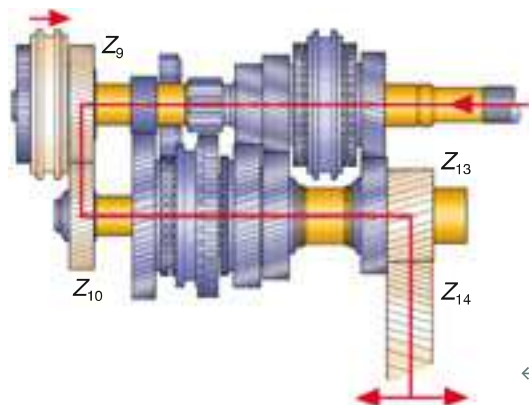
$$Rtf_{4^a} = \frac{Z_8}{Z_7} \cdot \frac{Z_{14}}{Z_{13}}$$

$$Rtf_{4^a} = \frac{Z_8}{Z_7} \cdot \frac{Z_{14}}{Z_{13}} = \frac{40}{39} \cdot \frac{66}{17} = \frac{2.640}{663} = 3,98/1$$

Laugarren abiaduran transmisio-erlazioa 1:1 izaten da abiadura-kaxa batzuetan; horrek esan nahi du desbiderkatzailek ez dagoela. Laugarren abiadurari direkta esaten zaio.

Bosgarren abiadura

Laugarren abiaduraren sinkronizatzailea kenduz gero, eta bosgarrenaren sinkronizatzaile sinplea apur bat mugituta, Z9 piñoia ardatz primarioan katigatu eta biraketa ardatz sekundarioaren Z10 piñoira pasatzen da; piñoia ardatz sekundarioari lotuta dago (3.33. irudia).



← 3.33. irudia. Bosgarren abiadura.

Transmisio-erlazioa bosgarren abiaduran honako hau da:

$$Rt_{5^a} = \frac{Z_{10}}{Z_9} = \frac{39}{48} = 0,81/1. \text{ Abiadura-kaxak sartzen diren rpm-ak 1,19 biderkatzen du.}$$

Gehiago jakiteko

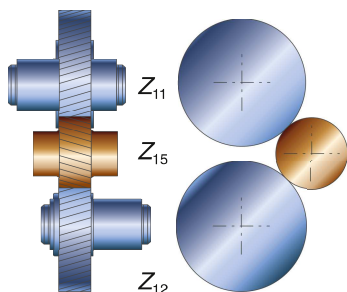
24 hortzetako piñoia

Zenbaki berdinarekin zatiki bat biderkatzen eta zatitzen bada, emaitza berdina izango da.

Piñoi inbertsorea, adibidean esan bezala, 24 hortz ditu, horrela, transmisio-erlazioa berdina izango da.

Gogoan izan

Modelo zaharretan, atzera-martxako piñoiak hortz zuzenekoak dira eta ez dute sinkronizatzailearik. Ibilgailua geldirik egon behar da atzera-martxa sartzeko. Modelo batzuetan, ordea, atzera-martxa badu sinkronizatzailea, adibidez, Mercedes A mota.



↑ 3.35. irudia. Engranaje-trena alderantzizko noranzkoan.

Gehiago jakiteko

Alderantzizko piñoiaren zeregina

Alderantzizko Z15 piñoiak ez du transmisio-erlazioa aldatzen, bakarrik alderantzizko zentzua eragiten du.

Eta multzo erreduktoretik pasata :

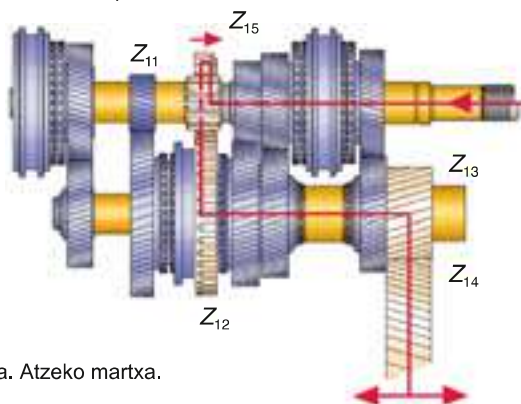
$$Rt_{5^a} = \frac{Z_{10}}{Z_9} \cdot \frac{Z_{14}}{Z_{13}}$$

$$Rt_{5^a} = \frac{Z_{10}}{Z_9} \cdot \frac{Z_{14}}{Z_{13}} = \frac{39}{48} \cdot \frac{66}{17} = \frac{2.374}{816} = 3,15/1$$

Atzerako martxa

Abiadura-kaxa loka-puntuan dagoenean, eta Z15 piñoia mugituta, ardatz primarioiko Z11 piñoia eta ardatz sekundarioiko Z12 piñoia engranatuak dira.

Alderantzizko Z15 piñoia loka-puntuan biratzen da, eta biraketa aldatu egiten da; Alderantziko zentzuan biratzen da ardatz sekundarioa, beste abiadurekin alderatuz gero (3.34. irudia).



→ 3.34. irudia. Atzeko martxa.

Transmisio-erlazioa honako hau da:

$$Rt_{ma} = \frac{Z_{15}}{Z_{11}} \cdot \frac{Z_{12}}{Z_{15}} = \frac{Z_{12}}{Z_{11}}; Z_{15} \text{ Biderkatu eta zatitzen du.}$$

Eta multzo erreduktoretik pasata:

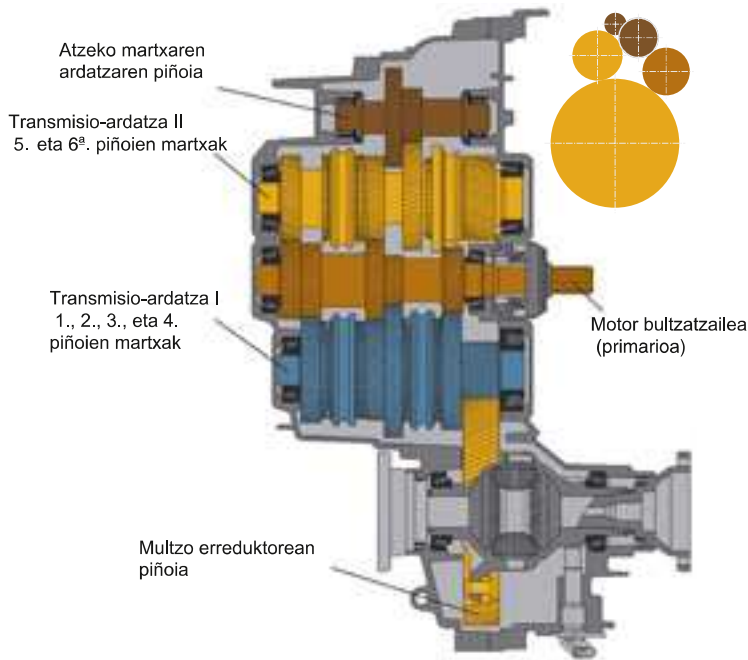
$$Rt_{ma} = \frac{Z_{12}}{Z_{11}} \cdot \frac{Z_{14}}{Z_{13}}$$

$$Rt_{ma} = \frac{Z_{12}}{Z_{11}} \cdot \frac{Z_{14}}{Z_{13}} = \frac{35}{11} \cdot \frac{66}{17} = \frac{2.310}{187} = 12,35/1$$

3.2. Bi ardatz sekundario dituen abiadura-kaxa

Abiadura-kaxa hauek ardatz primarioan dituzte piñoi solidario batzuk, bi ardatz sekundarioetan muntatzen direnak; piñoiak eta sinkronizatzaileak loka-puntuan biratzen dira (3.36. irudia). Ardatz sekundarioan dauden piñoiak engranatuak daude primarioen piñoiekin, baina ez dute pare transmititzen. Sinkronizatzaileari eragiten diogunean hasten da abiadura-aldaketa eta pare-transmisioa; prduan, piñoia katigatu eta aske biratzen da ardatz sekundarioarekin batera.

Bi ardatz sekundarioak diferentzialaren piñoi helikoidal berean engranatuak dira, abiadura bat jarrita dagoenean. Abiadura horren ardatz sekundario batek baino ez du pare transmititzen; beste ardatz sekundarioa loka-puntuan biratzen da.



Gehiago jakiteko

DSG abiadura-kaxaren jatorria

Bi ardatz sekundarioko abiadura-kaxaren diseinua Audi-VW taldeak erabili du, DSG enbrage bikoitza duen abiadura-kaxa automatikoa garatzeko.

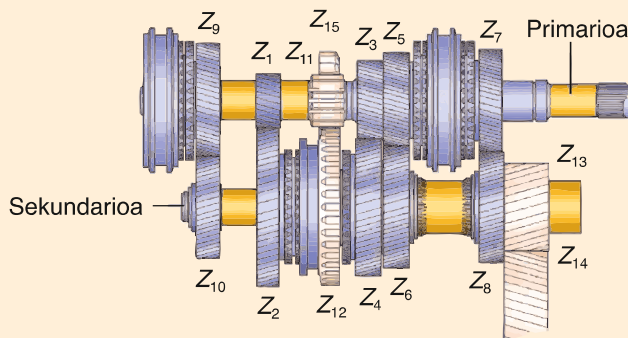
← 3.36. irudia. Bi ardatz sekundario dituen abiadura-kaxa.

MOTORRA		
2,8 ltr. / 150 kW – VR6/4V		
	Transmisio-erlazioa	Transmisio-erlazioa totala
I martxa / engranaje-trena I	41 : 12 = 3,417	14,351
II martxa / engranaje-trena I	40 : 19 = 2,105	8,841
III martxa / engranaje-trena I	40 : 28 = 1,429	6,002
IV martxa / engranaje-trena I	37 : 34 = 1,088	4,470
V martxa / engranaje-trena II	34 : 31 = 1,097	3,640
VI martxa / engranaje-trena II	31 : 34 = 0,912	3,024
Atzeko martxa / engranaje-trena II	(30 : 12) · (23 : 14) = 4,107	13,620
Transmisio-erlazioa / engranaje-trena I	63 : 15 = 4,200	
Transmisio-erlazioa / engranaje-trena II	63 : 19 = 3,316	

← 3.5. taula. Bi ardatz sekundario dituen abiadura-kaxaren transmisio-erlazioak.

JARDUERAK

4. Kalula itzazu transmisio-erlazioak abiadura ezberdinetan, diferentzialaren irteeran, 3.37. irudiko abiadura-kaxan:



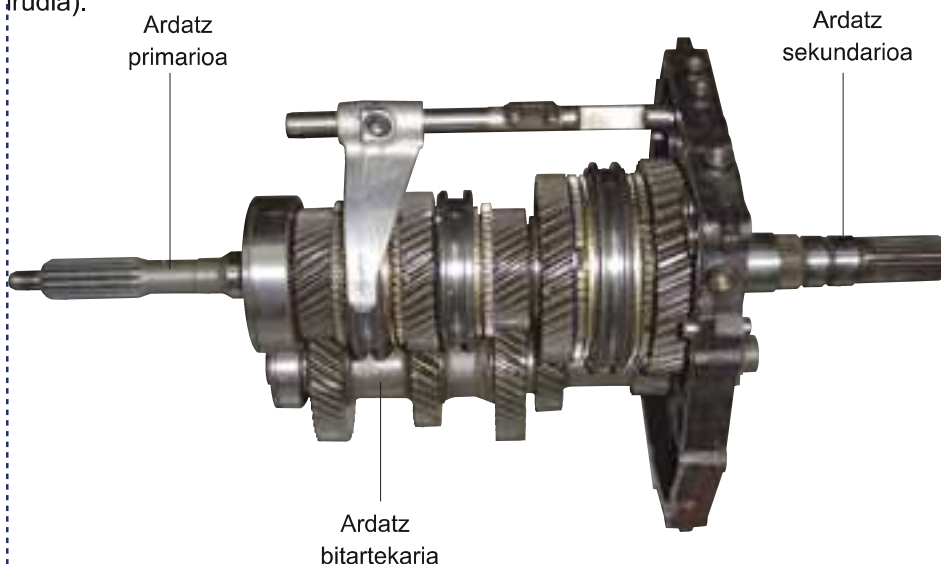
Abiadura	Primarioa	Sekundarioa
1.	$Z_1 = 9 \text{ d}$	$Z_2 = 34 \text{ d}$
2.	$Z_3 = 17 \text{ d}$	$Z_4 = 36 \text{ d}$
3.	$Z_5 = 25 \text{ d}$	$Z_6 = 34 \text{ d}$
4.	$Z_7 = 35 \text{ d}$	$Z_8 = 34 \text{ d}$
5.	$Z_9 = 45 \text{ d}$	$Z_{10} = 34 \text{ d}$
M.A.	$Z_{11} = 9 \text{ d}$	$Z_{12} = 36 \text{ d}$
Grupo	$Z_{13} = 18 \text{ d}$	$Z_{14} = 61 \text{ d}$

↑ 3.37. irudia. Abiadura-kaxa.

↑ 3.6. taula. 3.37. irudiako abiadura-kaxaren hortz kopurua.

3.3. Atzeko trakziorako eta/edo trakzo totalerako abiadura-kaxak

Abiadura-kaxa hauetan, luzetarako jarria dago motorra. Abiadura-kaxak multzo berezi bat osatzen du; irteeran akoplatzen da transmisio zubiarekin, 4X2 ibilgailuetan transferentzi-kaxa dute, 4X4 ibilgailuetan. Biraketa sartu eta ateratzen da norazko berean, beraz, bitarteko ardatz baten beharra dago (3.38 irudia).



→ 3.38. irudia. Hiru ardatzeko abiadura-kaxa: primarioa, bitartekoa eta sekundarioa.

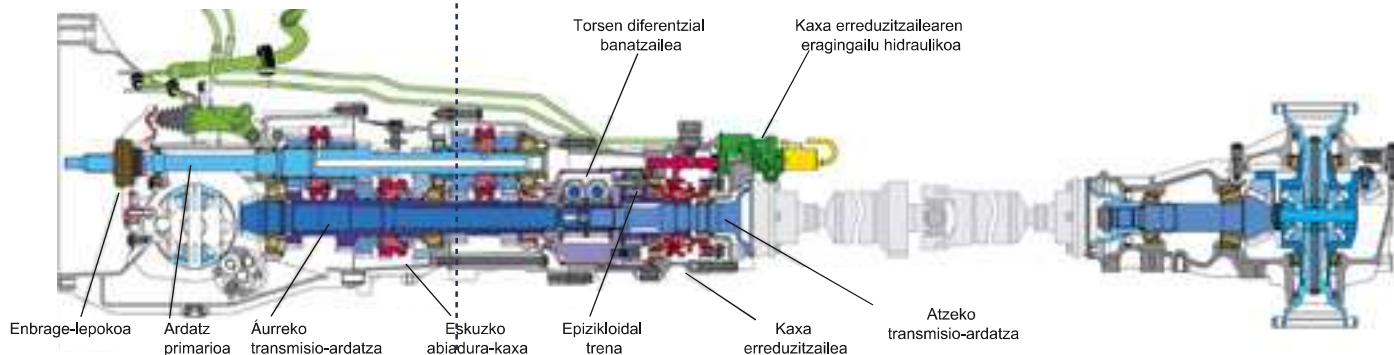
- Ardatz primarioa motzeta da ardatzetan, enbrage-diskotik bitarteko trenaren piñoiara transmititzen du mugimendua (beti indarra duena).
- Bitarteko ardatzak transmisio-erlazioetan hartzaille gisa jokatzen duten piñoiak ditu; lotuak daude eta ardatz berean mekanizatuak.
- Ardatz sekundarioan aurkitzen dira loka-puntuak dauden piñoiak, sinkronizatzaileak eta atzeko martxaren piñoiak. Atzerako martxa hortz zuzeneko hiru piñoiak osatua dago; bat bitarteko ardatzean, beste bat ardatz sekundarioan (lehen eta bigarren abiadurako piñoiaren artean) eta, azkena, ardatz independente batean (piñoi inberstsorea) (3.39 irudia).



→ 3.39. irudia. Eskuzko abiadura-kaxa eta atzeko trakzioa.

3.5. Kaxa erreduzitzailea

Kaxa erreduzitzailea 4x4 ibilgailuetan erabiltzen da, mendi-bide eta bide zailetatik ibiltzeko. Erreduzitzaileak desbiderkatzaile bakarra dauka; haren zeregina eskuzko abiadura-kaxaren abiadura guztiak txikiagotzea da, 1,5:1 eta 2:1 bitartean. Eskuzko abiadura-kaxaren atzean ipintzen da kaxa erreduzitzailea (3.41. irudia).



3.41. irudia. Tren epizikloidal duen kaxa erreduzitzailea (iturria, Audi).

Erreduzitzailearen mekanismoak abiadura-kaxeren antzekoak dira. Erabilienak tren epizikloidalakoak eta piñoi-bikotekoak dira. Kaxa erreduzitzailearen eragingailua eskuzko abiadura-kaxaren palankaren antzekoa da. Gama altuko ibilgailuetan eragingailu hidraulikoak erabiltzen dira.

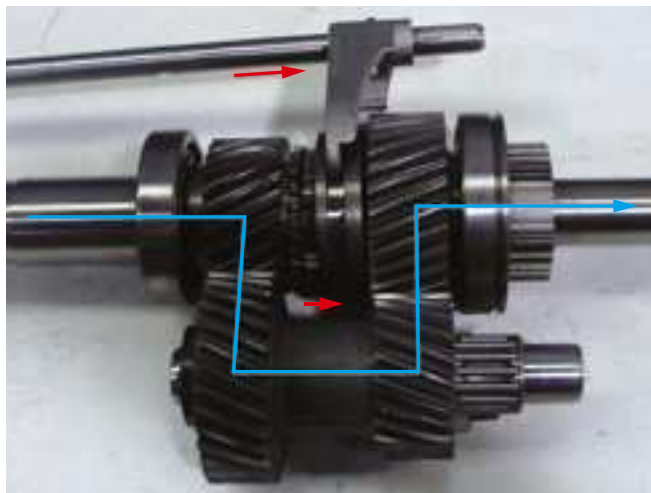
Piñoi-bikotedun kaxa erreduzitzailea

Piñoi-bikotedun kaxa erreduzitzailea modelo erabiliena da mekanikoki errazena delako. Kaxak bi joku gurpil horzdun ditu, haien artean engranatuak, hiru ardatzetan jarrita. Primarioak abiadura-kaxatik, jasotzen du indarra; ardatz bitartekariak biraketa txikiagotuta transmititzen du, eta ardatz sekundarioak abiadura-kaxaren irteerara bideratzen du indarra, txirrika mugikor batek egiten du akoplamendua kaxa erreduzitzailean aukeraketa egiteko.

3.42. irudian kaxak ez du desbiderketarik egiten; erlazio-transmisioa 1:1 da; Selektzio-urkila mugitzen denean akoplatzen da gurpila ardatz sekundarioan; eta horrela, 1,8:1 desbiderketa egiten da, 3.43. irudian agertzen den bezala.



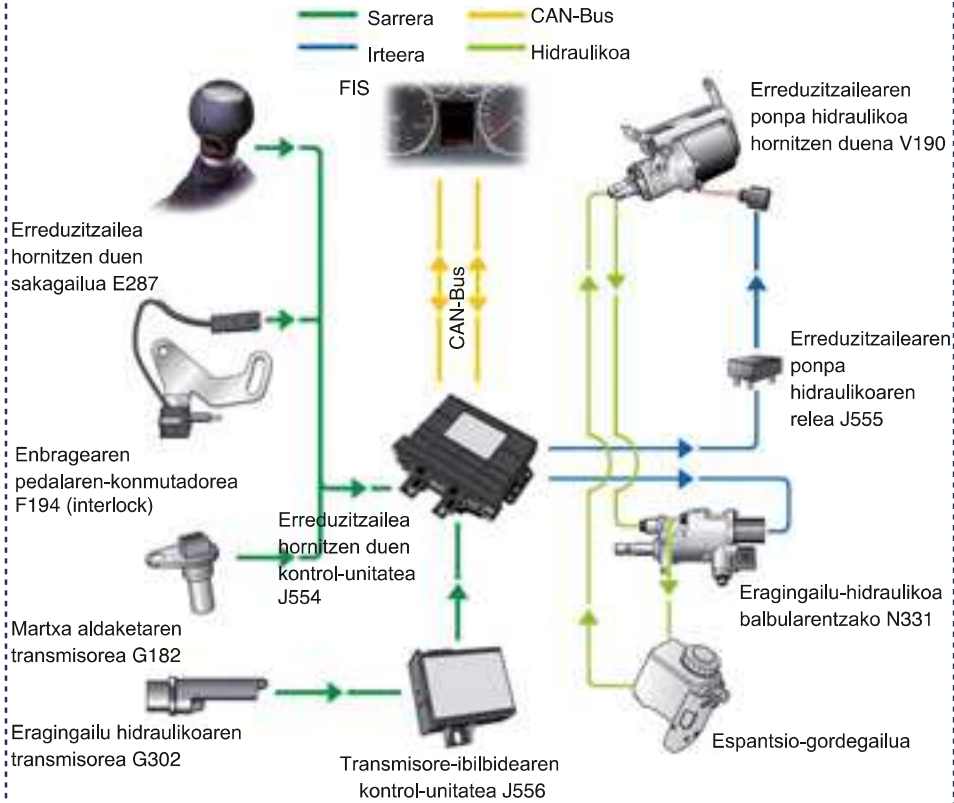
↑ 3.42. irudia. Kaxa erreduzitzailea zuzenean (erreduziorik gabe).



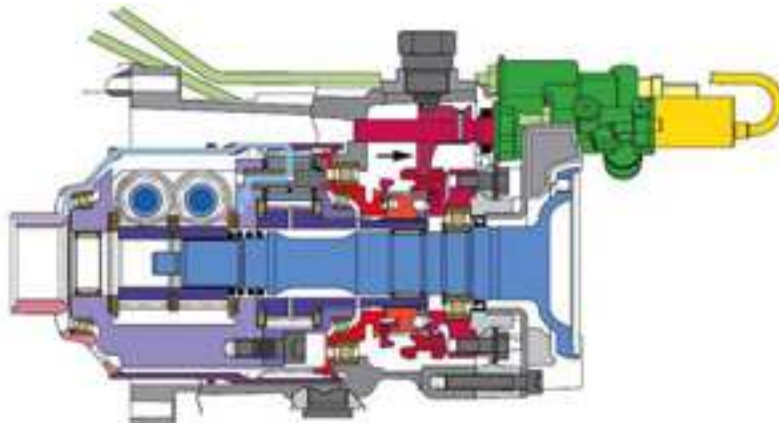
↑ 3.43. irudia. Kaxa erreduzitzailea desbiderkatzen.

Tren epizikloidaladun kaxa erreduzitzailea

Tren epizikloidaladun kaxa erreduzitzailea gama altuko 4x4 modeloetan erabiltzen da. Erreduzitzailea hidraulikoki eragiten da; eta gestioa elektronikoa da, kontrol-unitate batekin egina. Gestio-modulua CAN Bus sarearekin konektatua dago eta haren bidez, multzoaren funtzionamendua hobea da (3.44. irudia).



Erreduzitzailea akoplatzeko bolatxoaren sakagailuan egiten da, enbragea zapaldu eta 30 km/h-ra iritsi gabe. Gestio elektronikoa eragingailu hidraulikoari eragiten dio ahal den gehien atzeratzeko. Abiadura-kaxaren gomazko hoditxoak lotzen zaio sinkronizatzaileari (piñoi planetarioa) enbrage gorputzarekin (2) (karkasarekin lotua dagoena) eta atzeratzen du erreduzitzaile trenaren piñoi planetarioa. Parea transmititzen da barruko koroatik portasatelitera. Piñoi planetarioa blokeatzen denean, sateliteek bultzatzen dute portasatelitea. Horrela, 1,54ko desbiderkatzea eragiten da (3.45. irudia).



Gogoan izan

Erreduzitzailearen gestio elektronikoa ibilgailuaren funtzionamendua hobetzen du. Gidariak 70 km/h-ko abiadura hartzen badu, erreduzitzailea konektatua dagoelarik, autoaren aginte-koadroan argi-lerkukoa eta sinale akustiko bat agertzen dira, gidariari jakinarazteko. Gidariak ez badu abisua errespetatzen, motorren potentzia elektronikoki txikiagotzen da transmisioan kalterik ez egoteko.

← 3.44. irudia. Erreduzitzailearen osagaiak tren epizikloidalarekin (iturria, Audi).

Gehiago jakiteko

Kaxa erreduzitzailea akoplatuta ez dagoenean, eragingailu hidraulikoa kenduta dago. Abiadura-kaxaren gomazko hoditxoak sinkronizatzaile (planeta) akoplatzen du enbragearen gorputzarekin (1) (barruko koroa), eta, hala, planetarioaren piñoi eta barruko koroa elkatzen dira. Tren epizikloidalak blokeatu eta 1:1 parea transmititzen dio Torsen diferentzialari.

← 3.45. irudia. Erreduzitzailea tren epizikloidalarekin eta gestio elektrohidraulikarekin (iturria, Audi).



4. Abiadura-kaxaren osagaiak

Abiadura-kaxek doikuntzarako multzo mekanikoa osatzen dute, haien osagai guztiak etengabe daude doituta eta olioztatuta. Abiadura-kaxako dauden elementu garrantzitsuenak hauek dira:

- Gurpil horzdunak
- Errodamenduak
- Eusteko zirrindolak
- Sinkronizatzailak
- Abiadurak katigatzeko mekanismoak

4.1. Gurpil horzdunak

Transmisio-erlazio ezberdinak lortzen dira hortz-kopuru ezberdineko gurpil horzdunak erabilita. Elkarren artean engranatuak dauden gurpil horzdun bikoteari *engranaje* esaten zaio; biraketa-transmisioan, biraketa transmititzen duen gurpilari, gurpil hartzailea, eta biraketa jasotzen duenari, gurpil emalea.

Gurpil horzdunek hortz zuzenak edo helikoidalak izan ditzakete (3.46. irudia).

Hasierako kasu praktikoa

Peugeot 307-ko abiadura-kaxak piñoi helikoidalak erabiltzen ditu abiadura guztietan, atzeko martxan izan ezik; atzeko martxak piñoi zuzenak erabiltzen ditu.



↑ 3.46. irudia. Engranaje-trenak, hortz zuzenak eta helikoidalak dituztenak.

Gurpil horzdun zuzenak

Hortzak eta hortz-artekoak sortzaileekiko eta gurpilen ardatzarekiko paralelo zizelkatzen dira. Hortz zuzenen ezaugarriak hauek dira:

- **Jatorrizko zirkunferentzia.** Zirkunferentzia imaginarioa da, non bi gurpilen hortzen arteko tangentsia egiten den. Jatorrizko zirkunferentziaren diametroari jatorrizko diametro izena ematen zaio (3.47. irudia).
- **Hortz-neurri zirkularra.** Jarraian dauden hortz baten eta hortz-artekoaren arteko distantzia da, jatorrizko zirkunferentzian neurtua. Bi gurpil engranatzeko hortz-neurri zirkular bera eduki behar dute (3.48. irudia).

- **Modulua.** Jatorrizko diametroaren (milimetrotan) eta gurpilaren hortz-kopuruaren arteko erlazioa da.

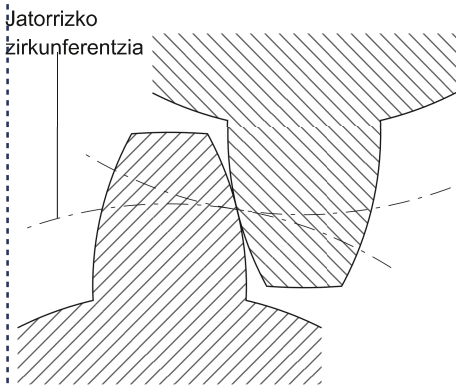
$$M = \frac{d_p}{Z}; \text{ beraz, } M = \frac{63 \text{ mm}}{21d} = 3$$

Bi gurpil horzdun zuzen engrana daitezzen, modulu bera eduki behar dute. Piñoi-en moduluak normalizatuak daude, hari-neurriak bezala.

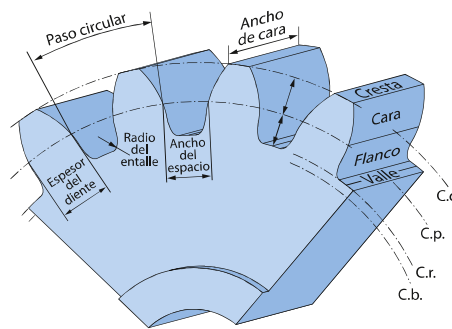
Modulua gurpil horzdunaren kanpo-diametroa ezagututa kalkulatzen da.

$$M = \frac{d_e}{Z + 2}; M = \text{modulua}; d_e = \text{kanpolo diametroa}$$

Z letrak gurpilaren hortz-kopurua adierazten du.



↑ 3.47. irudia. Bi gurpil horzdun zuzenen tangenzia-puntua.

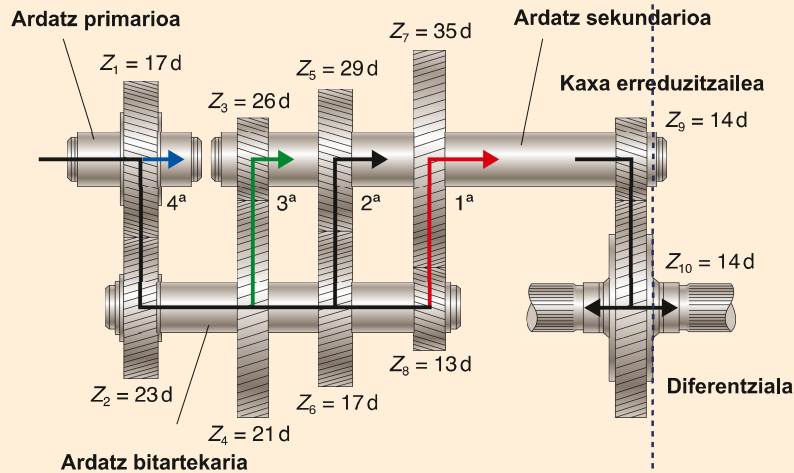


a. $F_{mrx} + s_{ps_pcl} \quad e_{p_gcp}$ C.p. $H_{rmp} p_{xi} m \quad x_{pi} \quad i \quad s \quad d_{cpcl} \quad r_{xg}$
 b. $F_{mrx} + c_{ppm_pcl} \quad e_{p_gcp}$ Cr. $O_{sgr} \quad s \quad x_{pi} \quad s \quad i \quad d_{cpcl} \quad r_{xg}$
 c.c. $I \quad nm \quad x_{pi} \quad s \quad i \quad d_{cpcl} \quad r_{xg}$ Cb. $M_{gl} \quad pp_{xi} \quad m \quad x_{pi} \quad s \quad i \quad d_{cpcl} \quad r_{xg}$

↑ 3.48. irudia. Gurpil horzdun zuzenaren osagaiak.

JARDUERAK

6. Kalkula ezazu transmisio-erlazioa, diferentzialaren irteeran abiadura hauetan: 1., 2., 3. eta 4.a. Kalkula itzazu minutuko birak (rpm) abiadura bakoitzean, jakinda birabarkiak 1.000 rpm-an biratzen dela.



← 3.49. irudia

7. Kalkula ezazu atzeko martxa osatzen duten gurpil horzdunen jokoaren modulua, tailerreko abiadura-kaxa batean, kanpo-diametroa eta Z hortz-kopurua jakinda.



↑ 3.50. irudia. Hertz helikoidala duen piñoia.

Gehiago jakiteko

Karga estatikoa eta dinamikoa

Karga estatikoa: hondatu gabe, errodamenduak geldirik jasaten duen karga handiena, *kg*-tan emanda.

Karga dinamikoa: hondatu gabe, errodamenduak mugimenduan (miloi bat bira ematen dituenean) jasaten duen karga handiena, *kg*-tan emanda.

Engranaje helikoidalak

Hortzak helize modura eginda daude engranaje helikoidaletan (3.50. irudia). Horzdun helikoidalak abiadura-kaxa gehienetan erabiltzen dira, atzeko martxan izan ezik.

Engranaje helikoidalaren funtzionamendua, engranaje zuzenarekin alderatuta, suabegoa eta isilagoa da. Engranaje helikoidalaren arazoa sortzen diren esfortzu axialak dira, eta ardatzetan dauden errodamenduek jasan behar dituzten indarrak. Ezaugarriak zehazteko kontuan hartu behar dira hiru hortz neurriak: zirkularra, normala eta helikoidala, bi moduluak: zirkunferentziala eta normala.

4.2. Errodamenduak

Errodamenduak abiadura-kaxetan muntatzen dira ardatzen biraketak errazteko. Errodamenduek marruskadurak eta higadurak ekiditen dituzte, horrela, abiadura-kaxaren mantentzea luzatzen da. Abiadura-kaxetan erabiltzen diren errodamenduak kaxaren olioarekin labaintzen dira.

Abiadura-kaxetan erabiltzen diren errodamendu erabilienak hauek dira: boladunak, arrabol zilindrikodunak, konikodunak eta orrazdunak. Adierazten den taulan, abantailak eta eragozpenak analizatzen dira, baita ere, errodamenduek jasan behar dituzten esfortzuak.

	Abantailak	Eragozpenak	Jasandako esfortzua
Errodamendu boladuna ilara bat edo bi dituen	Abiadura handiko biraketetan. Karga erradial ertaina jasaten dute	Karga axiala oso txikiak jasaten dute	
Arrabol zilindrikodun errodamendua	Karga erradial oso handia jasaten dute	Ez dute baimentzen karga axiala	
Orraztun errodamendua	Ardatzetan diametro tarte txikiarekin munta daitezke. Ardatzak pista bezala erabil daitezke	Karga erradial oso handia jasaten dute. Ez dute baimentzen karga axiala	
Arrabol konikodun errodamendua	Karga erradial eta axial oso handiak jasaten dituzte	Muntaian aurrekarga-doitze bat behar dute	

↑ 3.7. Taula. Abiadura-kaxetan erabiltako errodamenduak.

4.3. Ixte-eraztunak

Abiadura-kaxaren barrualdean mekanismoen olioia aurkitzen da, balbolina izenekoa. Abiadura-kaxa itxia egoten da tapetan junturen bidez eta sarrerako eta irteerako ardatzetan ixte-eraztunen bidez (3.51. irudia). Ixte-eraztunak olio-galerak ekiditen ditu ardatzetan.

Ixte-eraztunak kautxu sintetikoarekin egiten dira, karkasa metaliko batez inguraturik, hauek; kanpoko diametroa osatzen dute. Barrualdeko diametroa malguki batez osatzen da eta eraztun itxurako gomaz; honela, olio-galerak ekidite ditu ardatzean. Ixte-eraztun batzuk muntaiaren noranzkoa dute eta fletxak baten bidez adierazten da.

4.4. Sinkronizatzaileak

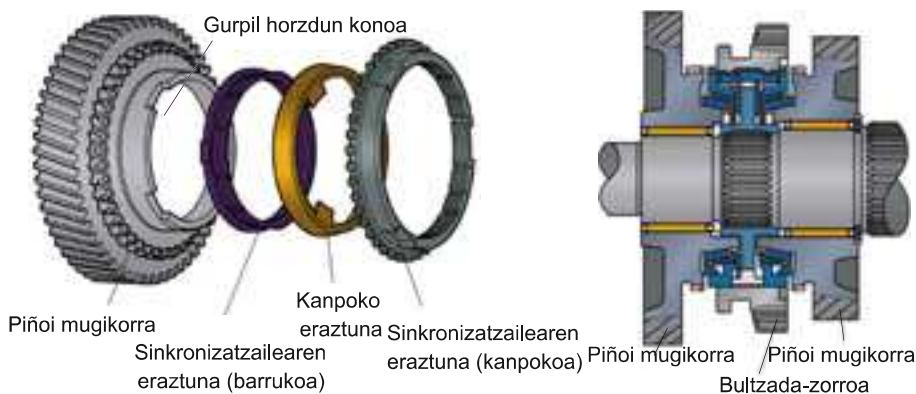
Sinkronizatzailearen zeregina abiadurak berdintzea da, piñoen biraketa berdintzen du, txirrika katigatzen da abiadura bat sartzean, eta horrela, abiadurak karraskatzea ekiditen du.

Multzo-sinkronizatzaile bat higitua badago, piñoiak ez du berdin biratzen eta karraskatzen dute abiadurak.

Hasierako abiadura-kaxek sinkronizatzaileak ez zuten erabiltzen, abiadura bat aukeratzean piñoia mugitzen zen eta bere bikotekidearekin engranatzeko zuten. Gurpil horzdunek hortzak zuzenak zituzten, eta martxak sartzerakoan, bi piñoen abiadura berdindu behar zen, bestela, karraskatu egiten zuten.

Sinkronizazioa belarriz egiten zen, enbrage bikoitza egiten edo autoa geldirik zegoela.

Abiadura-kaxa berrietan engranaje helikoidalak txertatu zirenean, piñoiak ezin dira mugitu kaxan. Bikotearen piñoi batek loka biratzen du ardatzean eta sinkronizatzaileak abiadurak berdintzen ditu eta, ondorioz, piñoia katigatu eta abiadurak alda ditzake autoa geldirik egon gabe.



↑ 3.52. irudia. Multzo-sinkronizatzailearen ataltzea.

↑ 3.53. irudia. Sinkronizatzaile bikoitza.



↑ 3.51. irudia. Ardatz primarioaren zirrindola.

Hasierako kasu praktikoa

Peugeot autoak duen matxura abiadura-kaxan 2. abiadurako sinkronizatzailearen multzoan aurkitzen da. Sinkronizatzailearen eraztunak ez du frenatzen piñoi mugikorra eta abiadurak karraskatzen dute.



↑ 3.54. irudia. Lepoko mugikorra eta sinkronizatzaileak.

JARDUERAK

8. Ikertu zein materialez eginda dauden abiadura-kaxaren piñoiak eta sinkronizatzaileen aleazioak.

Gehiago jakiteko

Abiadura katigatzea eta selekzioa.

Sinkronizatzailearen eraztuna higitzen bada, ez du piñoiaren konoa frenatzen, piñoiak biratzen segiko da eta abiadurak karraskatuko du.

Sinkronizatzaile bat higitua dagoenean, katigatu nahi dugunean karraskatuko du.

Multzo sinkronizatzailearen funtzionamendua

Gurpil horzdun helikoidalak akoplatzeko multzo mekanikoa da. Hauek loka biratzen dute ardatzean. Sinkronizatzailea lanean hasten da autoko gidariak martxa-palanka mugitzen duenean; loka biratzen den gurpila sinkronizatzailearen eraztunaren bitartez akoplatzen da eta horrela abiadurak sartzean ez dute karraskatzen. Multzo sinkronizatzaileak honako osagaiak ditu:

- **Lepoko mugikorra:** Urkilaren bitartez mugitzen da autoaren martxa-palankatik.
- **Horzdun kuboak:** Ildasketa batez loturik dago ardatzean. Horzdun kuboak bola fidatzaileak dauzka eta malguki batez lotzen dira. Koroak loka biratzen dira ardatzean; martxa engranatzen denean, mugimendua transmititzen da lepokotik ardatzera, horzdun kubotik pasata.
- **Sinkronizatzaileen eraztunak:** Piñoiaren konoaren eta lepoko mugikorraren artean daude. Abiadura bat sartu nahi denean, sinkronizatzailearen mekanismoak bultzatzen ditu sinkronizatzaileen eraztunak, eta, hala, bi ardatzen abiadurak berdindu eta martxak suabe sartuko dira. Sinkronizatzaile mota asko daude merkatuan (3.55. irudia eta 3.56. irudia), baina denak berdin funtzionatzen dute: loka dagoen piñoia frenatzen dute. Sinkronizatzailean konoa eta eraztuna erabiltzen direnean, sinkronizazio sinplea deritzo. Sinkronizatzaile berriagotan, eraztun berri bat muntatzen da eta ukipen-azalera handiagoa da, bi gainazalak kontaktuan daudelako. Horri sinkronizazio bikoitza deritzo.



↑ 3.55. irudia. Sinkronizazio sinplearen piñoia eta eraztuna.



↑ 3.56. irudia. Sinkronizatzailearen barruko konoaren multzoa.

Multzo-sinkronizatzailea

Sinkronizatzailearen eraztuna

Piñoi helikoidalak eta konoa

Orrazdun errodamendua



Lepoko mugikorra

Horzdun kuboak

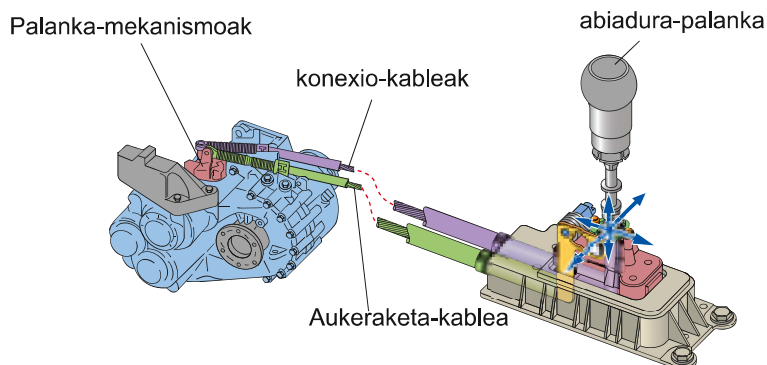
Sinkronizatzailearen eraztunaren bultzada-erroa

↑ 3.57. irudia. Sinkronizatzailearen zatiak.

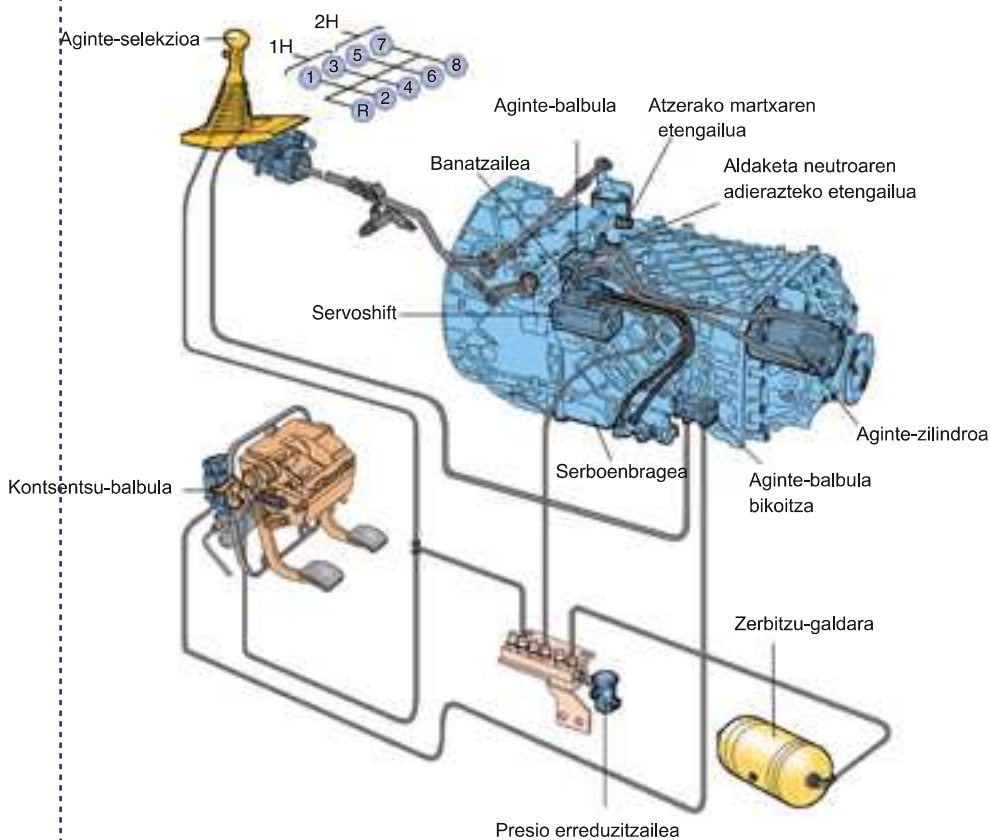
4.5. Posizionamendu-mekanismoak eta abiadura-katigatzeak

Eskuzko abiadura-kaxetan gidariak egiten du abiaduraren aukeraketa, palankaren, lotura-mekanismoaren eta eragingailuaren bitartez. Autoek erabiltzen dituzte Blowden kableak eta hagaxkak mekanismoei eragiteko.

Palankaren mugimendua transmititzen da hagaxka eta kablearen bitartez (3.58. irudia). Urkilak eta hagaxkak sinkronizatailearen lepokoa akoplatzen dute.



bilgailu industrialetan, kamioietan eta autobusetan, sistema mistoak erabiltzen dira: mekanikoak eta pneumatikoak (3.5. irudia).



Hasierako kasu praktikoa

Xabierrek frogatu duen Peugeot 307aren abiadura-kaxan daukan sistema-eragileak, palankazkoak eta kablezkoak dira.

← 3.58. irudia. Abiaduraren palanka-mekanismoak, lotura Blowden kableekin eginda.

Gogoan izan

Blowden kableak altzairuzko zorroa dauka, okertu eta kurbetara egokitzen dena. Kablezko sistema eragileen bibrazioak ekiditen dira abiadura-kaxan.

Kableak ordezkatzen direnean, abiadura palankan eta selekzio-mekanismoak deitu behar dira.

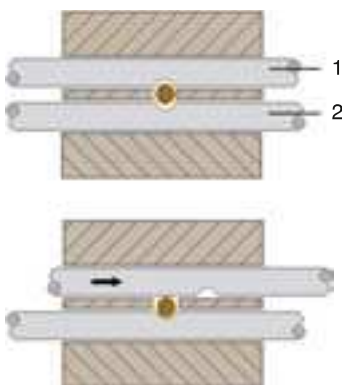
← 3.59. irudia. Eragingailu mekanikoa eta pneumatikoa (Iveco, iturria).



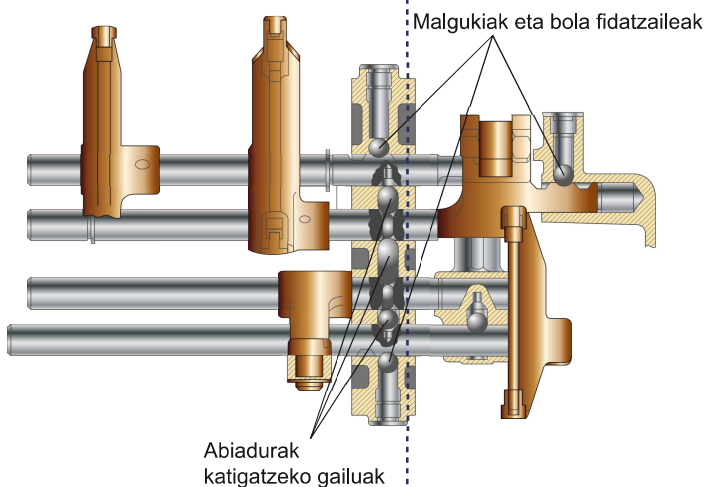
↑ 3.60. irudia. Katigatze-mekanismoa.



↑ 3.61. irudia. Hagaxka-hozkadura.



↑ 3.62. irudia. Elkar-blokeaketa mekanismoak bolarekin.



↑ 3.63. irudia. Elkar-blokeaketa multzoa zulo eta bolekin.

4.6. Abiaduraren katigatze-mekanismoak

Hagaxkek katigatze-finkagailuak dituzte. Mekanismoaren zeregina hagaxka katigatzea da, abiadura-kaxaren martxak atera ez daitezen bibrazioekin. Bola eta malguki gidatzailea dituen mekanismoa da gehien erabiltzen dena (3.60. irudia); bolak hagaxka presionatzen du, eta horrela, martxak ez dira ateratzen.

Hagaxkak hozkadura bat dauka, bola fidatzailearen diametroaren neurrikoa. Bola fidatzailean malgukiak egiten duen presioak bibrazioekin hagaxka mugitzea galarazten du.

4.7. Bi abiadura sartzea galarazten duten gailuak (elkar-blokeaketa)

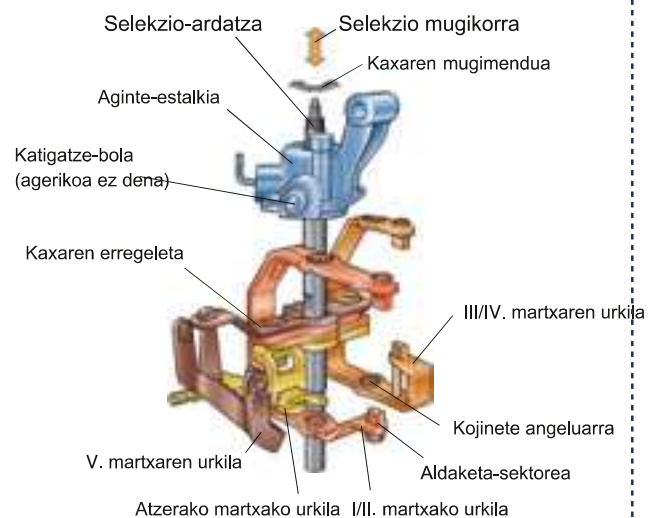
Eskuzko abiadura-kaxan martxa bat sartuta dagoenean beste martxa bat ezingo da sartu. Horretarako, mekanismo berezi bat dute. Elkarblokeatzean matxura izan eta bi martxa sartuko balira, abiadura-kaxak ez luke funtzionatuko eta matxuratu egingo litzateke; beraz ezinezkoa da bi martxa batera sartzea. Elkar-blokeatzaile garrantzitsuenak honako hauek dira:

- Hagaxken arteko elkar-blokeaketa zulo eta bolak dituen
- Sarrail moduko elkar-blokeaketa

Elkar-blokeaketa mekanismoek hagaxkak eta zulo batzuk dituzte; bola zuloetan pintzen da (3.62. irudia). Hagaxka mugitzen denean martxa bat sartzeko, bolak lasaiera dauka eta mugitu daiteke. Zuloan bola sartzen denean, blokeatua geratzen da hori esker martxa ezingo da atera.

Abiadura-kaxan dauden hagaxkak erlazionatuak daude elkarren artean. Horrela, martxa bat sartuta, beste martxa bat ezin izango dugu sartu (3.63. irudia).

Sarrail moduko elkar blokeaketan, erregeleta bat mugitzen da, eta ardatz-diseinuagatik, beste erregeletak ezin dira mugitu. Beraz, mekanikoki ezinezkoa da martxa bat sartu ondoren beste bat sartzea (3.64., 3.5. eta 3.36. irudia).



↑ 3.64. irudia. Sarraila moduko blokeatze-mekanismoak.

5. Eskuzko abiadura-kaxak mantentzea

Eskuzko abiadura-kaxan mantentzeko lanik garrantzitsuenak dira olio aldatzea eta olio-mailaren kontrola.

Kaxek olio behar dute errodamenduak, gurpil horzduak, sinkronizatzaileak eta barruko mekanismo guztiak lubrifikatzeko. Abiadura-kaxa gehienetan erabiltzen den olioaren biskositatea (balbolina izenez ezagutzen dena) SAE 60 eta SAE 90 artean dago.

Abiadura-kaxarako olioak hainbat baldintza bete behar ditu:

- Biskositateak, tenperaturaren eraginez, aldaketa gutxi jasan behar ditu.
- Ez da erraz zaharkituko: haren propietateak mantendu behar ditukilometro askotan.
- Aparra ez du sortu behar.
- Bateragarritasuna, gehigarriekin eta zigilatzaileekin.

Espezifikazioa	Erabilera
GL1 tik GL3 ra	Gaur egun garrantzi gutxiokoa
GL4	Hipoide engranaje karga gutxiokoa Abiadura handiko engranajeak
GL5	Engranaje hipoide prestazio altukoak

↑ 3.8. taula. Eskuzko abiadura-kaxako olioaren API sailkapena.

Abiadura-kaxaren olio-aldaketa fabrikatzaileak gomendatzen digun eran egin behar dugu: hark esango digu zenbat bota (kantitatea) eta noiz bota (maiztasuna).

Adibidez, VW-Audi taldeko 02K modeloan, hauek dira bost abiadurako kaxaren zehaztapenak:

- API GL4, SAE 75W (hipoidea).

Traktoreetan, fabrikatzaile batzuk, olio berdina erabiltzen dute abiadura-kaxan zirkuitu hidraulikoan, direkzioan eta balaztetan.

Lau aldiko motozikletan, motorraren olio abiadura-kaxakoaren berdina da eta mantentzea batera egiten da. Multigradoa da gomendatzen dena, SAE 10W40 eta SAE 20W50.



↑ 3.65. irudia. Olio-betetzea xiringarekin.

Gehiago jakiteko

Olio bereziak

Abiadura-kaxaren funtzionamendua leuntzeko olioak eta gehigarriak erabiltzen dira. Molibdeno bisulfuroa duten gehigarriek, partikula urratzaile txikiei esker, engranajeak ongi akoplatzen eta aldaketak leuntzen dituzte (3.66. irudia).



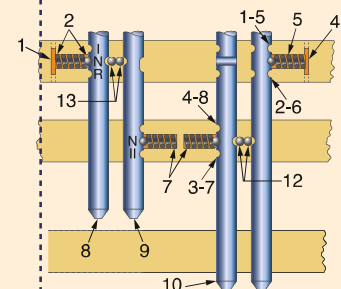
↑ 3.66. irudia. Eskuzko abiadura-kaxarako gehigarria.

JARDUERAK

9. Ipini zure kuadernoan, hagaxka sistemaren (3.67. irudia), elkar-blokeaketaren eta bola fidatzailearen zenbatekoak.

Azal ezazu zertan datzan malguki fidatzailea eta elkar-blokeaketaren bolak eta zuloak eskuzko abiadura-kaxan.

→ 3.67. irudia Finkatze-gailuak eta elkar-blokeaketa.





6. Matxura-diagnosia

Gehiago jakiteko

Segurtasuna eta hondakin-tratamendua

Abiadura-kaxan erabilitako olioak ontzi hermetikoetan gorde behar da. Tailerreko olioak erretiratzeko baimena duen kudeatzailek egin behar du.

Gehiago jakiteko

Enbragearen eta abiadura-kaxaren erlazioa.

Enbragea eta abiadura-kaxa erlazionatuak daude, adibidez, enbragean matxurak egonez gero, kaxan zaratak egongo dira (abiadurak karraskatzean). Ez da abiadura-kaxarengatik, baizik eta desenbragatzea okerra izateagatik.

Abiadura-kaxako matxura garrantzitsuenak faktore hauen eraginez gertatzen dira:

- Marruskadurak eragindako higadura: errodamendu, sinkronizatzaile, urkila eta txirrika mugikorretan.
- Olio galerak dituelako lubrikazio falta.
- Gainkargak eragindako haustura organo mekanikoetan.

3.9. taulan agertzen dira matxura garrantzitsuenen laburpena, zergatia eta osagai mekanikoen berrikusia edo ordezkatzeta.

Matxura	Zergatia	Konpontzeko egin beharrekoak
Zarata arraroak ditu.	<ul style="list-style-type: none"> • Lasaiera handiegia engranajeetan. • Errodamendua higatuak. • Sinkronizatzailearen eratzuna hondatua. • Olio falta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Engranajeak egiaztatu. • Errodamenduak nahiz higadurak egindako lasaierak egiaztatu, ea Fabrikatzaileak emandako neurriak kotaz kanpo dauden. • Abiadura-kaxako olio-maila egiaztatu.
Abiadurak sartzean karraskatzen dute.	<ul style="list-style-type: none"> • Enbragea hondatua edo gaizki doituak. • Abiadurak aukeratzeko gailua hondatua edo gaizki doituak (urkilak, kableak etab). 	<ul style="list-style-type: none"> • Enbragea eta eragingailu-sistema aztertu. • Abiadura-kaxako selekzio-mekanismoa egiaztatu.
Abiadura bat sartzen denean, karraskatzen du.		Sinkronizatzailea aldatu.
Abiadura ateratzen da.	<ul style="list-style-type: none"> • Fidatzaile malgukia hautsia edo higatua. • Hagaxka-artekatua higatua. • Urkilaren eta sinkronizatzaile-kuboaren arteko lasaiera handiegia. 	Malgukien, hagaxka artekatuaren eta urkila eta txirrika mugikorraren higadura egiaztatu.
Abiadurak hautatzean zailtasuna eta gogortasuna.	<ul style="list-style-type: none"> • Abiadura-kaxako zikinkeria. • Hagaxkak egoera txarrean. • Urkilak eta sinkronizatzaile-kuboak higatuak. 	Abiadura-kaxa garbitu eta urkilak eta hagaxkak egiaztatu.

↑ 3.9. taula. Eskuzko abiadura-kaxako matxura ohikoak.

7. Desmuntatzea, egiaztatzea eta abiadura-kaxa muntatzea

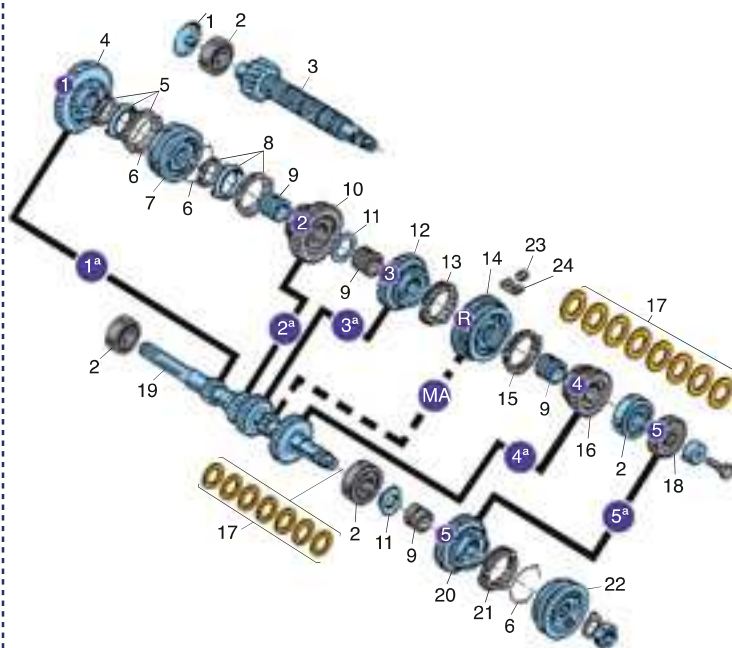
Abiadura-kaxako matxuren arabera, konponketak egin daitezke kaxa motorretik atera gabe edo motorretik aterata eta sostengu-mahaian ipinita (3.68. irudia).

Desmuntatu gabe, abiadura-kaxan egiten diren konponketak hauek dira: abiadura selekzio-gailuekin erlazionatutakoak, hagatxo eta kableak doitzea, kableak aldatzea etab. Kaxako sinkronizatzailearen, piñoieriaren eta errodamenduen matxuretan, gehienetan, desmuntatu behar da eta matxuratu den osagaia ordezkatu.

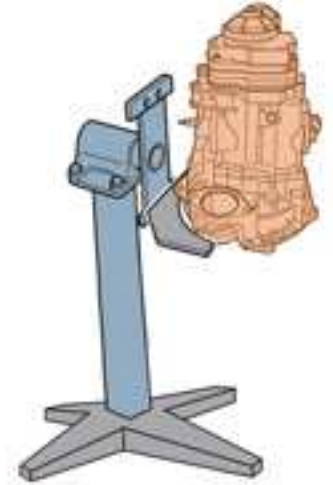
Ikus dezagun adibide bat, kaxa motorretik ateratzeko eta konponketa prozesua egiteko.

- Lehenengo, kaxaren barrualdean dagoen olioia kendu; horretarako, huste-torlojua askatu, eta olioia atera edukiontzi batera (3.69. irudia).
- Abiadura-kaxako karkasan dauden osagai mekaniko guztiak desmuntatu: abio-motorra, enbragearen eragingailuak, motorraren rpm-ko sentsore posizioa, etab. Baita abiadura-kaxa inguratzen duten osagaiak, ere beharrezkoak baita, haien desmuntatzea kaxaren torlojutara ailegatzeko.
- Abiaduraren selekzio-gailua desmuntatu.
- Aurreko trakzioko ibilgailuetan transmisio-palierrak desmuntatu.
- Katu hidrauliko egokia erabili, kaxa heldu eta ateratzeko motorretik eta txasik eta txasisetik bananduta dagoenean.

Kaxaren desmuntatzea oso lan neketsua da eta fabrikatzaileak emandako informazioaren arabera desmuntatu behar da. 3.70. irudian, abiadura-kaxaren ataltzea dago. Bi ardatzekoa da eta sinkronizatzaileak ardatz sekundarioan muntatuta daude.



↑ 3.70. irudia. Abiadura-kaxa ataltzea.



↑ 3.68. irudia. Abiadura-kaxaren sostengu-mahaia.



↑ 3.69. irudia. Abiadura-kaxaren olio-hustutzea.

PIÑOIERIA

1. Kanula
2. Arraboldun errodamendua
3. Ardatz sekundarioa
4. 1. Piñoia
5. 1. sinkronizatzailea
6. Sinkronizatzailearen malgukia
7. Kubo mugikorra
8. Sinkronizazio-eraztuna
9. Orrazdun errodamendua
10. 2. Piñoia
11. Zirrindola
12. 3. Piñoia
13. 3. Sinkronizatzailea
14. Atzera martxako piñoia eta 3/4 mugikorra
15. 4. Sinkronizatzailea
16. 4. Piñoia
17. Sakonera-zirrindola
18. 5. Piñoia
19. Ardatz primarioa
20. 5. Piñoia
21. 5. Sinkronizadorea
22. 5. Kubo mugikorra
23. Arrabola
24. Arrabol-malgukia

Hasierako kasu praktikoa

Peugeot 307 autoaren abiadura-kaxaren ataltzea 3.70. irudiaren antzekoa da. Hasierako kasu praktikoa agertzen den abiadura-kaxako matxura 8. zenbakiarekin adierazita dago.

Sinkronizatzailearen eraztuna, urkilaren higadura eta karrete mugikorra egiaztatzea

Abiadura-kaxan higadura duten osagaiak egiaztatu behar dira: sinkronizatzailearen eraztunak, urkilak, txirrikak, errodamenduak, hagaxkak eta gurpil horzdunak. Sinkronizatzailearen eraztuna egiaztatzeko, eraztuna konoaren piñoian jartzen da eta "a" kota neurtzen da (3.71. irudia) lodiera galgarekin (3.72. irudia). Fabrikatzaileak esango digu zein neurritakoa den a kota eta sinkronizatzailearen higadura-muga; "a" kota baino txikiagoa bada, sinkronizatzailearen eraztunak ez du piñoia frenatuko, loka biratuko du eta martxak karraskatuko dute.



↑ 3.71. irudia. Sinkronizatzailearen eraztunaren higaduraren "a" kota.



↑ 3.72. irudia. Sinkronizatzailearen eraztunaren higaduraren "a" kota neurtzea lodiera-galgarekin.

Urkilaren eta txirrika mugikorraren lasaiera neurtzeko, lodiera galgak erabiliko ditugu (3.73. irudia). Lasaiera handiegia bada, martxak atera daitezke bere tokitik, nahiz eta urkila bere tokian ongi egon eta malgukia eta bola fidatzaileak ongi eutsita egon.

Abiadura-kaxaren ardatzak errodamendu boladunetan muntatuak daude, ez dute ajusterik behar. Arrabol konikodun errodamenduetan muntatzen direnean, ordea, doitzea egitea beharrezkoa da, eta behar duen aurrekarga eman behar zaio.



↑ 3.73. irudia. Urkilaren eta txirrikaren lasaiera-neurriak.

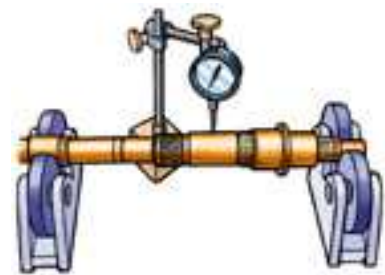


↑ 3.74. irudia. Arrabol errodamendu konikodun aurrekarga-zirindola.

Hagaxkak zuzenak eta ardatzetan suabe mugitu behar dira (3.75. irudia). Errodamenduek, kaiolak eta pistek higadurarik gabeak izan behar dute eta, noski hausturarik gabeak. Kaxaren ardatzek berdin: deformaziorik gabeak (3.76. irudia); gurpil horzdunek ere higadurarik ez dute izan behar, ezta hausturarik ere piñoietan.



↑ 3.75. irudia. Hagaxka eta urkila multzoak.



↑ 3.76. irudia. Ardatz sekundarioaren kopadura-neurria.

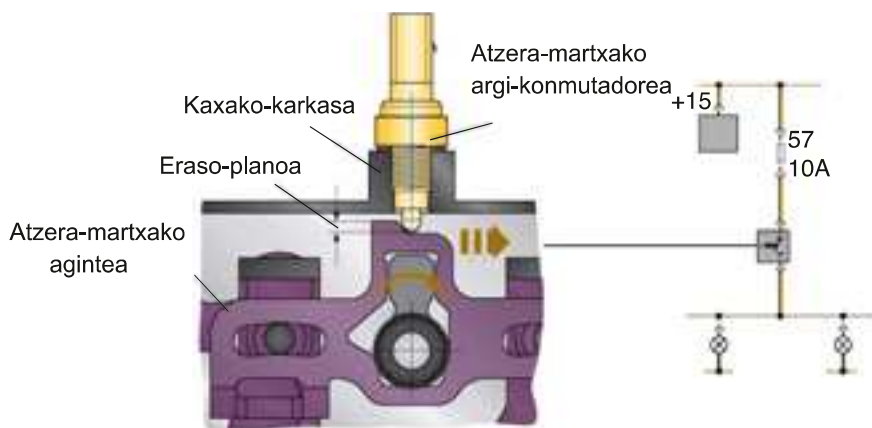
Kaxa muntatzerakoan, oso garrantzitsua da zirindolak, junturak eta eraztun torikoak aldatzea, olio galerak izan ez daitezzen. Torlojuak, fabrikatzaileak esaten duen paretan lotu behar dira, eta ordena errespetatu beharrezkoa bada.

Autoan muntatu ondoren, fabrikatzaileak gomendatzen digun olio erabili behar dugu, eta olio-nibela egiaztatu.

8. Abiadura-kaxako sentsoreak eta eragingailuak

8.1. Atzera-martxaren argi-konmutadorea

Seinale eta maniobraren zirkuituak adierazten du ibilgailua atzera-martxan doala. Argi txuri bat dago, ibilgailuaren atzeko partean dago. Zirkuituak etengailu bat dauka, eta konmutadore bat zirkuitua ixten duena atzera-martxa ipintzean. Konmutadore hau egon daiteke palanka-sistemetan (3.77. irudia) edo karkasan zulo hariztatu batean bihurritua. Hau da, eskema elektrikoa (3.78. irudia):



Gogoan izan

Star-Stop sistemaz hornituak dauden autoetan, eskuzko abiadura-kaxan posizioa jakiteko, aldatzeko-palanka sentsore bat izaten dute.

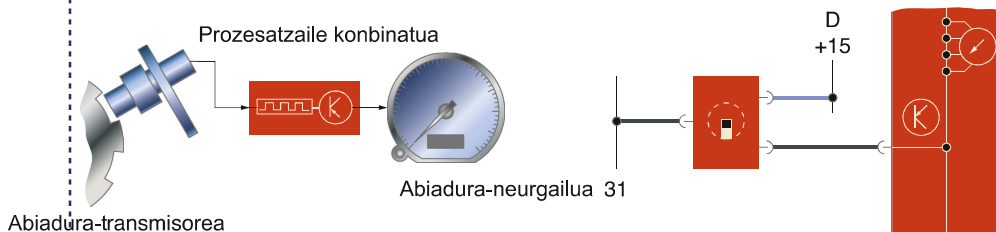
← 3.77. irudia. Atzera-martxako etengailua eta zirkuitu elektrikoa.

8.2. Atzera-martxaren adierazlea

Autoaren martxa-abiadura ezagutzeko sistema ezberdinak daude. Modelo zaharretan, kable-sistema eta amaiera gabeko piñoia erabiltzen dituzte. Kaxaren rpm-aren baitan, transmititzen du biraketa eta abiadura autoaren kuadroan.

Gaur egun, elektronikoki gestionatzen diren sistemak erabiltzen dira. Horiek askoz zehatzagoak dira. Hall printzipioaren sistema erabiltzen dute, kaxaren edo diferentzialaren rpm abiadura jasota.

Abiadura-transmisore batek sortzen duen seinalea, anplitude-modulazioa egiten du inpultso-bidez eta autoaren kuadroan adierazten da. Seinalea itzultzen da eta, horrela, baliogarria izango da sistema elektriko askotan.



↑ 3.78. irudia. Atzera-martxako etengailua, Mercedes A klasean.



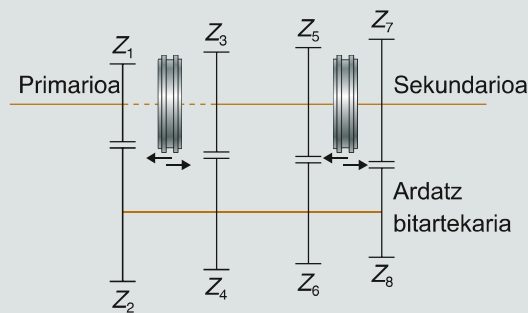
↑ 3.79. irudia. Kilometro-kontagailuaren sentsorea eta torlojuja.

← 3.80. irudia. Abiadura-neurgailuaren eskema elektrikoa.



AZKEN JARDUERAK

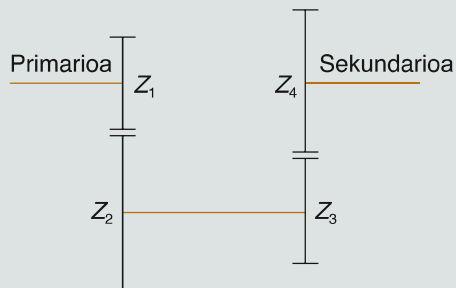
- 1. Zein da multzo Sinkronizatzailearen zeregina abiadura-kaxan? Azaldu funtzionamendu-printzipioak.
- 2. Zein gailuk galarazten dute bi abidura sartzea abiadura-kaxan?
- 3. Nola funtzionatzen du atzera martxako argiaren konmutadoreak?
- 4. Zer da abiadura baten transmisio-erlazioa? Azaldu nola kalkulatu den.
- 5. Kalkula ezazu transmisio-erlazioa hainbat abiduratan (1., 2., 3. eta 4.ean) 3.81. irudian agertzen da abiadura-kaxa. Kaxak bi multzo sinkronizatzaile dauzka, piñoiien artean kokatuak, Z_1 eta Z_3 ; Z_5 eta Z_7 .



↑ 3.81. irudia.

Z_1	= 17 hertz
Z_2	= 29 hertz
Z_3	= 21 hertz
Z_4	= 26 hertz
Z_5	= 27 hertz
Z_6	= 20 hertz
Z_7	= 34 hertz
Z_8	= 15 hertz

- 6. Motor bat 3.000 rpm-an biratzen da eta ematen duen momentu eragilea 120 Nm da. Kalkula ezazu biraketa-momentua ardatz sekundarioko transmisio multzoa honako hau izanik:



↑ 3.82. irudia.

Z_1	= 19 hertz
Z_2	= 34 hertz
Z_3	= 14 hertz
Z_4	= 39 hertz

- 7. Zer da jatorrizko diametroa eta gurpil hortzdun zuzeneko modulua? Zer erlazio dute haien artean?
- 8. Engrana daitezke bi gurpil hortzdun zuzenekoak modulu ezberdinekin? Arrazoitu zure erantzuna.
- 9. Zerrenda itzazu abiadura-kaxan erabiltzen diren errodamenduak eta azaldu bakoitzaren ezaugarriak.
- 10. Bigarren eskuko autoa erosi behar duzu. Azal ezazu nola egiaztatuko zenukeen abiadura-kaxa ondo dagoela.
- 11. Aurreko adibideko abiadura-kaxa gaizki badago. Azal ezazu zein den akatsa eta zer konponketa egin daitekeen.

EBALUATU ZURE EZAGUTZA

Egin zure kuadernoan

1. Abiadura-kaxa elementu hauen tartean

aurkitzen da:

- a. Motorra eta enbragea
- b. Enbragea eta diferentziala
- c. Diferentziala eta transmisioa
- d. Transmisioa eta diferentziala

2. Momentu eragilea zein unitatetan neurtzen da?

- a. Kilogramotan
- b. Baretan
- c. Newton metrotan
- d. Zalditan

3. Transmisio-erlazioaren emaitza 0,96:1 bada, diferentzialaren desbiderketa kontuan hartu gabe, zein abiadura izango da?

- a. Laugarren edo bosgarren martxa
- b. Bigarren martxa
- c. Atzerako-martxa
- d. Lehenengo martxa

4. Zertarako da abiadura-kaxako inbertsore piñoia?

- a. Bosgarren martxa sartzeko.
- b. Atzerako martxa lortzeko, biraketa-norazkoa aldatuta.
- c. Engranaje ezberdinetan abiadura transmititzeko.
- d. Diferentzialaren pare transmititzeko.

5. Abiadura-kaxan elkar-blokeagailuak, zer egiten dute?

- a. Martxak ateratzea ekiditen.
- b. Martxek karrakatzea ekiditen.
- c. Martxak ongi aukeratuak izan.
- d. Bi martxak batera ez engranatzeko ekiditen.

6. Bi ardatz sekundarioko abiadura-kaxak, zein du ezaugarri nagusia?

- a. Martxa ezberdinetan aldatzea onartzen du.
- b. Sei martxako abiadura-kaxetan dauden mekanismoak gordetzen ditu.
- c. Arinagoak dira.
- d. Ardatz sekundarioek beti indarra ematen diote diferentzialaren koroari.

7. Engranaje helikoidalak dira:

- a. Arinagoak eta zaratatsuagoak
- b. Arinagoak eta isilagoak
- c. Pisuagoak
- d. Ez hain isilak eta arinak

8. Zein errodamendu motak jasaten dituzte biraketa-abiadura handiak, eta karga ertainak erradialak eta axialak eta oso txikiak?

- a. Errodamendu arrabol zilindrikodunak
- b. Errodamendu arrabol konikodunak
- c. Errodamendu orraztunak
- d. Errodamendu boladunak

9. API olioaren sailkapenaren arabera, zein olio mota da gomendagarria karga gutxiko engranaje hipoideetan?

- a. GL4
- b. GL1
- c. GL2
- d. GL5

10. Zein erreminta erabiltzen da karretearen eta sinkronizatzailearen urkila-tartea neurtzeko?

- a. Kalibrea
- b. Erloju konparadorea
- c. Mikrometroa
- d. Lodiera-galgak



LANBIDE PRAKTIKAK

ERREMINTAK

- Elektromekanikako tailerreko esku-erremintak

MATERIALA

- Ibilgailuaren abiadura-kaxa desmuntatua

Abiadura-kaxa bat desmuntatu

HELBURUA

Volkswagen autoan, aurreko trakzioa duen abiadura-kaxa desmuntatzeko prozesua ezagutu.

ARRETAGUNEAK

- Olioia jaso
- Pare egokian torlojuak estutu, dinamometrika erabiliz

GARAPENA

1. Jar ezazu abiadura-kaxa sostengu-mahaian (3.83. irudia). Abiadura-kaxa garbia badago, olioia jaso birziklatzeko.
2. Bosgarren abiadura babesten duen xafla-estalkia kendu eta 5. martxako sinkronizatzailearen txirrika desmuntatu.



↑ 3.83. irudia. Abiadura-kaxa lan-mahaian.



↑ 3.84. irudia. Bosgarren eragintza-sistema desmuntatzen.

3. Multzo sinkronizatzailearen mekanismoa desmuntatu (3.85. irudia).
4. Ardatz ildaskatuan lotutako torlojuak kendu eta planetarioa atera (3.86. irudia).



↑ 3.85. irudia. Bosgarren piñoi sekundarioa desmuntatzen.



↑ 3.86. irudia. Palierraren ardatz ildaskatua kentzen.

5. Selektzio-mekanismoaren torlojuak kendu eta abiadura-kaxatik atera (3.87.irudia).
6. Abiadura-kaxaren bi karkasen torlojuak lasaitu eta kendu (3.88. irudia), horrela, karkasa banandu eta osagai guztiak eskura edukiko ditugu.



↑ 3.87. irudia. Selektzio-mekanismoak kentzen.



↑ 3.88. irudia. Karkasaren torlojuak askatzen.

7. Selektzio-mekanismoaren lau pibote erdiratzaileak desmuntatu (3.89. irudia).
8. Abiadura-kaxak goi-karkasa banandu (3.90. irudia).



↑ 3.89. irudia. Selektzioaren pibote erdiratzailea. 3.90. irudia. Goiko karkasa banatzen.



9. Karkasa gabe, sarbidea egongo da abiaduraren selektzio-mekanismoetan eta ardatz primario eta sekundarioan (3.91. irudia).
10. Selektzio-mekanismoa, ardatz primarioa eta sekundarioa desmuntatu ondoren, (3.92. irudia) abiadura-kaxa desmuntatua izango dugu.



↑ 3.91. irudia. Martxen selektzio-mekanismoa.



↑ 3.92. irudia. Ardatzak desmuntatzen.

MUNDU TEKNIKOA

Eskuzko abiadura-kaxa edo automatikoa?

Eskuzko abiadura-kaxa edo automatikoa hautatzeak ez du arazorik izan behar. Ibilgailuen marken arteko gerratearen jarraitzaileek ere ez dute eragozpenak izango bereganatzeko.

Argentinako kontsumitzaileek aukeratu dezakete marka eta modeloetan zer nahi duten, bata edo bestea. Baina, esan beharra dago, nahiz eta automotzioko industriak kaxa automatikoari lehentasuna eman, Argentinako kontsumitzaileek nahiago dutela eskuzko abiadura-kaxa.

Lehenik eta behin, jakin beharra dago oinarritzko ezberdintasuna –eta garrantzikoena– dela eskuzko ibilgailua edo automatikoa gidatzean, automatikoak ez daukala enbragerik eta aldaketak automatikoki egiten direla da.

Baina, zein dira bataren eta bestearen abantailak? Mariano Vegak, Peugeot etxeko aholkulari teknikoak-kontuan, izan beharreko zenbait ideia ematen ditu.

Automatikoa

Eskuzko abiadura-kaxa baino kontsumo handiagoa du, motorra minutuko bira altuetan eramaten duelako.

Mantentzea duenez erabilpen bizitza handia du. Modelo askotan, abiadura-kaxa automatikoaren olioia bizi osorako da. Oso arraroa da kaxa haustea.



↑ 3.93. irudia. Eskuzko abiadura-kaxaren palanka.

Abiadura-kaxak hondatzen badira, aldatzen dira. Marka batzuk bakarrik konpondu daitezke. Oso zaila izanten da haustea.

Gidariari erosotasuna eta *konforta* ematen dio. Hirietan edo zirkulazio handia dagoenean, abiadura-kaxa automatikoak oso egokiak dira.

Abiadura-kaxa automatikoa duen autoa eskuzkoa duena baino garestiago da, modelo berdina izanda ere. Abiadura-kaxa automatiko osoa aldatzea ere garestiagoa izaten da.

Eskuzkoa

Erregaiaren kontsumoa dela eta, eskuzko abiadura-kaxetan gidariak kontrola dezake. Erabaki dezake motorraren rpm-ak, autoaren kontsumo hobereana lortzeko.

Eskuzkoak hautsi egiten dira, automatikoak ez. Palierraren hauspoa, eusteko zirrindolak eta sinkronizatzaileak hondatzen dira. Horregatik, mantendu behar dira, eta automatikoak ez.

Nahiz eta argentinarrak eskuzko abiadura-kaxarekin disfrutatzen duten, trafiko handia dagoen hirietan ez da eroso, ezta gomendagarria ere.

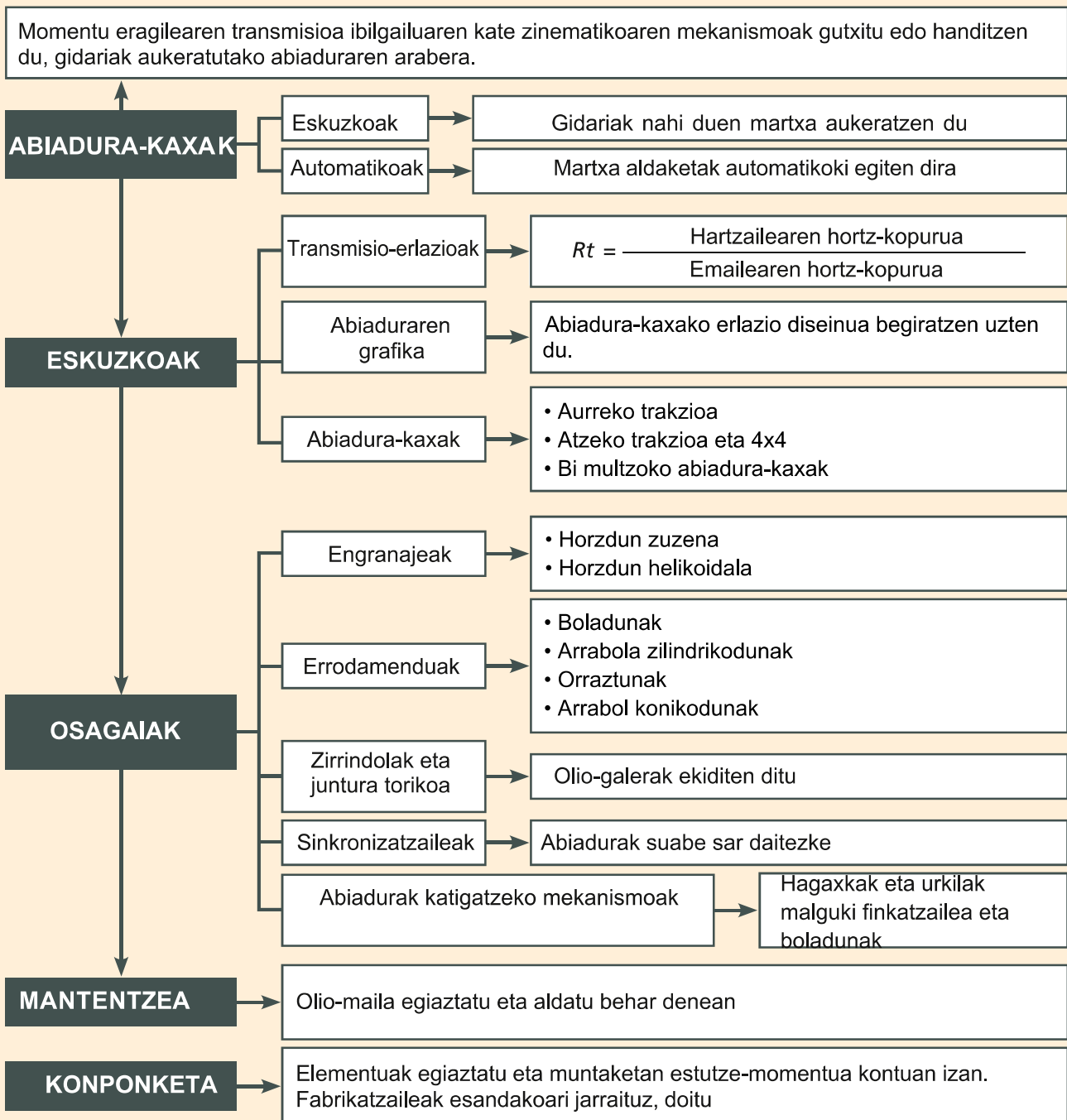
Autoa erosteko momentuan, merkeagoa da. Baita mantentzea eta ordezkatzeta ere.

Iturria, Alejandro Ortega–Los Andes, On Line



↑ 3.94. irudia. Abiadura-kaxa automatikoaren palanka.

LABURBILDUZ



Sar zaitetz interneten

- 1. Informazio gehiago aurkitu dezakezu web orrialde hauetan:
 - <www.automecanico.com>
 - <<http://webdelautomovil.com/2007/09/la-caja-de-cambios-manual-22>>
 - <www.autocity.com>