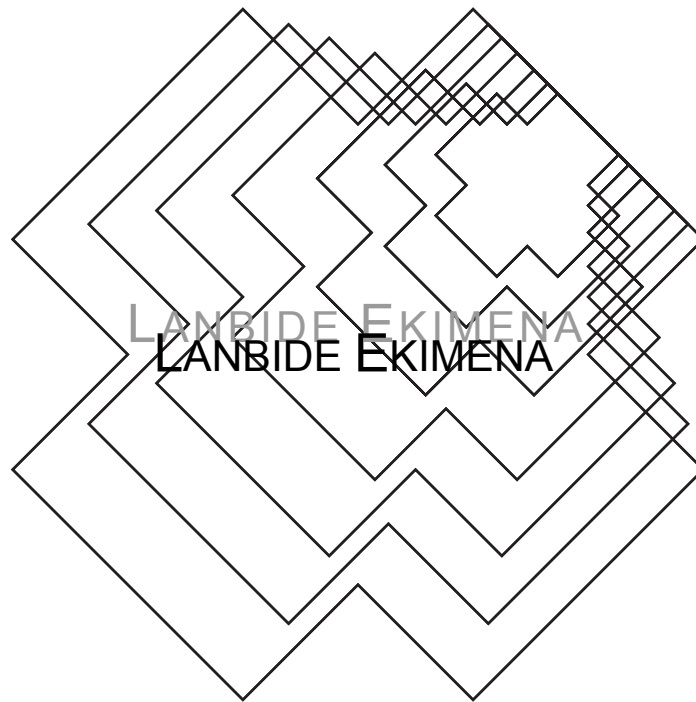




# Esekidura, direkzioa, trenen geometria eta gurpilak



LANBIDE  
EKIMENA



▣ *Proiektuaren bultzatzaileak*



▣ *Laguntzaileak*



Gipuzkoako Foru Aldundia  
Diputación Foral de Gipuzkoa  
Gizarte eta Erakunde Harremanetarako  
Departamentua

▣ *Hizkuntz koordinazioa*



hizkuntz  
ELHUYAR  
zerbitzuak

*Egilea(k):* SERRANO SARASA, SANTI

*Zuzenketak:* Elhuyar Hizkuntza Zerbitzuak

*Maketa:* Ainara Sarasketa

*Azalaren diseinua:* Naiara Beasain

**2006an prestatua**



## Aurkibidea

1. ESEKIDURA-SISTEMA ARRUNTA.....	2
1.1. Sistemaren zergatia.....	2
1.2. Helburuak .....	2
1.3. Esekiduraren kontzeptu orokorrak.....	2
1.4. Printzipio fisikoak.....	3
1.5. Esekiduraren osagaiak .....	5
1.6. Esekiduraren egitura motak.....	12
1.7. Esekidura motak .....	15
1.8. Esekiduraren matxura-sintomak.....	18
1.9. Esekidura multzoa aztertzen .....	18
1.10. Tailerreko lana .....	20
1.11. Multzoaren osagaiak aztertzen.....	29
2. ESEKIDURA BEREZIAK.....	31
2.1. Kontrolpeko esekidura .....	31
2.2. Hidropneumatikoa.....	36
2.3. Hidroaktiboa.....	48
2.4. Kulunkatzearen aurkako sistema: SC/CAR.....	51
3. DIREKZIO-SISTEMAK.....	58
3.1. Direkzioaren beharra .....	58
3.2. Torloju amaigabeko direkzioa.....	59
3.3. Kreailera-direkzioa.....	61

3.4.	Bolante-ardatza eta errotulak .....	62
3.5.	Direkzio lagundua .....	64
3.6.	Direkzio lagundu aldakorra .....	70
3.7.	Atzealdeko gurpilak orientatzeko sistemak .....	71
3.8.	Direkzio-sistemaren egiaztapenak eta matxuren diagnostikoa .....	74
4.	TRENEN GEOMETRIA.....	78
4.1.	Ardatzaren geometria .....	78
4.2.	Geometriaren kondizioak.....	89
4.3.	Deriba .....	90
4.4.	Automobilaren egonkortasuna.....	92
5.	GURPILAK .....	94
5.1.	Haguna .....	94
5.2.	Pneumatikoa .....	96
5.3.	Gurpilen oreka .....	108

# **Esekidura, direkzioa, trenen geometria eta gurpilak**

## 1 ESEKIDURA-SISTEMA ARRUNTA

### 1.1 Sistemaren zergatia

Terrenoaren irregulartasunak direla eta, gorako eta beherako mugimenduak sortzen dira etengabe ibilgailua ibiltzen den bitartean; zenbat eta azkarrago joan, orduan eta mugimendu gehiago nabaritzen da. Mugimendu horien ondorioz, kolpeak eta dardarak nabaritzen dira autoaren barneko aldean; horrek bidaiatzeko erosotasunik eza sortzen du alde batetik, eta ibilgailuak kalteak (higadurak eta itxura-aldaketak) jasotzen ditu, bestetik. Arazo horiek konpontzeko, esekidura-sistemak sortu ziren ibilgailuetan.

Esekidura-sistema karrozeriaren eta gurpilen artean kokatzen da, eta ezaugarri nagusia malgutasuna du. Horri esker, gurpilak terrenoaren irregulartasunetara egokitzen dira.

### 1.2 Helburuak

Esekiduraren bidez lortzen da:

- ✓ Alde batetik, **erosoago sentitzea** autoan goazela, sufritzen ibili barik.
- ✓ Bestetik, sistemak autoaren **egonkortasuna** bermatzen du; izan ere, karrozeria zenbat eta gutxiago desplazatu edo kulunkatu, orduan eta **segurtasun** handiagoz gobernatuko du gidariak automobila.
- ✓ Horretaz gainera, autoaren osagaiak kolpeetatik babestuago geratzen dira, eta, ondorioz, luza-roago jardun dezakete.

### 1.3 Esekiduraren kontzeptu orokorrak

Esekidurari buruz ari garenean kontuan izan beharreko elementuak bi multzotan bereiz ditzakegu:

- ✓ Batean izango ditugu lurrarekin kontakturik ez duten elementuak, esekita daudenak: karrozeria, propulzio multzoa, motorra, abiadura-kaxa..., bidaiariak eta zama.
- ✓ Bestean, berriz, pisua lurrean ezartzen dutenak: ardatza eta gurpilak.

Bada, aipatutako bi multzo horien artean kokatzen da esekidura-sistema, eta moteltze-efektua eragiten du.

**Esekiduraren eginkizuna.** Lehendabizi, esekita ez dagoen gurpilak lurreko oztopoa jo, eta malgukiak kolpea xurgatzen du. Hura igarotakoan, malgukia zabaldu egiten da, eta, ondorioz, lurraren kontra mugiarazten du gurpila. Horrela, kolpeak ez du eraginik izaten autoren barruan doazenentzat.

Autoak esekidura-sistematik ez balu, gurpiletan jasotako kolpea berehala nabarituko litzateke bastidorean eta karrozerian, eta eragozpenak sortuko lituzke bai bidaiariengan, bai eta mekanika-osagaietan ere.

Erosotasuna neurtzeko, bi aspektu izan behar ditugu kontuan: malgukiaren malgutasuna eta motel-gailuaren gogortasun-maila. Bi aspektu horien arabera, gehiago edo gutxiago irauten du oszilazioak. Motelgailuak jartzen dira, malgukia hainbeste hedatzea eragozteko eta oszilazioak txikitzeko.

## 1.4 Printzipio fisikoak

### Oszilazioak

Ikerketen arabera, auto barruan doan pertsona eroso sentitzeko, gehienez ere segundo bakoitzeko oszilazio batean ibili behar du autoak. Segundoko oszilazio gehiago sortzen badira, kitzikatu egiten da nerbio-sistema, eta, alderantziz, oszilazio oso gutxi sortzen badira, zorabioa ager daiteke. Hortaz, baieztatu daiteke minutuko 30-60 oszilazio dituen esekidura ona dela.

Karrozeriaren desplazamenduan, norabide bereko eta kontrako noranzkoko indarra eragiten du malgukiak jasaten duen pisuak, eta, indar horien ondorioz, **oszilazioa** sortzen da; malgukiak zenbateko malgutasuna duen, gehiago edo gutxiago iraungo du oszilazio horrek —periodo bat izango du—. Ekuazio hauen bidez kalkula dezakegu periodoa malgutasun-koefizientea eta pisua zenbatekoak diren jakinda:

Pendulu sinplean:

$$T = 2n\sqrt{\frac{h}{g}}$$

$T$  = periodoa (s-tan),  $h$  = deformazioa (m-tan),  $g$  = grabitatearen azelerazioa (m/s<sup>2</sup>-tan)



► **Malgutasun koefizientea jakinda**

Higidura oszilakorrean, malguki batek jasaten duen indarra eta luzapena zuzenki proportzionalak dira: proportzionaltasun-konstanteari **malgutasun-koefiziente** deritzo:

$$K = \frac{P}{h}$$

$K$  = malgutasun-koefizientea,  $P$  = malgukiak jasan beharreko pisua,  $h$  = deformazioa

Hauxe dugu periodoa ( $T$ ):

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{P}{K \cdot g}}$$

Masa  $m = P \cdot g$  dela jakinda, hauxe ondorioztatuko dugu:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{P}{K \cdot g}} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{m \cdot K}$$

$f$  frekuentzia periodoaren alderantzizkoa denez:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}}$$

## 1.5 Esekiduraren osagaiak

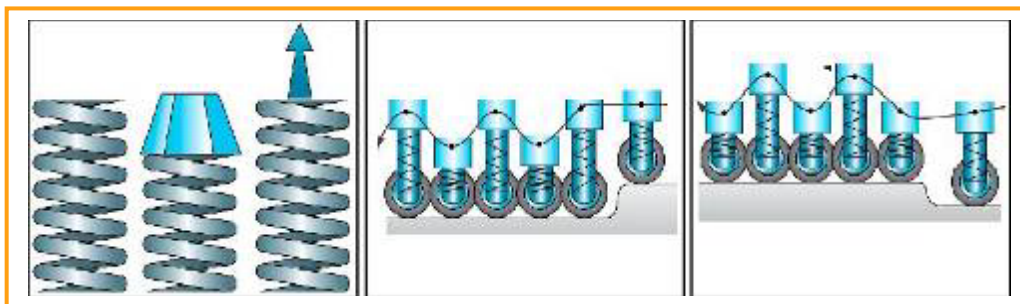
### ■ Malgukiak

Malgukia altzairuzko hari bat da, helize gisa eratua, eta itxura askotakoa izan daiteke; muturrak lauak ditu, karrozeriarekin ondo lotu ahal izateko. Malgukiaren funtsezko ezaugarriak dira hariaren diametroa, altuera eta kanpoko diametroa.

Malgukiaren malgutasuna honako elementu hauek baldintzatzen dute: hariaren diametroak, bira kopuruak, inklinazio-angeluak eta, azkenik, altzairuaren kalitateak.

Malguki konikoek malgutasun progresiboa lortzen dute; alegia, zamatuta egon arren, eutsi egiten diote hasierako malgutasunari.

Malgukiak oso ahulak izaten dira esekiduraren luzetarako desplazamenduetarako. Hori dela eta, bieletak jartzen dira sistemari tinkotasuna emateko, eta errodadura-trena karrozeriarekiko desplazatu ez dadin.



### ■ Baleztak

Malguki mota bat da balezta, altzairuzko orriz osatua; orriok bata bestearen gainean kokatuta daude baleztetan. Baleztak malguak dira, jakina, baina oso esfortzu handiak jasan ditzakete.

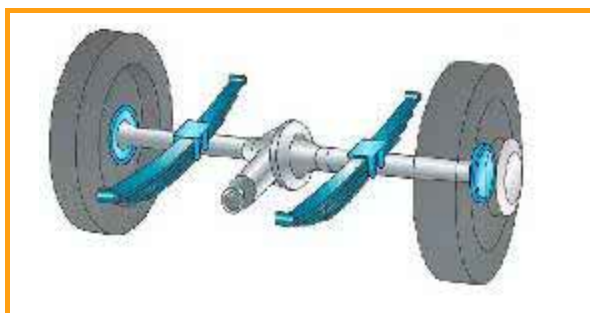
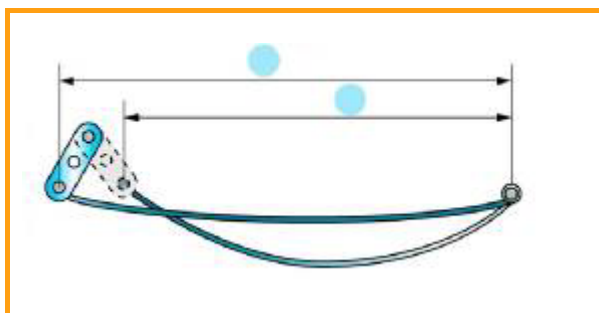
Orririk luzeenak —*nagusi* (gazt. *maestra*) du izena— kurbatuak ditu bi muturrak, eta buloi banaz lotzen dira karrozeriara. Jarraian dagoen orriak 'besarkatu' egiten ditu bi muturrak neurri batean. Gainerakoak konkortuagoak dira, eta zenbat eta nagusitik urrunago egon, hainbat eta laburragoak dira.

Erdian *balezta-torloju* (gazt. *capuchino*) izenekoa jartzen da orri guztiak batzeko, eta luzeenei brida batzuen bidez lerrokatuta eusten zaie. Orri-tarteetan koipez igurtziriko plastiko fin bat kokatzen da, haien artean sortzen den marruskadura (gorako eta beherako mugimenduek eragindakoa) arintzeko.

Orrien luzerak, zabalerak eta kopuruak definitzen dituzte baleztaren ezaugarriak. Izan ere, zama barik dagoenean, muturren arteko tartea (*gezia*) luzeagoa da zamatuta dagoenean geratzen den tartea baino. Bada, baleztaren malgutasuna neurtzeko, 100 kg-ko zama jarri, eta ikusi behar da zenbat milimetro laburtzen den aipaturiko *gezia*.



Lehen aipatu den bezala, baleztak bi euskarri ditu karrozeriarekin lotzeko; *silentblock* mekanismoaren bidez lotuta daude. Euskarrietako bat finkoa da, eta bestea, berriz, mugikorra. Baleztak itxura kurbatua du, eta, lurraren irregulartasunak eraginda, zuzen jartzeko joera du. Eragin horrek *geziaren* luzera aldatzen duenez, *bikiak* izeneko mekanismo bat jarri behar da, artikulazio-jokoa egiteko. Mekanismo hori nolakoa den ikusi ahal da irudian: bi zulo dituen artikulazio moduko bat da, eta normalean atzeko aldean kokatzen da.



### Tortsio-barrak

Autoen hainbat modelotan, tortsio-barrak jartzen dira malgukien ordean. Izatez, bihurritu daitekeen altzairuzko haga bat da tortsio-barra. Hagak ildaskatuak ditu bi muturrak; horrela, mutur bakoitza bere tokian kokatzen da. Hain zuzen ere, bata karrozeriarekin lotzen da, eta bestea, gorabeherako mugimenduari jarraitzen dion esekidura-besoarekin. Gurpilen oszilazioek bihurritu egiten dituzte barrak, baina, altzairuaren berezitasunak eraginda, bere *onera* etortzen dira berriro, malguki-efektua sortuz.



Aurreko irudian ikusten denez, esekidura-barrak luzetara jarrita daude aurrean; atzeko aldean, berriz, zeharka.

Oro har, sistema honekin gorago edo beherago egokitu daiteke karrozeria.

## Motelgailuak

Jakina da malgukia, zapaldu ondoren, zabaldu egiten dela aske geratzen denean. Baina oszilazioa ez da berehalakoan eteten, nahiz eta txikitzen joan. Oszilazio horiek isla dute karrozerian, eta autoaren barruko bidaiariek ere nabaritzen dituzte.

Arazo hori konpontzeko, motelgailuak ditugu. Horien eginkizuna da oszilazioek eragiten dituzten gora-beherak berenganatzea (eta moteltzea).

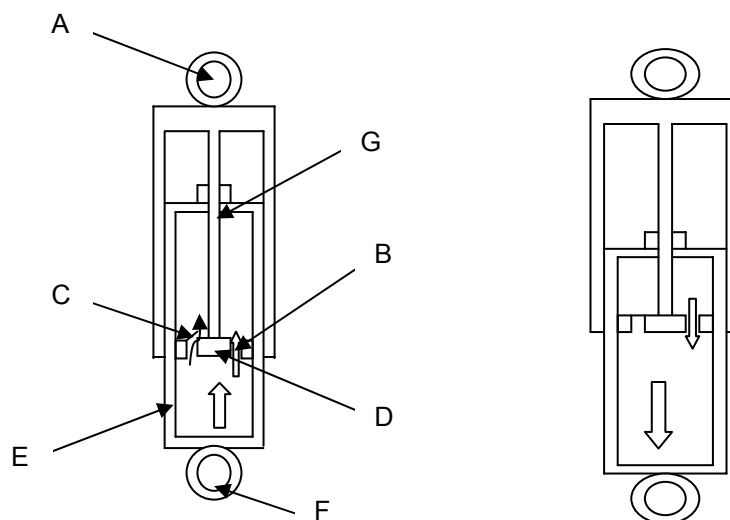
Gaur egungo motelgailuak hidraulikoak izaten dira (funtsean, likido bat zulo batetik pasatzeko gai edo ez-gai —zenbateko likatasuna duen— izatean oinarritzen da hidraulikotasuna).

### ► Efektu bakuneko motelgailua

Motelgailu mota honek malgukia zabaltzean bakarrik moteltzen ditu oszilazioak.

### ► Efektu bikoitzeko motelgailua

Motelgailu mota honek malgukia zabaltzean zein konprimitzean moteltzen ditu oszilazioak.



Goiko irudian, motelgailuak nola funtzionatzen duen ikus daiteke (erakusten dena motelgailu hidrauliko teleskopikoa da). D pistoia E zilindroan zehar desplazatzen da; mutur batetik, E zilindroaren gorputza gurpilaren aldean lotzen da F buloiaren bidez; bestetik, A buloiak —pistoiarekin lotura duenak, hain zuzen ere— karrozeriarekin bat egiten du. D pistoia bi ganberatan bereizten du zilindroa, eta ganbera horiek C eta B balbulen bidez komunikatzen dira.

**FUNTZIONAMENDUA:**

- ✓ **Motelgailua konprimitzean:** oztopo bat dela medio gurpila altxatzen denean, E zilindroa igotzen da, baina G hagak eta pistoiak geldirik irauten dute. Hori dela eta, beheko ganberako olioak goikora pasatzen da C eta B balbuletan zehar. Olioak pasabide estu horietatik igarotzeak moteltasuna ematen dio esekidura-sistemari.
- ✓ **Motelgailua zabaltzean:** gurpilak traba gainditzen duenean, malgukia zabaltzen da. E zilindroa jaitsi, eta, ondorioz, goiko ganberako olioak beheko ganberara pasatzen da, baina B zulotik bakarrik oraingoan. Izan ere, hori gertatzean, C balbulak olioaren pasabidea ixten du. Horrela, motelgailuak erresistentzia txikiagoa eragiten du konprimitzeko fasean zabaltzean baino. Dena dela, motelgailuak bi faseetan moteltzen du, eta horra zergatik duen *efektu bikoitzeko motelgailu* izena.

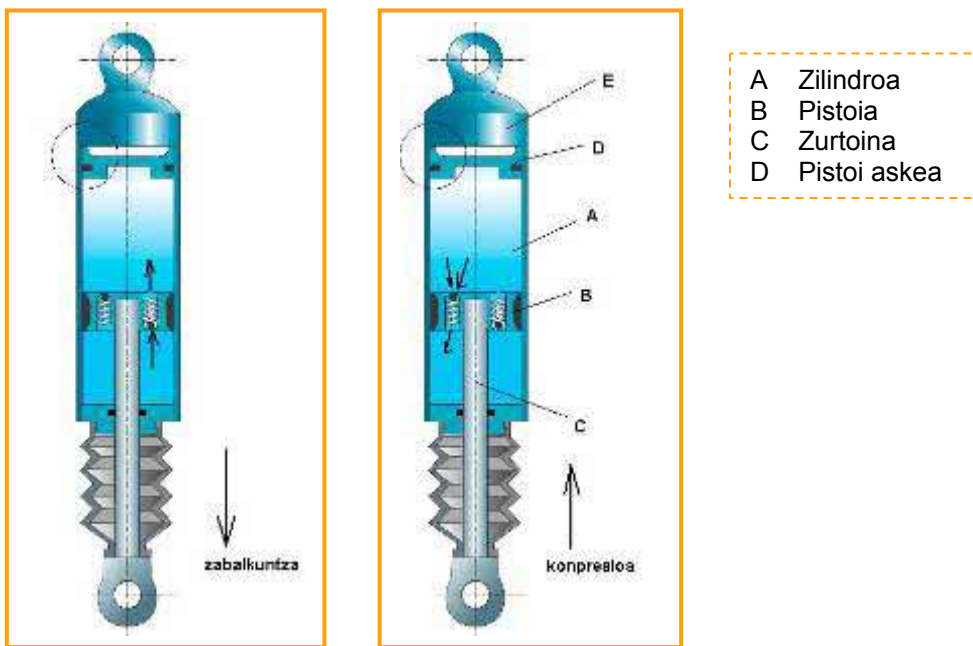
Aurreko irudian ikusten denez, goiko ganberako bolumena behekoarena baino txikiagoa da. Izan ere, goiko ganberan G hagak —pistoiari eusten dionak— betetzen duen bolumenagatik da txikiagoa ganbera bera. Hori dela eta, motelgailua konprimitzean, olio guztia ezin izango da igaro beheko ganberatik goikora. Ondorioz, motelgailuak oztopoa izango du fase horretan funtzionatzeko.

Arazoa konpontzeko, A hedapen-ganbera, C balbularen bitartez, B ganberarekin lotzen da. Horrela, motelgailua ixtean, goiko ganberako bolumen eskasiagatik hartu ezin daitekeen olioak, hedapen-ganberara pasatzen da. Zabaltzen denean, berriz, kontrakoa gertatzen da: hedapen-ganberatik olioak berreskuratuta, B ganberara igarotzen da, eta bien arteko bolumenaren aldea konpentsatzen da hala.

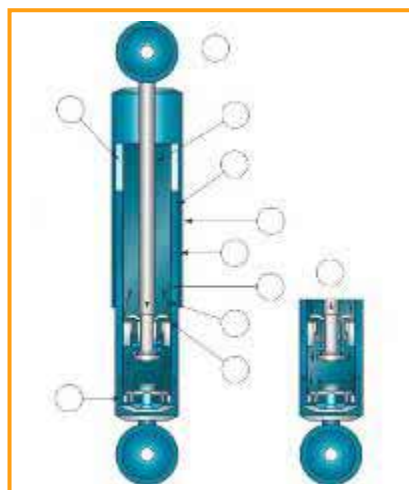
Pistoiko balbulen irekiguneak zabaltzen edo estutuz gero, aldatu egiten da motelgailuaren gogortasuna; hau da, zuloak txikituz gero, olioak nekezago igaroko da ganbera batetik bestera, eta horrek ekarriko du bai esekidura gogortzea, bai eta ibilgailua egonkorragoa izatea ere. Zuloak zabaltuz gero, ostera, esekidura erosoagoa egingo dugu. Hori kontutan hartuta, ibilgailu mota bakoitzari esekidura zehatz bat egokitzen zaio; hala nola kirol-automobilek esekidura gogorra izango dute, eta utilitarioek bigunagoa izango dute. Horrez gainera, norberak, duen gidatzeko gustuaren arabera, esekiduraren gogortasuna alda dezake aipatutako balbulen olio-pasatzea doitu.

Bestalde, jakina da tenperatura altuak mehetu egiten duela olioak; beraz, olioak, berotzen denean, traba gutxiago izaten du balbuletatik pasatzeko. Horregatik, bidaiak luze bat egiten dugunean, berotzeko astia ematen diogu autoari, eta esekidurak leuntzeko joera izaten du. Gauza bera gertatzen da giroko tenperaturarekin: neguan, gogor nabaritzen dugu esekidura; udan, berriz, ez hain gogor. Horregatik, motelgailu mota batzuek termostatoak izaten dituzte barrualdean, eta, olioak berotu edo hoztu ahala, horietan arduratzen dira balbulen pasabidea ixteaz edo zabaltzeaz.

Gaur egun, ganberako bolumena aldatzen duten motelgailuak erabili ohi dira. Hurrengo irudian ikusten denez, presiopian dagoen gas-ganbera bat, E, gehitu zaio motelgailu arrunt bati. Gasa eta olioak bereizten dituen D pistoi askea ere jarri zaio. Motelgailua konprimitzen denean, haga dela eta, sartu ezin den olioak gora eragiten dio pistoi askeari, eta ganberako gasa konprimitu egiten da. Motelgailua zabaltzean, alderantziz gertatzen da: pistoia jaitsi eta gas apur bat askatzen da, harik eta lehengo bolumena iritsi arte. Horrela, bolumenaren desfasea konpentsatu egiten da. Beroaren eraginagatik olioan sortzen den bolumen-aldaketa ere konpentsatzen du motelgailu horrek.



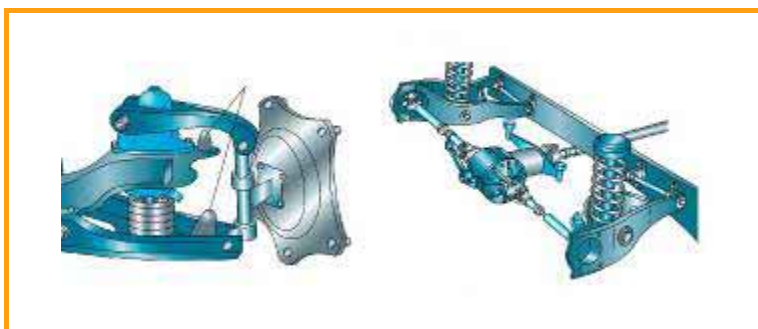
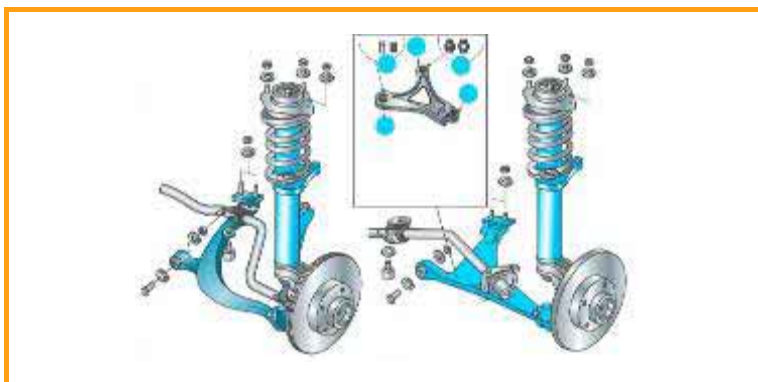
Beste mota bat alboko irudian ikusi ahal da. Honetan, gasa hedapen-ganberan dago, eta ez dago inolako pistoirik. Aurrekoak bezala funtzionatzen du.



## Besoak

Besoei, antzina, trapezio deitzen zieten —forma hori baitzuten—, baina itxura askotako altzairuzko osagaiak izaten dira gaur egun. Gehienetan, esekidura independenteetan jartzen dira, eta bastidorea eta gurpilak lotzea da haien eginkizuna. Esekiduraren beste osagaiak horren gainean antolatzen dira, hala nola malgukiak, motelgailuak...

Besoak bi eratara antolatu ahal dira ibilgailuan: zeharka edo luzetara.



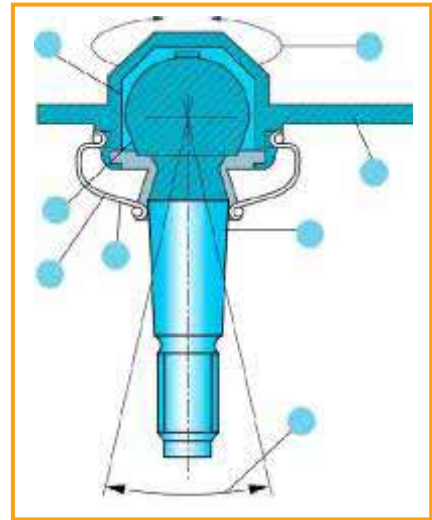
Funtsean, gurpiletan gertatzen den motorraren bultzada besoen bidez transmititzen da, eta, bide batez, esekiduran sortzen diren gorabeherako mugimenduei jarraitzen die. Mugimendu horiek karrozeriara transmititzean neurri handi batean xurgatu daitezten (hots, zarata gutxitu dadin), *silentbloc* izeneko osagaiak jartzen dira besoen eta bastidorearen artean.

*Silentbloc*-ak bata bestearen barruan sartutako burdinazko bi zilindro dira: batak, kanpokoak, bastidorearekin du lotura; besteak, barrukoak, besoarekin. Bi zilindroen artean, kautuzko elementu bat jartzen da —batzuetan, olioarekin jar daiteke—, lotura malgua izateko. Horrela, gurpilek jasotzen dituzten kolpeak xurgatu egiten dira.



### ■ Errotulak

Besoa mangetarekin lotzeko, errotula jartzen da aurreko gurpiletan. Izan ere, lehen aipatutako esekidura-erreakzioez gainera, gurpilek orientatu ere egin behar dira; hau da, mangeta inguruan bira-mugimendua gauzatu behar da. Errotula, funtsean, kokaleku batean dagoen burdinazko esfera bat da, eta koipeztatuta egoten da bira-higidura errazteko. Errotula babesteko, zikina barruko koipearekin ez nahastearren, hura estaltzen duen hauts-babes bat jartzen zaio. Aipatutako errotularen kokalekua, kaxa, besoaren muturrearekin lotuta dago, alde batetik, eta bestetik, errotularen bernoia mangetan dagoen kokalekuan lotzen da, eta tinkatuta geratzen da daukan kono moduko asentuari esker.



### ■ Tiranteak

Tiranteak altzairuzko hagak edo besoak dira. Esekidura-sistemaren eta ibilgailuaren bastidorearen artean kokatzen dira, eta muturrak euskarri malguen bidez lotzen dira. Tiranteen eginkizuna da gurpiletako trakzioa autoari transmititzea. Horrez gainera, tiranteek beste eginkizun batzuetan ere izaten dute eragina, hala nola erreakzio-esfortzuetan eta balaztatzeetan.

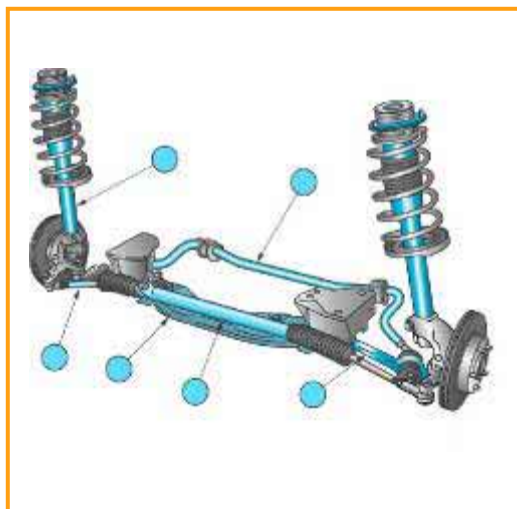




## ■ Barra egonkortzailea

Barra egonkortzailea da bihurritu daitekeen haga bat, altzairuzkoa, eta aurreko zein atzeko ardatzetan jarri daitekeena. Irudian ikus daitekeenez, haren muturrek, euskarri malguen bidez, esekidura multzoak lotzen dituzte, eta erdiko aldea, bi bridaren bitartez, bastidorera lotuta geratzen da.

Autoak bihurgune bat hartzen duenean, indar zentrifugoak eraginda, karrozeria alde batera makurtzen da, eta kanpoaldeko gurpilek jasotzen dute pisua. Autoa alde batera gehiegi makurtu ez dadin —alegia, egonkorrago egon dadin—, barra egonkortzaileak ezker eta eskuineko esekidura multzoak uztartzen ditu.



Lehen esan bezala, ibilgailua bihurgune batean doala, kanpoko gurpilen aldean beherantz egiten du karrozeriak, eta, horrekin batera, alde horretako barraren zatiak ere bai, esekidura-besoarekin lotuta baitago. Barruko aldeko gurpilek, berriz, gorantz egiten dute, baita haien esekidura-besoak ere. Hortaz, barraren zati bat beherantz badoa eta bestea gorantz, torsio-efektua sortzen da, eta barra bihurritzeko joera agertzen da. Hagak ez bihurritzeko duen erreakzio-indarrak karrozerian du isla, eta horrek duen makurtzeko joera murriztuta geratzen da. Barra egonkortzailea zenbat eta sendoagoa izan, orduan eta gutxiago makurtuko da karrozeria, eta horizontaltasunari eutsiko dio. Horrela, ibilgailuak egonkorrago hartuko du bihurgunea.

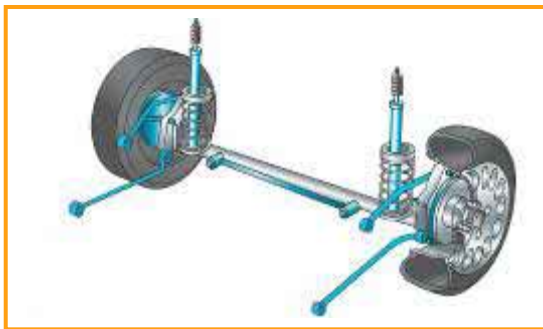
## 1.6 Esekiduraren egitura motak

### ■ Esekidura zurruna

Esekidura zurrunean, ardatz bereko gurpilek barra zurrun baten bidez lotuta daude, eta autoaren karrozeria barra horren gainean ezartzen da, esekidura-sistema tartean dagoela. Sistema honen ezaugarria da alde bateko gurpilearen mugimenduak isla duela beste aldeko gurpilean. Oztopo bat igarotzean, karrozerian ez da horizontaltasuna gordetzen, eta, grabitate-zentroa desplazatu egiten denez, autoaren egonkortasuna gutxitu egiten da.

Irudian bi eredu ikusten dira:

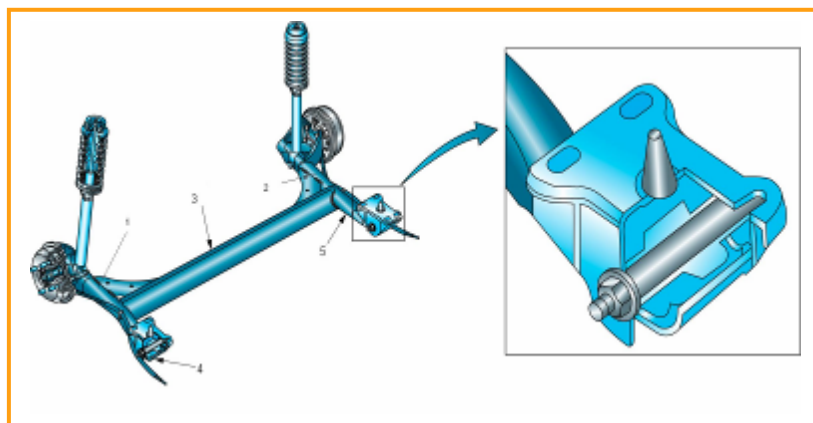
Irudi honetan, gurpilei propulzioa ematen dien ardatz zurruna dugu. Motorretik datorren biraketa ardatzetik bi palierretara transmititzen da, engranaje konikoaren bidez. Aipatzekoa da tronpeta-tutak eta diferenzial-kaxak osatzen duten kokalekuan gordeta daudela engranaje konikoa eta palierak. Aipaturiko kokalekuaren gainean, karrozeria ezartzen da, eta esekidura-sistema —alegia, baleztak— tartean kokatzen da.



Irudi honetan, baleztak eraman beharrean, malgukiak daramatza esekidurak. Honek aurrekoaren eginkizun bera betetzen badu ere, egitura aldetik ezberdina da; izan ere, baleztaren ordean malgukiak dauzka. Luzetarako eta alboetarako mugimenduetan ardatzaren karrozeriaren lotura bermatzeko, alboetan eta erdiko aldean tiranteak ezartzen dira.

### ■ Esekidura erdizurruna

Esekidura erdizurrunak aurreko zurrunaren eta esekidura independentearen tarteko eginkizuna betetzen du, eta horiek dituzten abantailak biltzen ditu: gogortasuna eta, bide batez, *sentikortasuna*. Halaber, esekidura erdizurruneko ardatzak daukan egituragatik, barra egonkortzaileraren eginkizuna lortzen da. Kasu honetan, jakina, ez dago barra hori jarri beharrik.



Gaur egun, automobiletan asko erabiltzen da ardatz erdizurruna duen esekidura. Irudian ikus daiteenez, 1 eta 2 besoek bat egiten dute zeharka dagoen 3 ardatzarekin, *beso arrastatudun ardatz* izenekoekin, hain zuzen ere. Multzo hori xasisarekin lotuta dago 4 eta 5 euskarri malguen bitartez, eta baskulatu egiten du toki horietan bertan. Azkenik, beso-muturretan motelgailuak eta malgukiak jartzen dira, gora-beherako mugimendua moteltzeko.

Modelo honetan, malgukien ordeztu, tortsio-barrak dira elementu malguak. Hemen, I eta J tortsio-barrak bata bestearen jarraian jartzen dira, eta D eta C tutuek babesten dituzte, hurrenez hurren. Bata bestearen barruan sartuak ditugu tutu horiek, eta haien artean A eta B marruskadura-zorroak kokatzen dira. Tutu bakoitza E eta F esekidura-besoekin batuta dago, eta, halaber, besoak H eta G euskarrietan artikulatzen dira zorro malguen bidez. Euskarri horiek ere xasisean lotzen dira, eta, horietan bertan, tortsio-barrak beren kanpoko muturrean antolatzen dira ildasken bidez.

Irudiko esekidura-sistema, *Dion* izeneko, esekidura erdizurrunaren familian sartzen den arren, aurrekoekin zeharo ezberdina da egitura aldetik. Mota honetan, traxzioa dute gurpilek; izan ere, motorretik datorren biraketa gurpiletara transmititzen da engranaje koniko baten eta bi palierren bitartez. Diferentziala lotuta dago autoaren xasisarekin; alegia, autoaren masa esekiaren parte da.



Sistemari izena ematen dion ardatzak bi gurpilek lotzen ditu, eta, aldi berean, xasisarekin batzen da. Besoek gurpilen gora-beherako mugimenduekin batera baskulatzen dute, 8 eta 5 euskarrietan. Palierrek giltzadurak dituzte, esekiduraren mugimenduari jarraitzeko.

### ■ Esekidura independentea

Gaur egun, esekidura independentea erabiltzen da gehien aurreko aldeko gurpilen esekiduretan. Esekidura mota honetan, gurpil baten gorabeherak ez dauka eraginik bestean. Ondorioz, bi gurpilek hobeto heltzen diote lurrari, karrozeria ez da-eta hainbeste desplazatzen. Ardatzik ez duenez, esekidura zurruna baino arinagoa da, eta, horrenbestez, txikiagoa da karrozeriari transmititzen zaion pisua.

Esekidura independentea zurruna baino hobea da, honako arrazoi hauengatik:

- ✓ Independentea den aldetik, gurpil baten mugimenduak edo bibrazioak ez du eraginik bestean.
- ✓ Pisu txikiagoa izaten du; izan ere, ardatzaren ordeztu, besoak ditu.
- ✓ Sistemak hobeto moteltzen ditu gurpilek jasandako kolpeak (erosotasun handiagoa ematen du).
- ✓ Automobila egonkorragoa da.

## 1.7 Esekidura motak

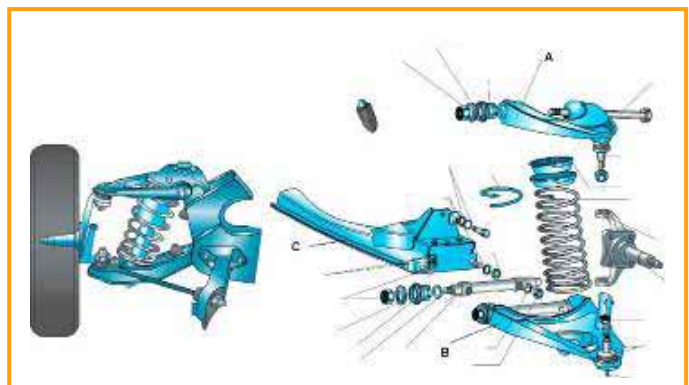
Esekidura motari buruz ari garela, automobilak duen berariazko sistema aztertzea da helburua. Autoaren esekiduraren egitura mota zurruna, erdizurruna, edota independentea izan daiteke; bakoitzak, baina, modelo zehatza ekipatuko du. Horixe aztertuko dugu, hain zuzen ere: esekidura motak eta haien ezaugarriak.

### Beso giltzatudun esekidura

Esekidura independente hau automobilaren aurreko ardatzean ipintzen da. Esekidura honek bi beso ditu (A eta B), bata bestearen gainean jarriak. Besoek baskulatu egiten dute karrozeriarekin lotzen diren aldean, eta pibotatu tartean jarritako *silentbloc*-en bitartez. Besoak, beste aldean, mangetarekin lotuta daude esekidura-errotulen bitartez: horrela, gurpilak orientatu egiten dira. Beheko besoaren eta karrozeriaren artean, tirante bat dugu multzoari tinko eusteko, bai eta malguki bat ere B besoaren gainean eta xasisaren artean (barruan motelgailua darama). Esekidura-elementu horiek xurgatzen dituzte zoruaren irregulartasunak.

Aurreko esekiduraren antzekoa dugu modelo hau ere. Bata eta bestea alderatuz gero, ikus dezakegu honetan beste elementu bat gehiago dagoela: palierra. Izan ere, automobil honek aurreko gurpiletan dauka trakzioa, eta, palierrak besoaren arteko lekua betetzen duenez, goiko besoan kokatzen da motelgailua. Beraz, motelgailua H artikulazioaren bidez goiko besoaren eta karrozeriaren artean ezarri, eta malgukia motelgailuaren eta karrozeriaren artean kokatzen da. Malguki horrek I euskarria izaten du karrozeriaren aldean, eta F euskarria, motelgailuaren aldean.

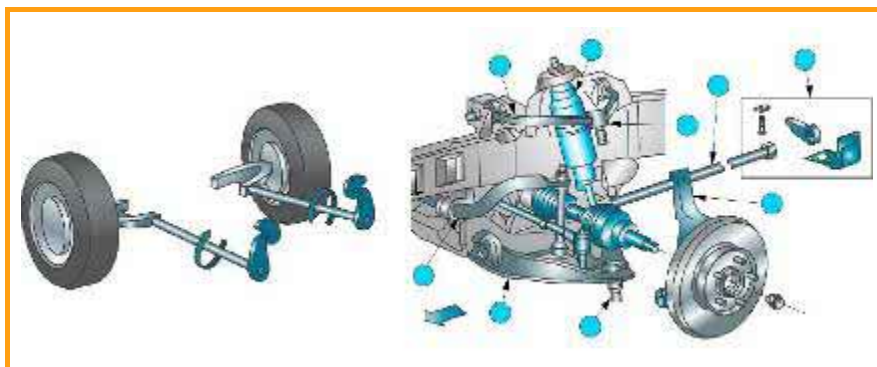
Aipatutako esekidura ibilgailuaren aurreko aldean kokatu arren, atzeko ardatzetan ere ipin daiteke esekidura independentea. Aurreko irudian, esaterako, 1 besoa eta 2 bieleta *uve* itxuran ipintzen dira karrozerian, artikulazio malguen bitartez. Bieleta eta besoa batzen diren tokian, gurpilaren abatza kokatzen da, eta besoaren eta karrozeriaren artean, motelgailua eta malgukia ditugu.



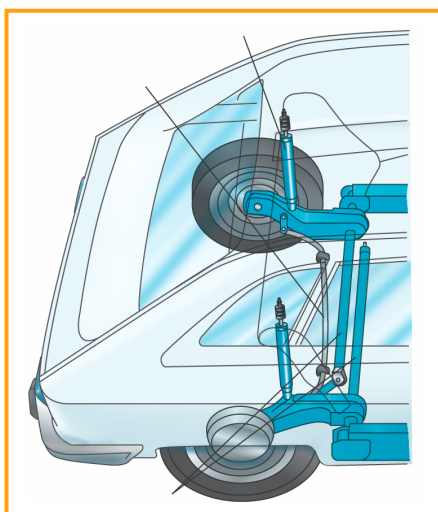
Aurrekoa bezala, esekidura mota hau ere atzeko ardatzetan jartzen da. Beheko besoa karrozeriarekiko zeharka jartzen da, eta *silentbloc*-en bitartez pibotatzen du. Beste modeloetan bezala, esekidura honen osagaiak besoaren gainean jartzen dira, karrozeriari eusten diotela. Esekidura honek ahulago jokatzen du luzetarako desplazamenduetan; horregatik, multzoari tinkotasuna emateko, karrozeriarekin lotzeko, 6 bieletak ipintzen dira.

## Tortsio-barradun esekidura

Antzinako automobilek, Renault markakoek gehienbat, sistema hau erabiltzen zuten, malgukien ordeztortsio-barrak dituenak. Esekidura independente hau aurreko ardatzean jartzen da autoetan. Mota honek ere bi beso ditu (goikoa eta behekoa); biek karrozerian pibotatzen dute, *silentbloc*-ez bitartez, esekiduraren goitibeherako oszilazioetan. Mangeta-besoekin errotulen bidez lotzen da gurpila orientatzeko. Baina, besteetan ez bezala, karrozeriarekin lotzen duen beheko besotik tortsio-barra abiatzen da, luzetara jarrita eta xasisarekin puntu batean lotuta. Tortsio-barra besoarekin eta xasisarekin lotzen da ildasken bidez. Gurpilak gorantz egiten duenean, mangetak ere hala egiten du, eta zeregin horretan besoak pibotatu egiten du karrozeriarekin lotzen duten artikulazioetan. Horrela, tortsio-barra bihurritu egiten da, malguki baten antzera. Oztopoa gainditutakoan, gurpila behera doa, eta tortsio-barrak lehengora itzultzen laguntzen du.



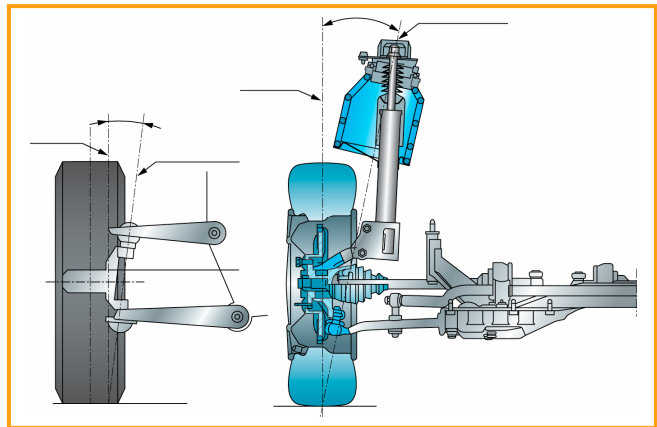
Sistema honen bitartez doitu daiteke karrozeriaren altuera.



Irudiko tortsio-barradun esekidura hau autoaren atzeko ardatzean ezartzen da, eta, aurrekoan ez bezala, erdizurrunen artean sailkatzen da: esekidura erdizurrunen atalean azaldu dugun funtzionamenduaren antzekoa du.

## Mac Pherson

Esekidura-sistemen artean gehien erabiltzen dena *Mac Pherson* izenekoa dugu: esekidura independentea da, eta aurreko ardatzean jartzen da. Irudiarri erreparatuta, beheko 1 esekidura-besoak karrozeriarekin bat egiten du, A artikulazioaren bidez; eta besoaren beste muturrak, berriz, 2 mangetarekin errotularen bitartez. Esekidura multzoak karrozeria eta mangeta batzen ditu: 3 motelgailuaren beheko aldea mangetan ezartzen da; eta goian, berriz,

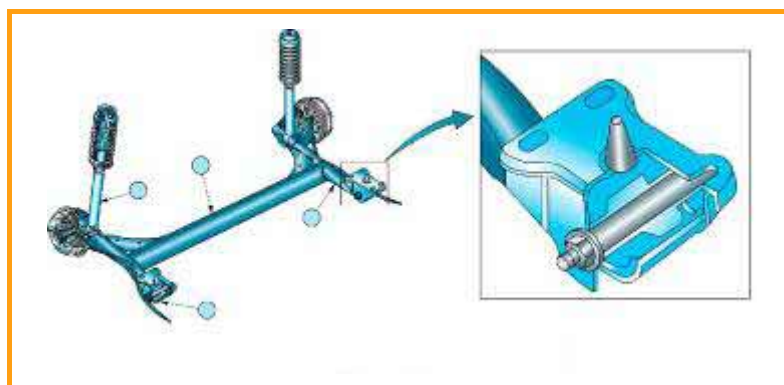


7 xasisarekin lotzen da, 6 errodamenduaren bitartez. Malgukia karrozeriaren eta mangetaren artean tartekatzen da, eta motelgailuarekin multzo tinko bat osatzen du. Horrela, malgukiak gurpilaren gorabeherako mugimenduak xurgatzen ditu, eta motelgailuak oszilazioak apaltzen.

Direkzioa honela orientatzen da: esekidura multzoa karrozeriarekin (errodamendu bati esker) batzen den tokiaren eta beheko besoko errotularen artean.

Badugu beste *Mac pherson* mota bat ere, esekiduraren osagaiak beste era batera antolatzen dituen, irudian ikusten dena, hain zuzen ere. Horretan, 5 errodamendu axiala motelgailuan dagoen 6 euskarriaren gainean ezartzen da. Eta azken hori 4 plateraren gainean ezartzen da; horrela, 4 eta 2 plateren artean kokatzen da malgukia. 2 plateraren eta karrozeriaren artean, 1 euskarria tartekatzen da. Esekidura mota horretan, multzo osoa biratu beharrean, motelgailua bakarrik biratzen da 5 errodamenduaren gainean, eta malgukia geldirik egoten da.

Irudian, atzeko ardatzean jarrita, *Mac pherson* esekidura mota daukagu, *beso arrastatudun* esekiduraren gainean.





## 1.8 Esekidura-sistemaren matxura-sintomak

Esekidura behar den moduan ez badabil, ibilgailua martxan doala antzematen zaio normalean. Komentario ohikoenak hauek izaten dira: “autoa bigunegi doa”, “bihurguneetan ez dio zoruari heltzen, eta joan egiten da”, “zarata ateratzen du”... Bada, gidariak igartzen dituen sintomak aztertuz gero, ondoriozta dezakegu zein den matxura:

### Esekidura bigunegia

Elementu malguk (malgukiak, baleztak edo tortsio-barrak) tentsioa galdu duten seinale izan daiteke. Horixe gertatzen zaie, denborak aurrera egin ahala, etengabe zama handiekin ibiltzen diren autoei. Motelgailuak bere moteltze-efektua galtzea izan daiteke beste matxura bat. Edozein kasutan, akatsa duen osagaia aldatzea da soluzioa.

### Esekidura gogorregia

Esekidura-sistemako osagai artikulatuetako bat gogortuta dagoenean sortzen da arazo hau, eta, normalean, pieza zaharregia delako sortzen da. Matxuratutako osagaia aldatu behar izaten da.

### Zaratak esekidura-sisteman

*Silentbloc* deituriko euskarri malguetan edo errotulak dituen edozein osagaitan sor daiteke zarata; esate baterako, besoetan, motelgailuetan, barra egonkortzaileetan eta abarretan. Kasu bakoitzean zarata sortzen duen elementua aurkitu eta aldatu behar izaten da.

### Bibrazioak esekidura-sisteman

Elementuren bat lasaitu, deformatu edo desitxuratzen denean, bibrazioak sortzen dira. Batez ere, besoetan, gupilen errodamenduetan eta motelgailuen euskarrietan igartzen dira.

## 1.9 Esekidura multzoa aztertzen

Aipaturiko sintomak aintzat hartuta, zenbait proba egin behar ditugu makina hauen bitartez:

## 1 lasaiera-detektagailua

Tresna honek hainbat piezaren lasaiera aztertzen du. Ibilgailua makinan egoki jarritakoan, honako atal hauek aztertzeko balio digu:

### ▶ Esekiduran

- ✓ Errotulak
- ✓ Besoen euskarriak
- ✓ Tiranteen euskarriak
- ✓ Motelgailuen euskarriak
- ✓ Barra egonkortzailearen euskarriak

### ▶ Transmisioan

- ✓ Palierraren torlojua ongi estututa ote dagoen.

### ▶ Direkzioan

- ✓ Direkzio-errotulak

Lasaiera-detektagailua **1 2 3 4 5**

## 2 esekidura-bankua

Banku honetan, esekidura-sistemaren parametroak neurtzen dira, eta, horren arabera, sistemaren diagnosia egiten da, balio nominaletan oinarrituta.

Neurketa egin aurretik, puztu egin behar dira pneumatikoak, dagokien presioan jartzeko, eta, gero, ondo jarri makinan automobila.

Azterketa egin eta gero, ateratako emaitzak datu hauekin alderatu behar dira:



▶ **Zorurekiko itsaspena (ehunekoetan)**

- ✓ 0-19: eskasa
- ✓ 20-39: ertaina
- ✓ 40-59: ona
- ✓ 60-99: oso ona

Oharra: ardatz bereko gurpil batetik bestera, gehienez ere, % 15ko aldea onartzen da.

▶ **Esekiduraren frekuentzia**

- ✓ 12-18 Hz-ekoak izan behar dute bi gurpilen balioek.

Oharra: ardatz bereko gurpil batetik bestera, gehienez ere, 3 Hz-eko aldea onartzen da.

Argazkien ordenari jarraituz, ikusi daiteke nola aztertzen den bankua:

# Bankuaren argazkiak **1 2 3 4 5 6 7 8 9**

## 1.10 Tailerreko lana

### ESEKIDURA-SISTEMA DESMUNTATU AURREKO PAUSOAK

- ▶ Jarri ibilgailua jasogailuan, auto-modelo bakoitzak horretarako dituen heldulekuetan.
- ▶ Prestatu erabiliko diren erremintak eta tresneria.

#### Esekidura-sistema desmuntatzeko prozedura

Bi esekidura mota aukeratu ditugu prozedura azaltzeko: aurreko aldean, beso artikulatua eta *Mac pherson* moduko esekidura; atzeko aldean, beso arrastatudun esekidura. Nolanahi ere, ibilgailu bakoitzak bere ezaugarri bereziak ditu, eta, beraz, modeloari dagokion eskuliburua eskuratu beharko dugu lan honetan hasi aurretik.

### Beso giltzatudun esekidura

- ✓ Desmuntatu gurpila.
- ✓ Palierrik badu, balaztatu indarrez, hura abatzarekin lotzen duen azkoina askatzeko.
- ✓ Desmuntatu balaztaren pintza.
- ✓ Esekidura eta direkzio-errotulak askatzeko tresna erabiliz, bereizi bi besoetakoak mangetatik. Palierrik badu, atera palier-punta abatzaren zulotik kontu handiz.
- ✓ Konprimitu malgukia dagokion tresnarekin.
- ✓ Bereizi goiko besoa karrozeriatik, alderik aldeko zuloa duen torloju-azkoina kenduz.
- ✓ Kendu motelgailua goiko zein beheko euskarrietatik askatuta.
- ✓ Kendu malgukia bere tokitik.
- ✓ Desmuntatu barra egonkortzailea eta tiranteak dagozkien tokietatik.
- ✓ Bereizi beheko besoa karrozeriatik, alderik aldeko zuloa duen torloju-azkoina kenduz.

### Mac pherson esekidura

- ✓ Desmuntatu gurpila.



- ✓ Palierra abatzarekin lotzen duen azkoina askatu; horretarako, erabili balazta.



- ✓ Balaztaren pintza desmuntatu, eta ez utzi balaztaren hoditik zintzilikatuta; heldu pintzari nonbaitetik kable batez.



- ✓ Bereizi direkzioaren errotxula bere tokitik dagokion tresnarekin.



- ✓ Barra egonkortzailea badu, beheko besotik askatu.



- ✓ Bereizi beheko besoaren errotula bere tokitik dagokion tresneria erabiliz.



- ✓ Atera palier-punta abatzaren zuloetik.



- ✓ Askatu karrozeriatik motelgailuak eta malgukiak osatzen duten multzoa (normalean, bizpahiru torloju izaten dira).



- ✓ Bereizi beheko besoa karrozeriatik, alderik aldeko zuloa duen torloju-azkoina kenduz.



- ✓ Multzoa ibilgailutik ateratakoan, lotu tornuzil batean desmuntatzeko.
- ✓ Konprimitu malgukia dagokion tresnarekin.





- ✓ Motelgailuaren zurtoina plater-euskarriarekin lotzen duen azkoina askatu. Zeregin horretarako, zurtoinak berak duen eusteko tokian eutsi, allen giltza edo giltza finkoa erabiliz, eta eragin azkoinari hura askatzeko.



- ✓ Kendu malgukia berariazko tresnarekin.
- ✓ Motelgailua bere tokian lotzen duen azkoin handia askatu, dagokion giltza erabiliz.



- ✓ Atera motelgailua bere tokitik.



Beso arrastatudun esekidura

- ✓ Desmuntatu gurpila.



- ✓ Desmuntatu balaztaren danborra, abatzaren kontra estutzen duen torlojua askatuz.



- ✓ Askatu esku-balaztaren zirga.



- ✓ Atera bere tokitik balaztaren hodi malgua, eta, aldi berean, estali zuloa balazta-likidoa isuri ez dadin.



- ✓ Askatu barra-egonkortzailea bere euskarrietatik.



- ✓ Askatu motelgailua besoaren aldetik, alderik alde duen torlojua kenduz.





- ✓ Askatu motelgailua karrozeriaren aldetik lotzen duen azkoina kenduz.



- ✓ Zubiak behera egin eta gero, malgukia aske geratzen da, eta orduan atera bere lekutik.



- ✓ Desmuntatu zubia bera, karrozeriarekin lotzen duten torlojuak kenduz.



## ■ Esekidura muntatzeko prozedura

Esekidura muntatzeko, alderantzizko bidea egin behar dugu.

### 1.11 Multzoaren osagaiak aztertzen

**Banan-banan aztertuko ditugu desmuntatutako osagaiak, aurrealdeko zein atzealdeko ardatzekoak:**

#### 1. Errotulak

- ✓ Aztertu errotulen gaineko hauts-babesa; ez du apurtuta egon behar.
- ✓ Hariak ongi egon behar dute.
- ✓ Errotulak berak ez du lasaierarik eduki behar.

#### 2. Besoak, tiranteak:

- ✓ **Silentbloc-ek ongi egon behar dute;** zorroak bereizi gabe eta kautxua usteldu gabe izan behar dituzte.



#### 3. Barra egonkortzailea:

- ✓ Begiratu gomazko euskarriei: zorroek bereizi gabe egon behar dute.

**4. Motelgailuak:**

- ✓ Ez dute **olio-galerarik** izan behar.



- ✓ Aztertu ibiltarteak; bai sartzean eta bai zabaltzean ere.

**5. Malgukiak:**

- ✓ Ez du apurtuta edo malgutasuna galduta egon behar.

**6. Tortsio-barrak:**

- ✓ Egiaztatu barren egoera eta karrozeriaren altuera.

## 2 ESEKIDURA BEREZIAK

### 2.1 Esekidura elektronikoki gobernatua

#### Kontzeptua

Orain arte ikusi dugunez, esekidura arruntak erosotasuna bermatu behar du, eta, horretarako, prestatuta egon behar du zoruaren irregulartasunek sortutako mugimenduak saihesteko, bide zuzenetan zein bihurguneetan, azeleratzean zein balaztatzean.

Bestalde, jakina da erosotasun kontzeptua eta segurtasun kontzeptua kontrajarriak direla esekiduran; alegia, esekidura zenbat eta bigunagoa izan, orduan eta ezegonkorragoa da automobila. Eta alderantziz, esekidura gogortuz gero, egonkorrago egongo da autoa, baina gutxitu egingo da erosotasuna.

Esekidura-sistemari dagokionez, autoaren egonkortasuna eta erosotasuna premiazko kontzeptuak dira; alegia, automobil bat egonkorrago egiteko (halakoxe ezaugarriak dituelako), esekidura gogor batekin fabrikatuko dugu, motelgailu, malguki edota barra gogoragoak ipiniz. Horrela, autoak lurrari hobeto eustea lortuko dugu, baina, hori bai, erosotasunaren kaltetan. Eta horrela ibiliko da esekiduraren elementuen parametroak aldatzen ez diren heinean.

Gaur egun, teknologia berriei esker, automobila martxan doala alda daiteke esekiduraren gogortasun-maila; hain zuzen ere, elektronikoki gobernatutako esekidura-sistemarekin. Izan ere, esekiduraren gogortasuna une oro egokitzen da gidatze-kondizioetara.

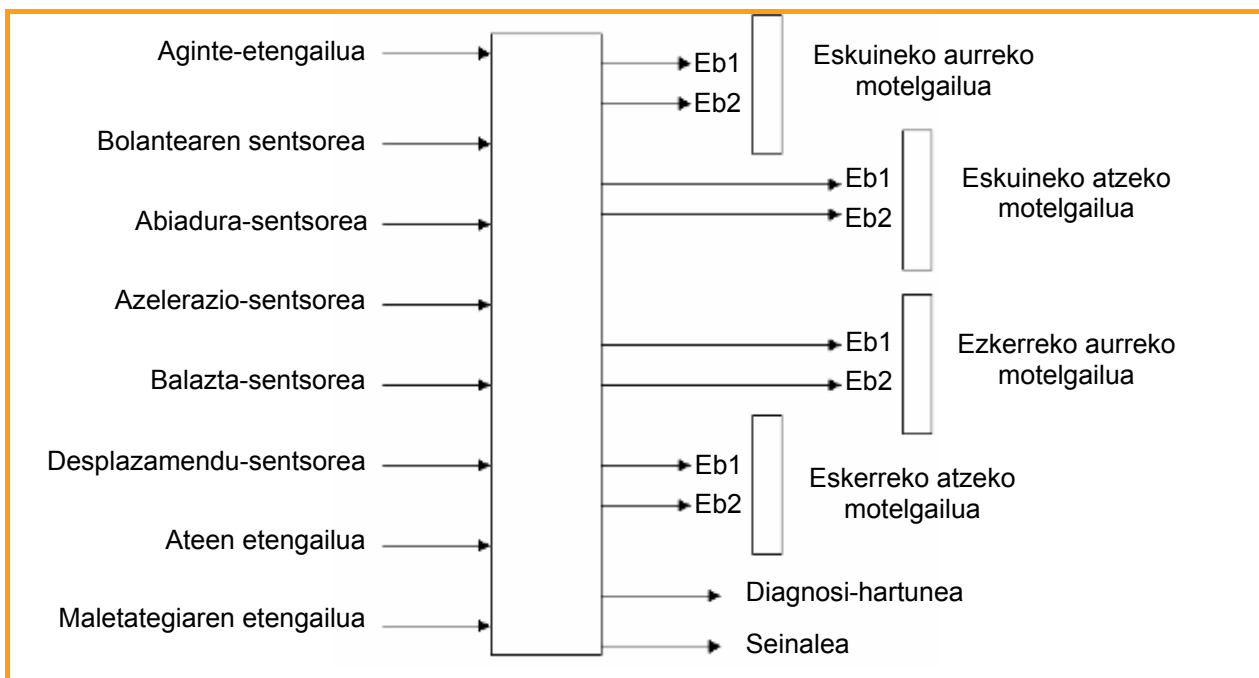
Aipatutako sistema, funtsean, motelgailuek oszilazioak xurgatzeko duten ahalmenean datza. Horretarako, motelgailuak dituen balbulen pasabidea egokitu egiten da une oro, gidatzeko eraren arabera; hau da, automatikoki alda daiteke esekidura, bigunagoa edo gogoragoa aukeratu daiteke. Izan ere, balbulen zuloa handituz gero, olioaren arinago igaroko da ganbera batetik bestera, eta motelgailuaren funtzionamendua bigundu egingo da. Balbulen zuloa txikituz gero, oster, olioaren nekezago igaroko da, eta gogortu egingo da motelgailua.

Oro har, elektronikoki gobernatutako esekidurak honela funtzionatzen du: sistemaren kontrolagailuak zenbait informazio jasotzen du sensore batzuen bitartez, eta ondoren handitu edo txikitu egiten da olioaren pasabidea elektrobalbulen bitartez.

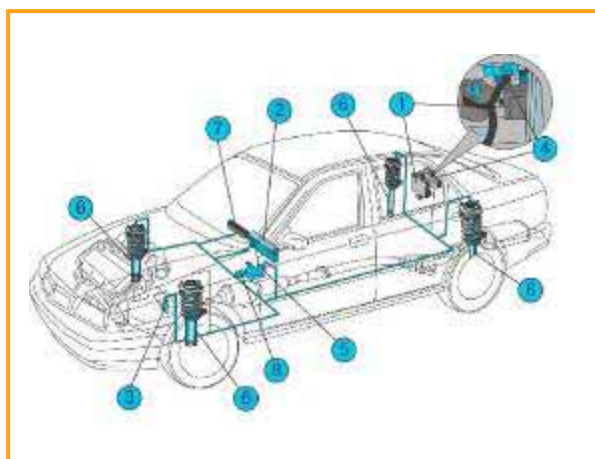
**Funtzionamendua**

Kontrolpeko sistemaren osagaiak dira 2/2ko bina elektrobalbula dituzten motelgailuak, UCE kontrolagailu elektronikoa eta sentsore hauek:

- ✓ Automobilaren abiadura-sentsorea
- ✓ Bolantearen biratze-abiadura eta biratze-angelua neurtzen dituen sentsorea
- ✓ Azeleragailuaren ibiltartearen sentsorea
- ✓ Balazta aktibatze sentsorea
- ✓ Luzetarako azelerazioa, zeharkako azelerazioa eta bertikalerako azelerazioa detektatzen dituzten sentsoreak



Automobila bidean doala, sentsoreek informazioa jaso eta kontrolagailura bidaltzen dute. Kontrolagailuak barruan gordetzen dituen balioekin etengabe konparatzen diharduenez, parametroen artean aldea sortu dela detektatzen duen bakoitzean, erabakitzen du zein elektrobalbula aktibatu behar dituen, eta elektrobalbula horiek aldatu egiten dituzte olioia pasatzeko zuloaren neurria eta olioaren beraren fluxua. Horrela, motelgailuaren gogortasun-maila doitzen da, eta, bide batez, esekidura-sistemaren egoera aldatzen da.



Elektronikoki gobernatutako sistema hiru modutara egokitu daiteke, gidatzeko kondizioen arabera:

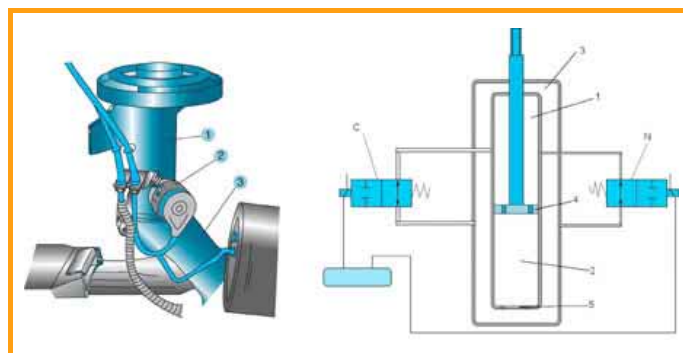
- ▶ **Kirol-esekidura izenekoa:** gogor aritzeko egokitzen dira motelgailuak. Izenak berak adierazten du zer-nolako esekidura den; izan ere, abiadura handian doanean, automobilak hobeto heldu behar dio zoruari bihurguneetan, eta egonkortasuna bermatu behar du esekidurak.
- ▶ **Esekidura normala:** era normalean aritzeko egokitzen dira motelgailuak. Automobila ahalik eta erosoena eta egonkorrena izatea du helburua. Gidatzeko era normaletan hautatzen da.
- ▶ **Esekidura eroso:** era erosoan aritzeko egokitzen dira motelgailuak. Normalean, errepideko zorua gaizki dagoenean hautatzen da, bidaiariak zoruaren irregulartasunak nabaritu ez ditzaten.

Gidatzeko hiru modu horiek kontuan hartuta, ibilbidea edozein izanda ere, automobilaren erosotasuna eta egonkortasuna bermatzeko *konpromisorik* onena lortzen du sistemak, esekiduraren gogortasun-puntu egokia bilatuz.

Kontrolpeko sistema bi modutara erabil daiteke:

- ▶ **Modu automatikoan:** autoa nola erabiltzen den, berez hautatzen da hiru esekidura-motetatik egokiena.
- ▶ **Kirol moduan:** autoaren agente-panelean dagoen botoi bat sakatuta, gidariak kirol era aukeratzeko du soilik. Lanparatxo batek seinatzen du egoera horretan dagoela.

Irudian, motelgailu baten eskema azaltzen da.



- ✓ 4 pistoiak 1 (goikoa) eta 2 (behekoa) ganberak banatzen ditu, baina, pistoiak duen balbula batez, olio pasatzen uzten du aipatutako ganberen artean (motelgailu arruntetan gertatzen den bezala).
- ✓ 3 hedapen-ganbera beheko ganberarekin komunikatzen da, 5 balbularen bitartez.
- ✓ N eta C elektrobulbulak: unearen arabera zabaltzen dira (bata edo bestea), eta goiko ganberako olio hedapen-ganberara bidaltzen dute.

Honela funtzionatzen du:

1. adibidea: motelgailuaren C elektrobalbula irekita dago, kontrolagailuak hala aginduta. Era horretan, elektrobalbularen pasabidetik olioia irristatzen da, erresistentzia gutxi duela. Horren ondorioz, motelgailua errazago igarotzen da bere ibiltartean; hau da, esekidura erosoan aurkitzen gara.

Motelgailua konprimitzean, olioaren kantitate bat beheko ganberatik goiko ganberara igarotzen da pistoiaren balbulan zehar. Pistoiaren zurtoinak betetzen duen bolumena dela-eta goiko ganberaren bolumena behekoarena baino txikiagoa denez, olioia 7 konpentsazio-ganberara pasatzen da 6 bidetik, C elektrobalbulan zehar. Funtzionamenduaren fase horretan, halaber, beste olio kantitate bat igarotzen da beheko balbulan zehar (motelgailu arrunt batean gertatzen den bezala), konpentsazio-ganberaraino. C elektrobalbularen pasabidea zabala denez, fluidoa oztoporik gabe igarotzen da. Horrela, pistoia erraz higitzen da, eta esekidurak modu erosoan funtzionatzen du.

2. adibidea: berdin funtzionatzen du motelgailuak, baina, kasu horretan, aurrekoan ez bezala, N elektrobalbula aktibatzen da (C elektrobalbula itxita dago). Motelgailua konprimitzean, olioia bide berdinetatik igarotzen da, baina, N elektrobalbularen pasabidea estuagoa denez, hura zeharkatzean nekezago egiten du aurrera. Horrenbestez, motelgailua astiro desplazatzen da, eta fase normalean dago esekidura.

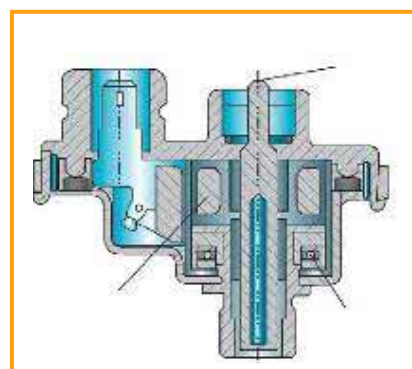
Azkenik, esekidura kirol moduan dagoela, bi elektrobalbulak itxita daude; beraz, (batetik) pistoian zehar eta (bestetik) beheko balbulan zehar bakarrik igarotzen da olioia. Horrela, pistoia higitzea eragotzi, eta, ondorioz, esekidura era gogorrean kokatzen da: egonkortasun handiagoa ematen dio sistemak automobilari abiadura handietan zein bihurtu.

### Sistemaren osagaiak

Lehen azaldu bezala, ezinbestekoa da bitartekari-lana gidatzeko hiru eretan jokatzeko. Aurretik aipatu baditugu ere, orain azalduko dugu osagai bakoitza zer den eta bere eginkizuna nola betetzen duen.

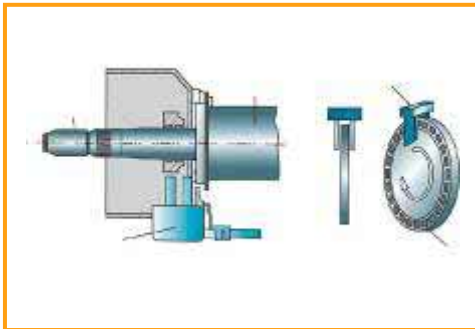
#### ► Abiadura-sentsorea

Abiadura-sentsorea abiadura-neurgailuaren edo takometroaren zirgan bertan dago kokatuta. Zirga biratu ahala, autoaren abiadurari buruzko informazioa *Hall* moduko sentsoretik bidaltzen du eta kontrolagailuak jasotzen du. Behin informazioa jasota, prozesatu egiten du kontrolagailuak, eta, automobilak une oro nolako erreakzioak dituen dakienez, horren arabera aldatzen du esekiduraren egoera.





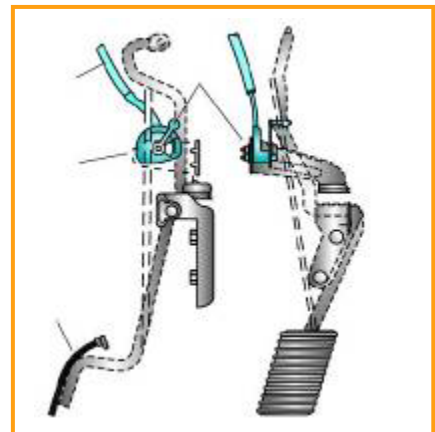
► **Bolantearen biratze-abiaduraren eta biratze-angeluaren sentsorea**



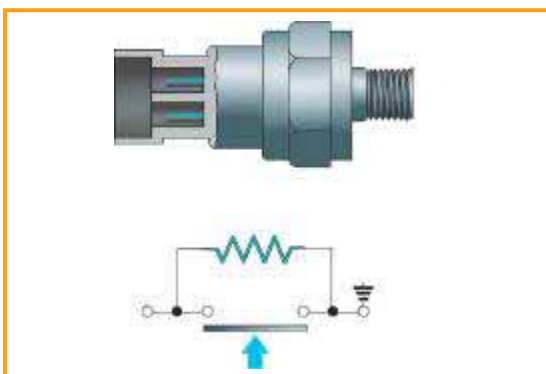
Sentsore optiko bat da, direkzioaren ardatzean kokatzen dena. Neurtzen du bolantea zenbateko angeluetan biratzen den eta zenbat denbora ematen duen biratzeko. Balio horietan oinarrituta, bolantearen abiadura, biraren noranzkoa eta zuzen noiz dagoen zehazten du kontrolagailuak, eta, horrela, biratze-angelua zenbatekoa den, gehiago edo gutxiago tinkatzen du esekidura, ibilgailua bera gehiegi tinkatu ez dadin.

► **Azeleragailuaren ibiltartearen sentsorea**

Azeleragailuaren ibiltartearen sentsorea potentziometro baten modukoa da, eta azeleragailuaren pedalean bertan dago kokatuta. Hura zapaldu ahala, kontrolagailuak jakiten du azeleragailua zein posiziotan dagoen. Pedala bortizki zapaltzean edo askatzean (balaztatzean), kontrolagailuak esekidura tinkoa hautatzen du. Horrela, gidatzeko une kritiko horietan, sistemak berehala erantzuten du, eta autoaren egonkortasuna (segurtasuna, alegia) bermatzen du.



► **Balazta-sentsorea**

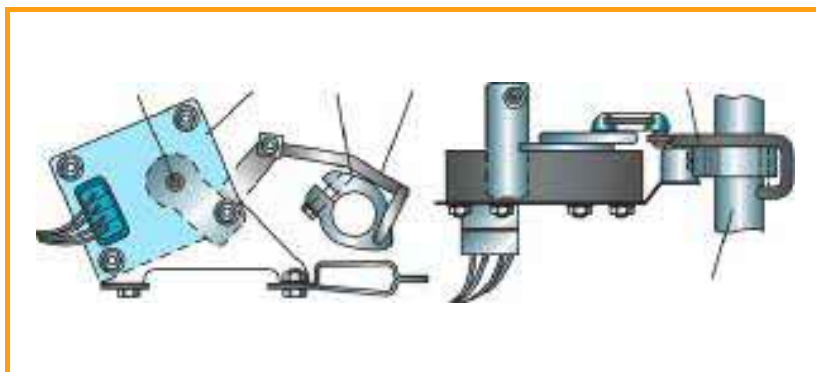


Balazta-pedalak zapaltzean, presostato bati eragiten zaio. Balaztatze bortitz batean, agindu bat bidaltzen dio kontrolagailuari, esekidura tinkoa eragin dezan. Horrela, esekidura gogortuz, aurreko aldea ez da horrenbeste makurtzen.



### ► Karrozeriaren higidura-sentsorea

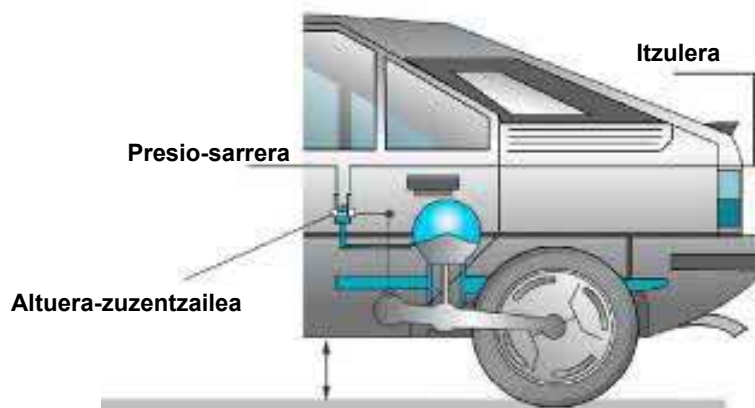
Karrozeriaren higidura-sentsorea bolante-sentsorearen printzipio berean oinarritzen da. Sentsoreak errepidearen egoera (irregulartasunak) detektatzen du, eta, horren arabera, esekidura moten artean bat hautatzen du. Automobilak bide irregularretatik badoa, sentsoreak gorabeherako higidurak detektatzen ditu. Kontrolagailuak jasotzen ditu, eta, parametroekin alderatuta, eroso moduan jartzen du esekidura.



## 2.2 Esekidura hidropneumatikoa

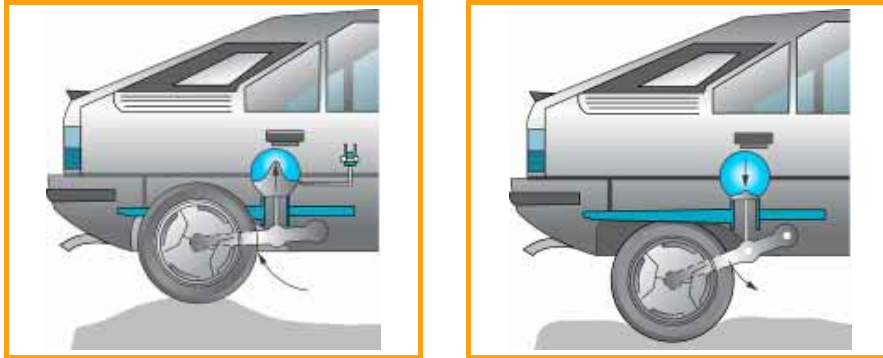
Esekidura hidropneumatikoan, funtsean, bi fluido uztertzen dira: olioia eta nitrogenoa.

Esekidura mota honek, egituraren aldetik, ez du parekotasunik orain arte ikusitako esekidura motekin; hots, sistema honek ez du malgukirik, ez eta besteetan ikusi dugun moduko motelgailurik ere. Horien ordeztan, beste osagai batzuk ditu, hala nola esferak, zilindroak, pistoiak, olioia... Hain zuzen, Citroën automobil-markak bakarrik erabiltzen du mota honetako esekidura (hidropneumatikoa) bere modeloetan.



**Funtzionamendu printzipioa**

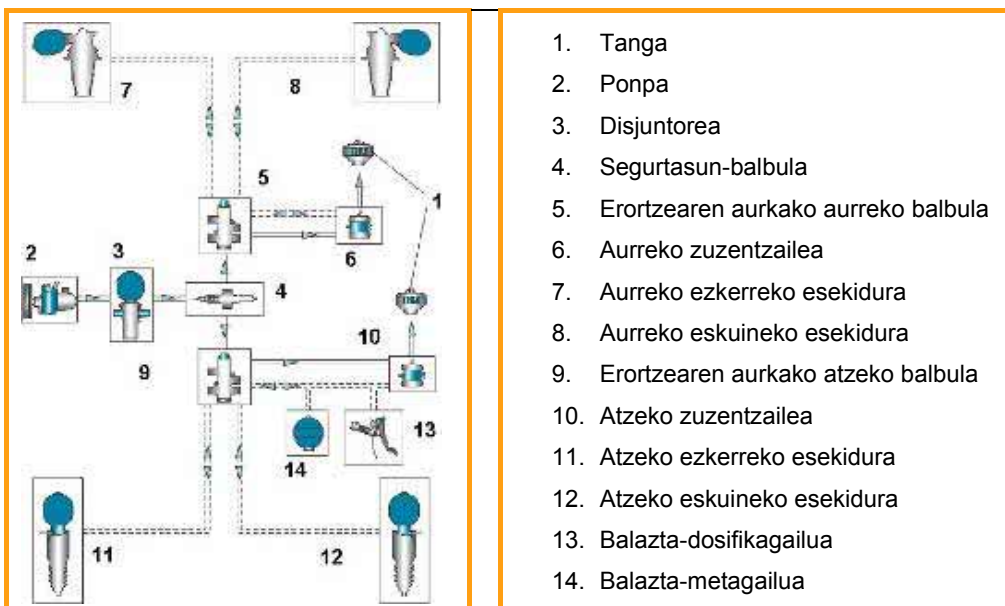
Sistemaren nondik norakoak jakiteko, hona hemen, irudiotan, funtzionamenduaren faseak:



Ezkerrekoan, gurpilak oztopo bat aurkitu, eta esekidura-besoak gora jotzen du gurpilarekin batera. Besoak pistoi bat bultzatzen du, haga batez, zilindro batean zehar. Bultzadaren ondorioz, pistoiaren buruan dagoen sistemaren olioia ere gorantz desplazatzen da, eta goiko esferaren barruan sartzen. Ondoren, olioak, transmititzen duen indarrak eraginda, desitxuratu egiten du nitrogenotik bereizten duen mintza, eta gasa konprimitu egiten da. Horrela, gurpilak jasandako kolpea nitrogenoak xurgatzen du; alegia, malgukiaren eginkizuna betetzen du nitrogenoak.

Eskuineko irudian, berriz, gurpila bidezulo batean sartzean, besoak, haga eta pistoiak beherantz egiten dute gurpilarekin batera. Une horretan, esferako gasa askatu, eta hedatze-funtzionamenduaren fasea gertatzen da. Esekiduraren konprimitze- zein hedatze-faseetan, esferaren eta zilindroaren artean kokatutako motelgailu bat olioaren pasabidea murrizteaz arduratzen da, eta moteltze-efektua sortzen du.

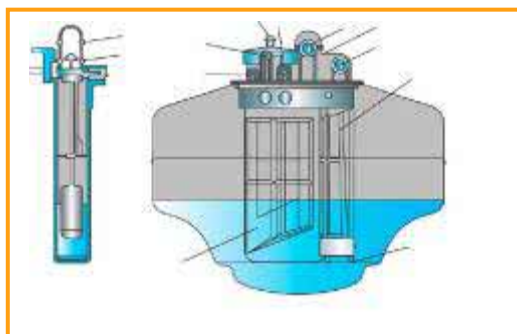
Irudi honetan, sistemaren osagaiak eta haien arteko loturak ageri dira:



## ■ Sistemaren osagaiak

### ► Tanga

Tangan sistemaren olioia metatzen da. Ponpara doan tutu sendoa handik abiatzen da sistema hidraulikoa elikatzen. Lodiera txikiko beste tutu batzuetatik ere depositura isurtzen da olioia, sistemaren osagaietatik pasatuta. Depositua barruan iragazkiak daude, likidoaren garbitasuna bermatzeko. Olioia, bere eginkizuna betetzean, berotu egiten da, eta, behin deposituan dagoela, hoztu egiten da. Halaber, esfortzu dinamikoagatik olioan sortzen den aparra

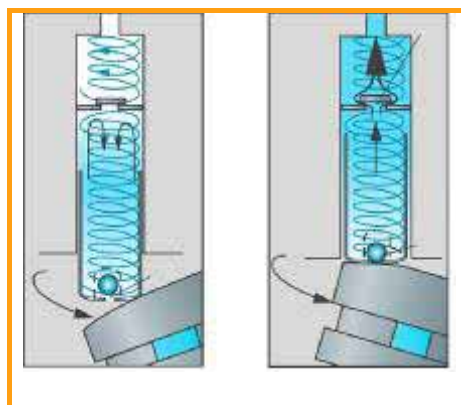
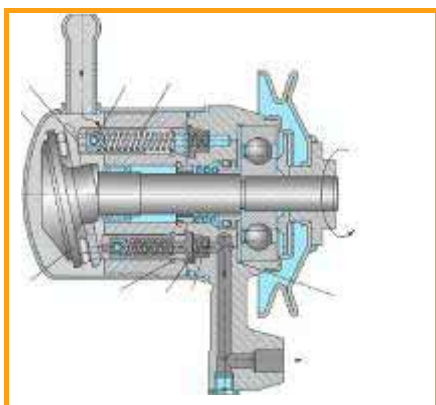


deposituan baretzen da, hurrengo batean kondizio egokian egon dadin, erabiltzeko eskura. Goiko aldean, agerian, bi marren artean, flotagailu bat kokatzen da olio-maila seinatzeko; tangaren edukiera 2,5 l izaten da.

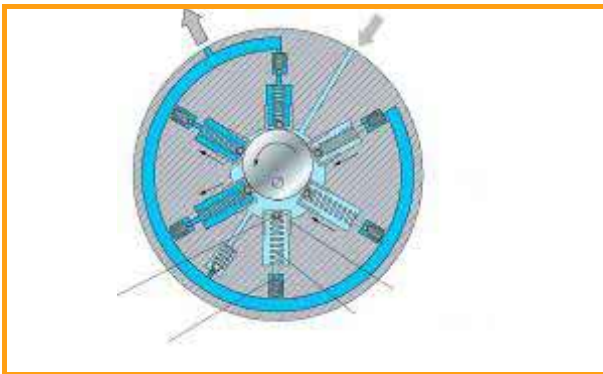
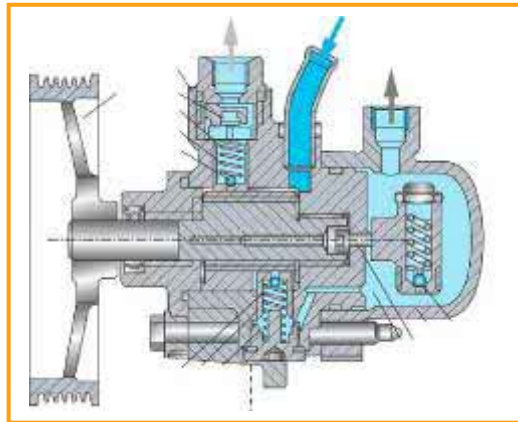
### ► Ponpa

Motorrak enbolodun ponpa mekanikoa mugiarazten du uhalaren bidez. Ponpak olioia xurgatzen du tangatik, olio hori presiopean zabaltzen da sistema osoan zehar, eta behar diren elementuak elikatzen ditu. Hidropneumatikako sistemaren arabera, egitura ezberdineko bi ponpa izan daitezke:

**Ardatzaren paraleloa:** mota honek 5 edo 6 pistoi ditu, ardatzaren inguruan paralelo jarrita. Ardatzarekin batera biratzen duen plater inklinatu batek aldizka eragiten die pistoiei. Horiek linealki desplazatuz, olioia eskuratu eta presiopean bidaltzen dute sistemara.

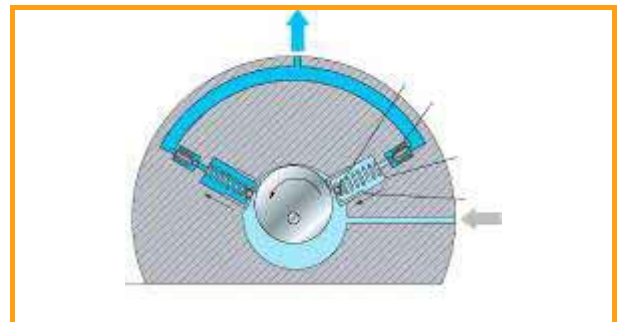


**Ardatzaren perpendikularra:** modelo honen 8 pistoiak modu erradialean eratzten dira ardatz-  
rekiko. 8 pistoiak bi ataletan bereizita daude:



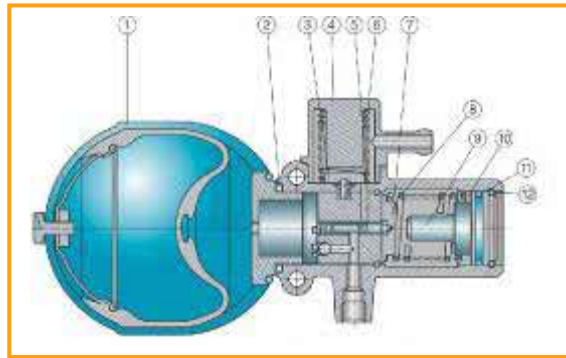
- ✓ Ponpak 6 pistoi ditu esparru batean, eta hortik bideratzen den olioaren direkzio-sistema elikatzen da. Horretarako, olioaren emari handia ekoizten da, baina presio txikian.

- ✓ Beste esparruak 2 pistoi ditu, eta handik bideratzen den olioaren esekidura- eta balazta-sistemak elikatzen da. Horretarako, presio handia ekoizten da, baina olioaren emaria txikia da.



#### ► Disjuntorea

Disjuntoreak pistoiaren moduko bi balbula ditu barruan: bata presio txikiaren kontrolatzen du (145 bar), *konjuntzioa*; eta bestea sistemaren presio handiena mugatzen du (170 bar), *disjuntzioa*. Alegia, olioaren presioari 145 eta 170 baren tartean eustea da disjuntorearen ardura.



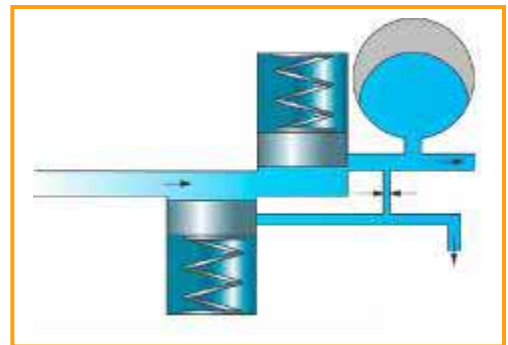
Honela funtzionatzen du disjuntoreak:

✓ **Konjuntzioa**

Olioaren presioa 140 baretik jaisten denean, konjuntzio-pistoia irekitzen da, eta esekiduraren eta balaztaren zirkuituak elikatzen hasten da.

✓ **Disjuntzioa**

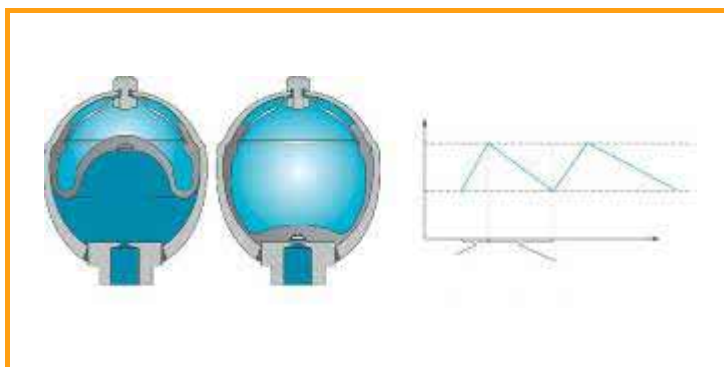
Olioaren presioa 175 barera iristen denean, disjuntzio- pistoiak tangara desbideratzen du likidoa, presioari aipatutako mugen artean eusteko.



▶ **Disjuntorearen metagailua**

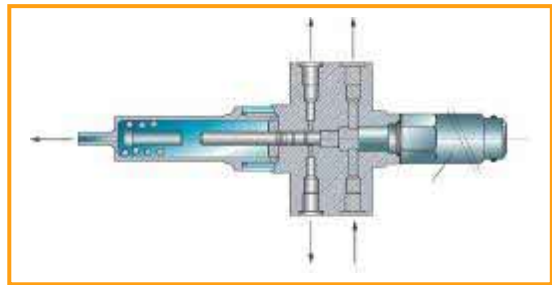
Metagailua altzairuzko esfera bat da, eta bi esparru bereizten dituen mintz malgu bat dauka barruan; presiopean dagoen nitrogenoa eta sarrerako zulotik datorren olio bereizten ditu.

Metagailuak presiopean gordetzen du likidoa, eta sistemaren beharren arabera askatzen du. Sistemaren barruan sortzen diren fluktuazioak (hala nola ponparen pultsazioak edo elementuen presio-deskargak) xurgatu behar ditu.



► **Segurtasun-balbula**

Balbularen barruan pistoi bat dago, kalibratutako malguki batekin. Haren gainean, kontaktugune bat dago, sisteman presio eskasa dagoenean pilotu bat pizten duena. Sistema hidraulikoan matxuraren bat izanez gero, balbulak lehentasuna ematen dio balazta-sistemari, esekidurarena baliogabetuz. Horrela, behinik behin, ibilgailua gelditu ahal izango da.



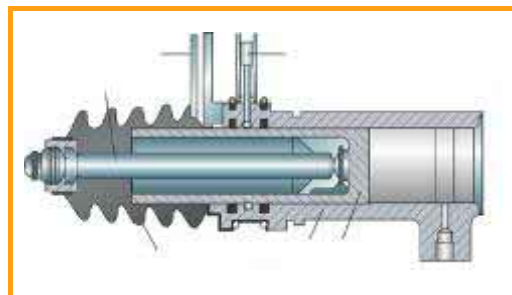
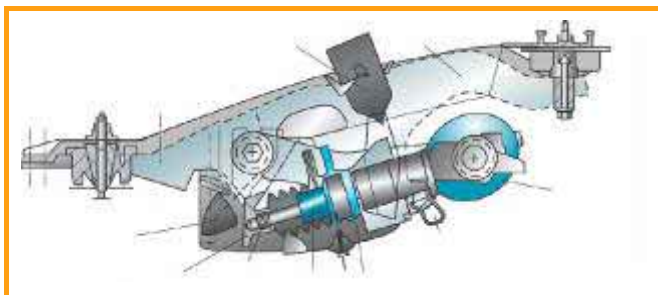
► **Esekiduraren zilindroak**

Zilindroak, non dauden kokaturik, bi eratakoak izan daitezke:

- ✓ **Aurrealdeko ardatzeko zilindroa.** Funtsean, bi elementu ditu: bata, pistoia, esekidura-besoarekin lotua, gurpilen gorabeherako mugimenduak jasotzen dituena; eta bestea, zilindroa, xaxisarekin lotua. Gurpilak gora egitean, pistoia ere gora joaten da zilindroan zehar, eta barruko olioia esferara bidaltzen du. Ondorioz, esferaren mintza desitxuratu egiten da, eta goiko gasa konprimitzen. Olioaren fluxua moteldu egiten da esferaren sarreran dagoen motelgailutik pasatzean. Hori dela eta, moteltze-efektua gertatzen da esekiduran. Beheko aldean tutu bat dago, pistoiaren eta zilindroaren artean pasatzen den soberako olioia biltze-tangara bideratzeko. Aipatutako alde horretan ere, gomazko topeak daude, zilindroaren ibiltartea mugatzeko.



- ✓ **Atzealdeko ardatzeko zilindroa.** Atzeko zilindroak aurrekoak betetzen duen eginkizun bera betetzen du, forma ezberdina badu ere; izan ere, atzeko esekiduraren egiturara egokitu behar du.



### ► Zilindroko esfera

Zilindroko esfera disjuntorearena bezalakoa da; alegia, altzairuzko esfera bat da, eta bi fluido (olioa eta nitrogenoa) bereizten dituen mintza dauka barruan. Esferaren eginkizuna da esekidura-sistemari elastikotasuna ematea.

Parametro hauek kontuan hartuta zehazten dira zilindroko esferek izan behar dituzten presioa eta bolumena:

- ✓ Ardatzak jasan beharreko pisua. Ardatz bereko esferen presioa berdina da, baina ardatz ezberdineko esferena ez, bi ardatzetan jasan beharreko pisua diferentea delako.
- ✓ Pistoia bi aldeetara desplazatzeko ahalmena.
- ✓ Funtzionatzeko izan behar duen gehienezko tenperatura.
- ✓ Erosotasuna

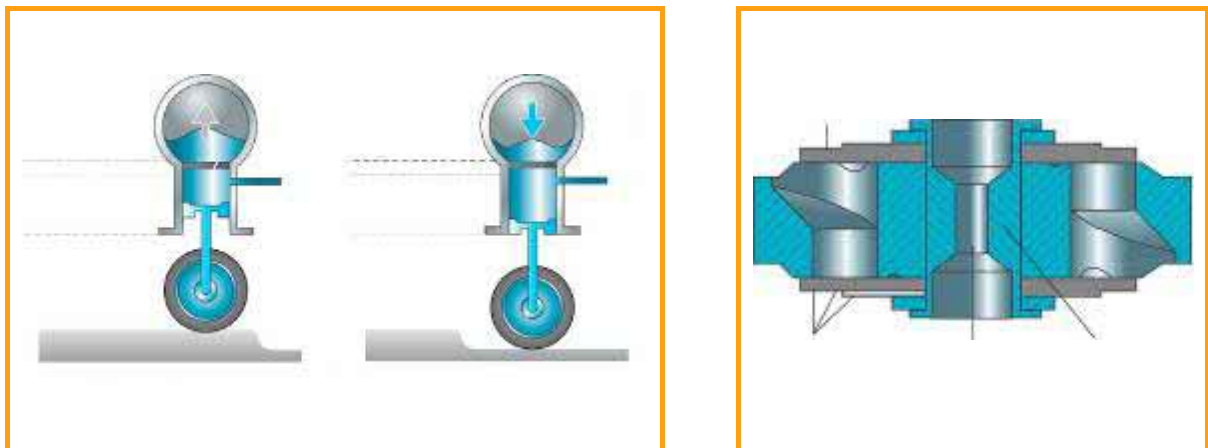
Disjuntorearen esferan gertatzen den bezala, zilindroetakoan gasa nitrogenoa da, eta hori da, hain zuzen, automobilean esekita dagoen pisuaren eta esekita ez dagoen pisuaren arteko elementu malgua. Olioaren esferan eta zilindroan egoten da, eta, presio-gorabeherarik ez dagoenean, gasa eta likidoa presio berdinetan mantentzen dira. Funtzionamendua bi fasetan laburtu daiteke:

1. Gurrupilak oztopo batekin topo egiten duenean, zilindroan dagoen olioaren gorantz doa, eta nitrogenoa konprimituta geratzen da.
2. Gurrupila zulgune batean sartzen denean, esferan dagoen likidoa zilindrora igarotzen da, eta nitrogenoaren presioa arindu egiten da.

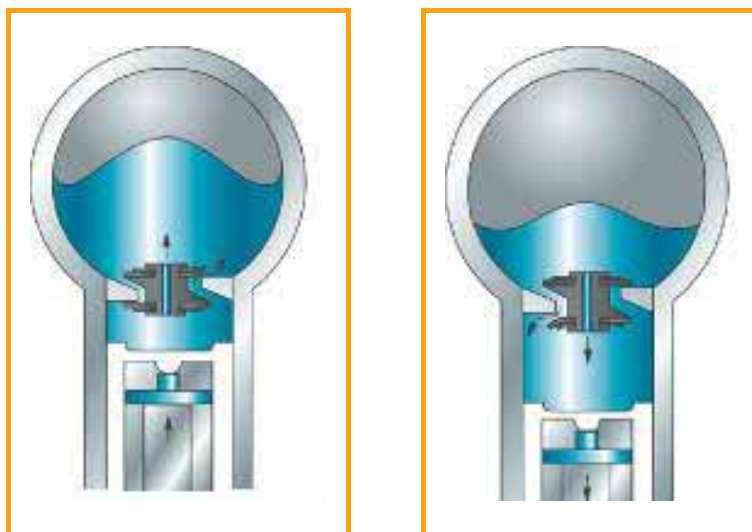


► **Motelgailua**

Motelgailua altzairuzko zilindro bat da, eta xaflazko balbulak ditu bi aldeetan. Zilindroaren erdian, esferaren eta zilindroaren esparruak batzen dituen pasabide bat du. Pasabidearen neurriak bat etorri behar du esferak duen presioarekin. Nolanahi ere, motelgailuaren eta esferaren ezaugarriek bat etorri behar dute esekidura-modeloarekin ere; izan ere, ezberdinak izango dira autoaren modeloaren arabera, bai eta esekidura mota aurrekoa edo atzekoa baldin bada ere. Motelgailuaren eginkizuna da esekidura-sisteman sortzen diren oszilazioen iraupena moteltzea.



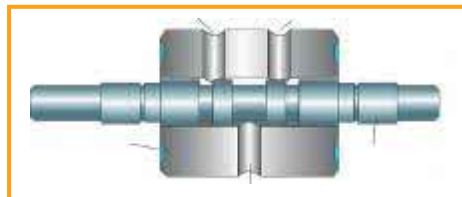
Motelgailua efektu bikoitzekoa da, hau da, olioari bi noranzkoetan murrizten dio pasabidea. Horretarako, xaflaz osatutako balbuletatik olio pasatzean, presioagatik, zuloak ixten dira, eta fluxua oztopatuta geratzen da; moteltze-efektua gertatzen da. Olio gorantz doala, balbula batetik pasatzen da, eta beherantz, bestetik. Nolanahi ere, erdiko zulotik fluxua etengabe igarotzen da (bai gora eta bai behera). Hori dela eta, esekidura-mugimendu txikietan moteltze-efektua gutxitu egiten da.





► **Altuera-zuzentzailea**

Altuera-zuzentzailea, izatez, balbula banatzailea da. Hiru errakore eta beste horrenbeste fase ditu; beraz, 3/3 motakoa da. Ardatz bakoitzean, balbula bat kokatzen da, eta karrozeria altuera desberdinetan ipintzeko balio du. Hauek dira funtzionamendu-faseak:

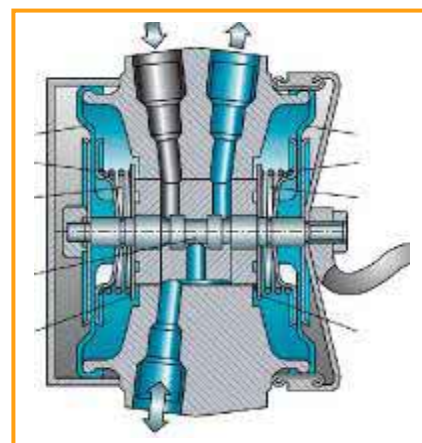


1. Altuera-zuzentzaileari eragin orduko, presioa igotzen hasten da esferan; horrekin batera, karrozeria ere igotzen da.
2. Balbulari eraginda, (presioa arintzeko) karrozeria jaitsi egiten da.
3. Zuzentzailearen posizio neutroan, karrozeriaren altuera mantendu egiten da, zuzentzaileak eten egiten baititu zilindroekiko zein deposituarekiko komunikazioak.

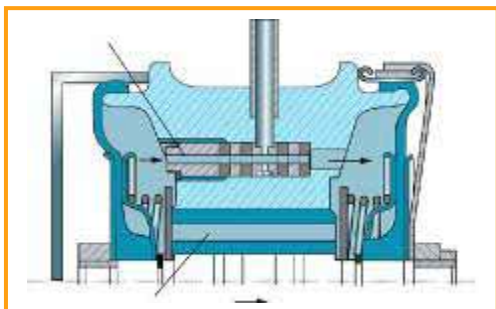
Balbulari mekanikoki eragiten zaio bi tokitatik. Alde batetik, barra egonkortzaileko tortsio-hagatxo baten bidez eragiten zaio; izan ere, esekiduraren gorako eta beherako mugimenduekin batera, hagatxoa bera mugitzen da. Bestalde, autoaren barruan dagoen palanka mugituta eragiten zaio balbulari; palanka horrek lau posizio ditu.

Irudian ikus daitekeenez, balbularen aldamenetan ganbera bana dago; olio z beteta, eta zeharkako bi zulo komunikaturik daude. Batak ez dio olioaren pasabideari trabarik egiten, baina besteak, ordea, bai, olioaren pasabidea oztopatzen duen estugune bat baitauka. Trabarik gabeko zuloaren bi muturretan, xaflazko balbula bana aurkitzen dira; malgukiak bultzatzen du bakoitza zuloaren kontra.

Sistema horren eginkizuna da balbula apurka-apurka desplazatzea; alegia, autoa modu leunean altxatzea zein jaistea.



Balbularen funtzionamendu zehatza:

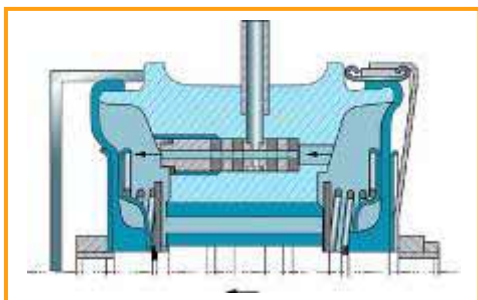
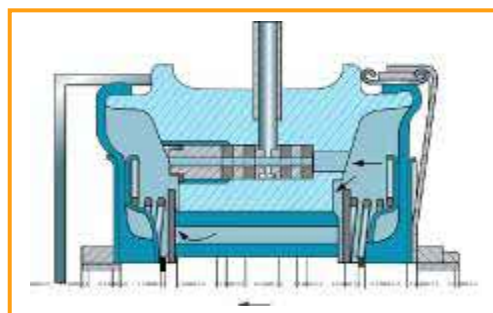


**Posizio neutrotik iheseko posiziora**

- ✓ Zuzentzailearen irristailua desplazatzen denean, C ganberako balbulak zulo askea itxi egiten du.
- ✓ Ganberako olioak, behartuta, estugunetik igarotzen da.
- ✓ Irristailua balaztatuta, desplazamendua astiro egiten du.

**Iheseko posiziotik posizio neutrorra**

- ✓ Zuzentzailearen irristailua posizio neutrorra itzultzen denean, C ganberako balbula ireki egiten da, eta likidoa erraz igarotzen da D-tik C-ra.
- ✓ Olioak ez du oztoporik, eta arin igarotzen da.
- ✓ Behin posizio neutrorra iritsita, C ganberako balbula itxi egiten da.

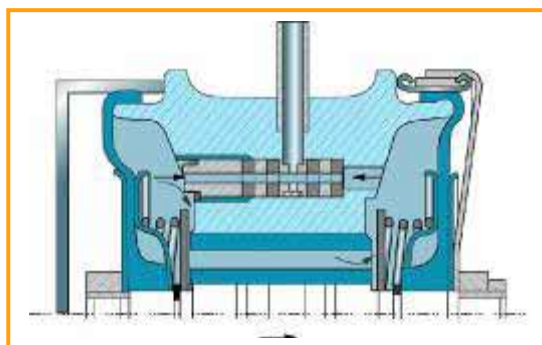


**Posizio neutrotik sarrerako posiziora**

- ✓ Irristailua desplazatzen denean, D ganberako balbulak zulo askea itxi egiten du.
- ✓ Likidoa estugunetik igarotzen da, eta moteldu egiten du desplazamendua.

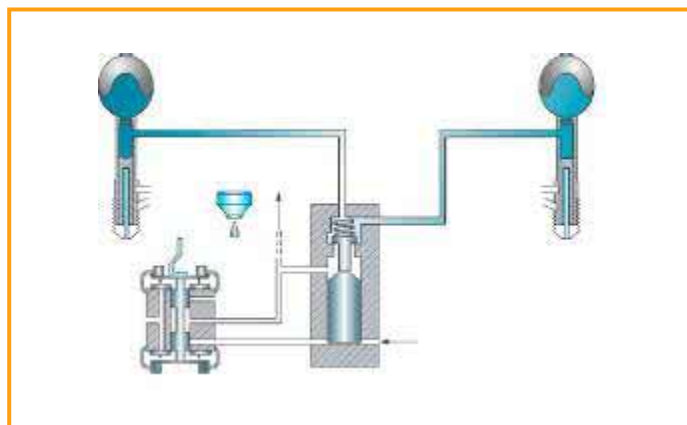
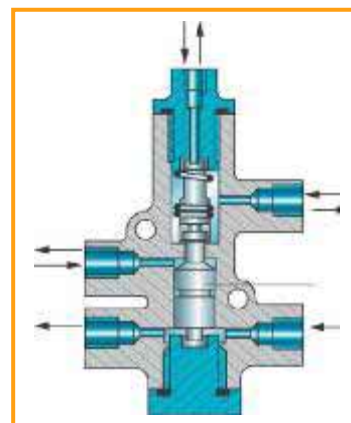
**Sarrerako posiziotik posizio neutrorra**

- ✓ Irristailua posizio neutrorra itzultzen denean, D ganberako balbula ireki egiten da eta likido erraz igarotzen da D-tik C-ra.
- ✓ Olioak ez du oztoporik eta arin igarotzen da.
- ✓ Behin posizio neutrorra iritsita, D ganberako balbula itxi egiten da.



► **Erortzearen aurkako balbula**

Erortzearen aurkako balbulak barruan pistoi bat dauka, eta topearen kontra bultzatzen duen tara zehatza duen malgukia. Haren eginkizuna da sistemaren barruan presio-galerak saihestea, automobila luzaro geldirik dagoenean batez ere. Altuera-zuzentzailetatik eta balazta-dosifikatzailetatik sortzen da galera gehien, eta, beraz, balbula kokatzen da aipatutako osagaien artean, karrozeria eror ez dadin. Bestela, motorra martxan jartzean, ponpak denbora gehiago emango luke presioa egiten.



Motorra geldi dagoenean, balbulak zilindroaren eta altuera-zuzentzailearen arteko komunikazioa eten egiten du, barruko malgukiaren tentsioak eta esekiduraren presioak behartuta.

Aurreko ardatzean, esekiduraren eta zuzentzailearen arteko komunikazioa eteten du balbulak. Atzekoan, berriz, aipatutakoaz gainera, balaztaren eta dosifikatzailearen artean ere eteten du komunikazioa.

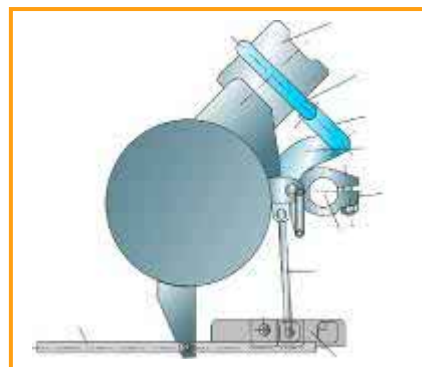
Motorra martxan dagoela, nahikoa presio dagoenean, pistoia gorantz joaten da, eta olioari pasabidea uzten dio.

► **Altueretako aginte-sistema**

Altuera-agintea autoaren altuera aldatzeaz arduratzen da, eta eskuzkoa edo automatikoa izan daiteke.

### Aginte automatikoa

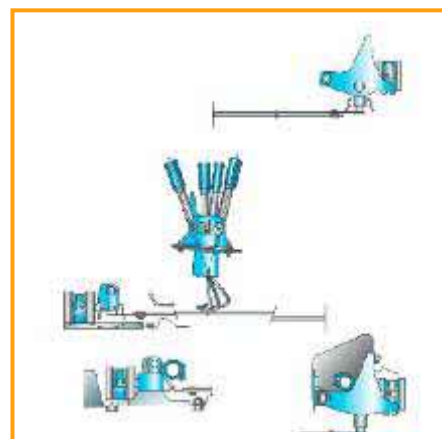
Balbulari eragiten dion hagak barra egonkortzailearekin du lotura. Horrela, barraren tortsio-mugimenduarekin, karrozeriak gora eta behera egiten duenean —esate baterako, autoa zamatzen dugunean edota bidaiariak sartzen direnean—, balbula berez gobernatzen da.



### Eskuzko agintea

Gidariak, bidaiari-lekuaren barruan dagoen palanka baten bidez, altuera bat hautatzen du:

- ✓ Errepideko posizioa
- ✓ Gehieneko garaiera
- ✓ Gutxieneko garaiera
- ✓ Garaiera ertaina



#### ► Sistemaren mantentze-lanak

- Likidoaren maila: egiaztatzeko, motorrak martxan egon behar du, eta karrozeriak, gehieneko garaieran. Ikuskatzailearen erreferentziak marren artean kokatuta egon behar du.
- Deposituen garbiketa: 30.000 km-tik behin egin behar da.

#### Lan-prozedura:

Deposituko olioia husteko, presioa kendu behar zaio sistemari, honela:

- ✓ Motorra funtzionatzen utzi, erortzearen aurkako balbulari eragiteko.
- ✓ Esekiduraren sistematik olioia husteko, karrozeria posizio baxuenean jarri.
- ✓ Motorra geratu aurretik, itxaron ibilgailua erabat jaitsi arte.
- ✓ Disjuntore-konjuntorearen purga-torlojua askatu; presioa zerora jaitziko da.
- ✓ Depositua desmuntatu eta garbitu.

- ▶ Depositua olio betetzeko:
  - ✓ Sartu behar beste olio
  - ✓ Ponpa zebatzeko, disjuntorearen torlojua askatu eta sarrerako tututik olio pixka bat sartu
  - ✓ Abiarazi motorra
  - ✓ Ponpa zebatu eta tutua jarri
  - ✓ Disjuntorearen torlojua estutu; presioa igoko da
  
- ▶ Esferak aldatu: 60.000 km-rik behin egin behar da gutxi gorabehera.
  - ✓ Sistemari presioa kendu, lehen azaldu dugun bezala
  - ✓ Berriazko tresneria erabiliz, esferak beren tokietatik atera
  - ✓ Berriak ipini berriazko tresneriarekin
  - ✓ Sistemari presioa eman

## 2.3 Esekidura hidroaktiboa

### Kontzeptua

Funtsean, esekidura hidroaktiboa sistema hidropneumatikoan oinarritzen da. Hala eta guztiz ere, gaur egun, azken hori motz geratzen da automobilei eskatzen zaizkien baldintzen aurrean. Batez ere, gidatzeko eraren arabera, esekiduraren malgutasun ezberdina edota bihurguneetan kulunka egitearen kontrako sistemak eskatzen zaizkionean automobilari. Hidropneumatikoa oinarritzat hartuta, elektronika uztartu da, esekidura eraginkorragoa eta erosoagoa sortzeko.

Esekidura gobernatuaren kasuan ikusi dugunez, motelgailuen gogortasun-maila aldatzen zen, sistemaren hiru egoeretako bat hautatuz. Bada, esekidura hidroaktiboan, motelgailuaren gogortasun-maila ez ezik, malgukiaren malgutasuna ere doitzen da.

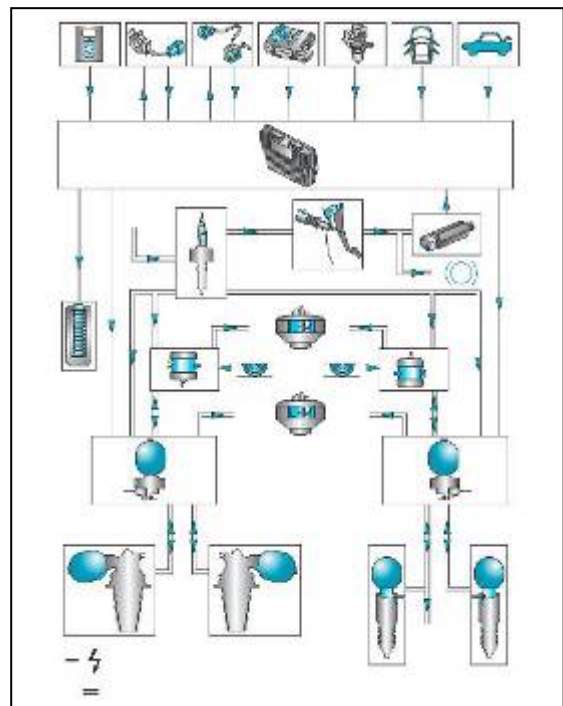
### Funtzionamendu printzipioa

Gidariak bi era ditu sistema hidroaktiboa duen automobil bat gidatzeko: *auto* eta *sport* izenekoak. *Gidariak, sport* era aukeratzeko, koadroan dagoen botoia sakatu behar du. Horrela, automobila egonkorrago ibiliko da, eta bihurguneetan ez da horrenbeste kulunkatuko. *Auto* eran, ordea, sistemak berak automatikoki aukeratzen du gidatzeko modu egonkorra —hots, tinkoa— edota modu eroso. Horretarako, elementu elektronikoen bitartez eta horiek osagai hidraulikoak gobernatzen dituztela, gidatzeko modu batean baino gehiagotan ibil daiteke, eta autoa martxan doala ere egin daiteke aukeraketa hori.

Osagai elektronikoen artean, sentsore hauek ditugu:

- ✓ Automobilaren abiadura-sentsorea
- ✓ Bolantearen biraketa-abiadura eta biraketa-angelua neurtzen dituen sentsorea
- ✓ Azeleragailuaren ibiltartearen sentsorea
- ✓ Balazta aktibatzeako seinalea
- ✓ Karrozeriaren desplazamendu bertikaleko sentsorea

Sentsoreen informazioa kalkulagailuak hartzen du, eta horrek barruan aurrez jarritako parametroekin alderatzen ditu etengabe. Sentsoreen balioak ez dira finkoak; kalkulagailuak maneiatzen dituenak, ordea, bai. Har dezagun abiadura-sentsorea adibide gisa: abiadura aldatu ahala, balio ezberdinak ematen ditu. Une zehatz batean parametro finkoekin alderatuta, abiadura-sentsorearenak gaindituz gero, kalkulagailuak agindua igortzen dio elektrobalbula bati, eta horrek ardatz bakoitzeko multzo hidrauliko bati eragiten dio; alegia, zurruntasun-erreguladore deritzenak martxan jartzen ditu. Horrenbestez, erreguladorearen barruko osagaiak —esfera osagarria eta motelgailuak— baliatuz, esekidurak egoera ezberdinetan jarri ahal du automobila; alegia, tinko edo bigun.



Azaldu dugun bezala, sistema hidroaktibo elektronikoa ezartzeaz gainera, hirugarren esfera hori gobernatzen duen zurruntasun-erreguladorea ere tartekatzen da. Erreguladorea arduratzen da esferaren jokoaz, eta horrek une zehatz batean esferari eragiten badiu, nitrogenoaren kantitatea gehituta, esekiduraren malgutasuna areagotu egiten da. Esferaren zeregina deuseztatuz gero, aldiz, bolumen malgua txikitzen da, eta esekidura zurrunago bihurtu.

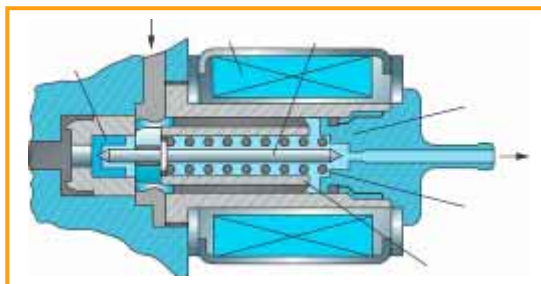
### ■ Elektrobalbula

Sisteman elektrobalbula bat dago, zurruntasun-erreguladorean sartuta. Kalkulagailuak elektrikoki gobernatzen du elektrobalbula. Horrek erreguladoreari eragiten dio, olioaren bidez, esekidura modu tinkoan ala erosoan jartzeko.

Funtzionamendua bi fasetan laburbiltzen da:

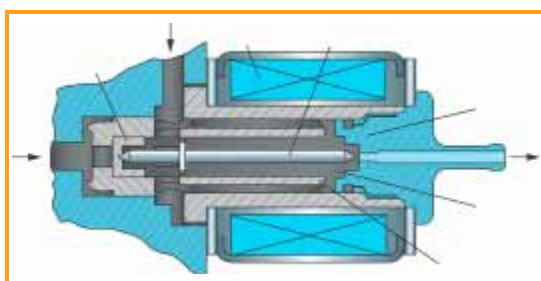
► **Elektrobalbulari eragin gabeko fasea; itzuliko bidea deposituarekin lotuta dago.**

Elektrobalbula kitzikatu gabe dago. Horrela, barruan duen malgukiak, orratza bultzatuta, presioa datorren bidea oztopatzen du. Bide batez, itzuliko bidea deposituarekin lotzen du. Elektrobalbularen egoera hori esekidura tinkoari dagokio.



► **Elektrobalbulari eragin ondorengo fasea; presio handia ezarrita dago.**

Orratza desplazatu egiten da; itzuliko pasabidea ixten du, eta zurruntasun-erreguladoreetan presioa ezartzen du. Elektrobalbularen egoera hori esekidura erosoari dagokio.

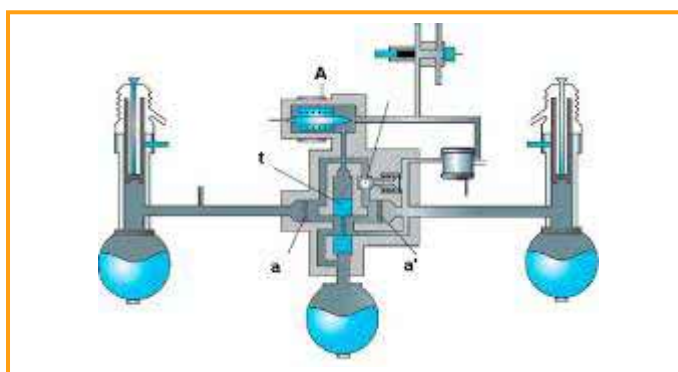


■ **Zurruntasun-erreguladorea**

Lehen azaldu dugun moduan, ardatz bakoitzak zurruntasun-erreguladore bat dauka, eta horrek esfera bati eragiten dio, esekidura-sistematik komunikatzeko edo askatzeko; horrela, esekidura moduz aldatzen da.

*Sistemak elektrobalbula aktibatua duenean, esekidura modu erosoan jartzen da.*

Erreguladorearen pistoiak bi aldetatik jasaten du presioa: alde batetik, sistematik —elektrobalbulatik—, eta bestetik, esekiduraren zilindroetatik. Hori dela eta, pistoia blokeatuta geratzen da, eta zilindroak eta hirugarren esfera, lotuta. Horrenbestez, esekidura egoera honetan geratzen da:



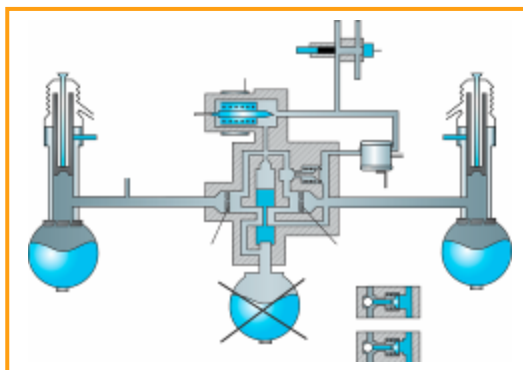


- ✓ Gas-bolumena handia da (hirugarren esferarena gehituta): esekidura malgua, eroso.
- ✓ Olio lau motelgailuetatik (zilindrorenak eta osagarriak) pasatzen da: moteltze leuna.
- ✓ Olio esekiduraren zilindro batetik bestera pasatzen da: kulunkaren aurkakoa, leuna. Izan ere, karrozeria inklinatzean (bihurgune batean), olioaren fluxua konprimituta dagoen zilindrotik hedapenean dagoenera doa. Nitrogenoaren presioa eta bolumena aldatzen ez direnez, esekidura-sistemak ez du kulunka-efektuaren aurka egiten.

*Sistemak elektrobalbula aktibatu barik duenean, esekidura modu tinkoan jartzen da:*

Pistoiak alde batetik bakarrik jasaten du presioa (esekiduraren presioa). Horrela, esfera bakartuta geratzen da, eta zilindroen arteko komunikazioa eten egiten da. Horrenbestez, esekidura honela geratzen da:

- ✓ Gas-bolumen txikiagoa (esfera bakartuta): esekidura tinkoa
- ✓ Olio motelgailu osagarrietatik pasatu ezinik geratzen da: moteltze tinkoa
- ✓ Olio ez da pasatzen esekiduraren zilindroen artean: kulunkaren aurkakoa tinko



## 2.4 Kulunkatzearen aurkako sistema

### ■ Kulunkatzeari buruz

Bihurguneetan, indar zentrifugoak eraginda, masa desplazatu egiten da, eta karrozeria kanpoko alderantz makurtzen da. Hori dela eta, autoaren grabitate-zentroa ere desplazatu egiten da, eta ezegonkortsu egiten da; hala, haren segurtasuna murriztu egiten da. Autoa gehiegi makurtu ez dadin, barra egonkortzailea dugu. Barra horrek ibilgailuaren bi aldeetako esekidurak lotzen ditu —hain zuzen, horien besoak—, eta karrozeriari ere eusten dio. Barra egonkortzaileak aurreko zein atzeko ardatzean koka daitezke.



Autoa makurtzen denean, ezkerreko eta eskuineko besoek angelu ezberdinak osatzen dituzte, eta barra egonkortzailea bihurritu egiten du horrek; gainera, autoak makurtzeko joerari eusten dio. Barraren lodierarekin jokatzuz, kulunkatze-efektua alda dezakegu; alegia, barra sendoago jarriz gero, autoari gehiago kostatuko zaio makurtzea. Baina, aitzitik, autoari emandako zurruntasun horrek erosotasun-maila jaitsi egingo du.

Hori dela eta, onena litzateke bidaiarien erosotasuna bermatzea automobila lerro zuzenean doanean (ez da ia kulunkatzeko efekturik izango); eta bihurguneetan, (kulunkatze handian), berriz, autoari behar besteko zurruntasuna ematea, egonkortasun handiagoa izan dezan. Bada, SC/CAR sistemari esker gertatzen da hori.

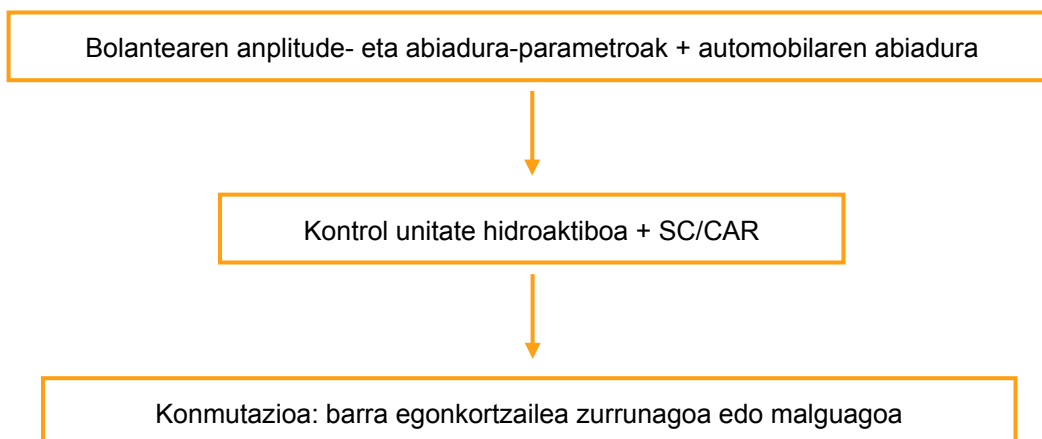
### ► **SC/CAR (Systeme Citroën/Control Active Roulis)**

Citroën markan sistema hidrauliko hau sistema hidroaktiboari erantsen badiote ere, funtsean bi sistemak independenteak dira. SC/CAR sistemarekin, karrozeriak bihurguneetan horizontal irauten du, eta, horrela, pneumatikoak geometria-kondizio onenetan ezartzen dira zoruaren gainean, eta itsaspen ona bermatzen da.

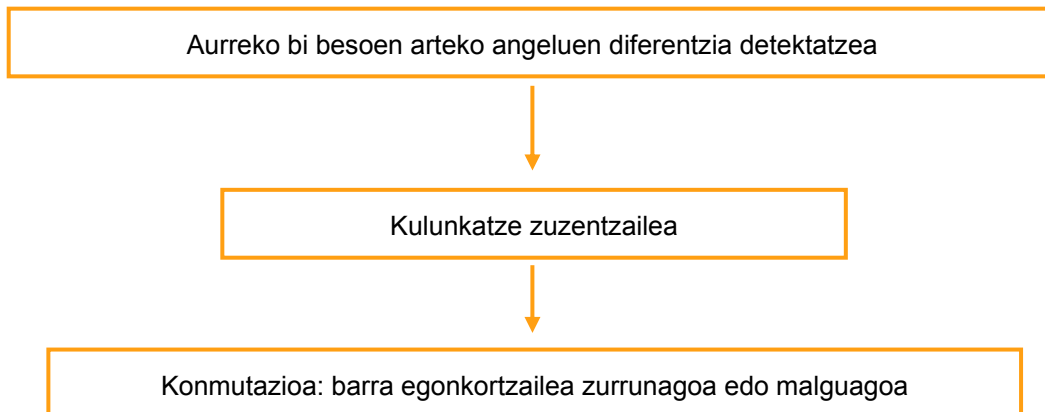
Sistema horrekin, esekidura hidroaktiboari SC/CAR sistema erantsiz, sport egoerarekin sarriago jokutzen da. Izan ere, buruxka erako higidurak eta anplitudeak (autoak balaztatzean eta azeleratzean egiten dituen gorabeherako mugimenduak) mugatu behar dira, karrozeria batetik kendu diren kulunka-mugimenduak hain zuzen.

Sistemak bi modu ditu kulunkatze-efektua murrizteko:

#### 1. Barra egonkortzailearen malgutasun-maila aldatzeko aurrekonmutazioa erabiltzea.



## 2. Inklinazio-angelua zuzentzea



### Funtzionamendua

Funtzionamendua hobeto ulertzeko, irudiari erreparatuko diogu.

SC/CAR sistemako 15 (edo 16) zilindroa barra egonkortzailearen muturraren eta esekidura-besoaren artean kokatuta dago. Zilindroa 20 erreguladorearen esferarekin komunikatuta dago. Kondizio horietan, gidatzeko egoera hauek sor daitezke:

#### A. Automobila lerro zuzeneko posizioan

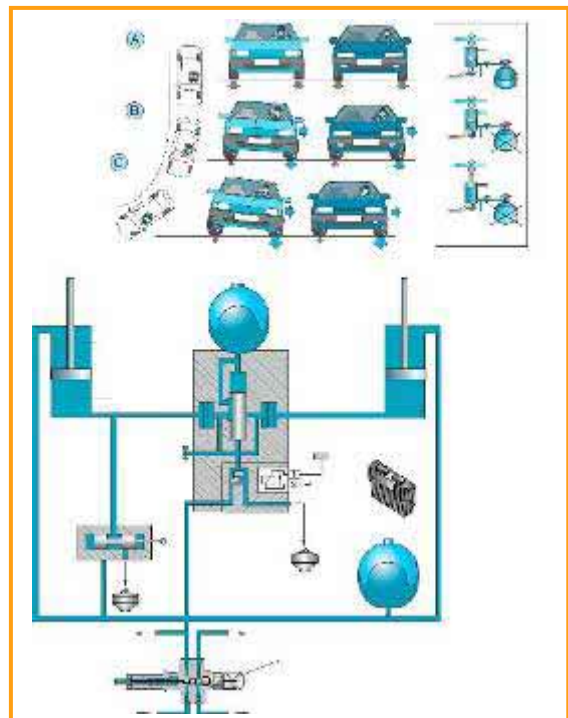
Zilindroa esferarekin komunikatuta dago; barrak ez du eragin zuzenik karrozerian. Erosotasunari ez dio eragiten.

#### B. Automobila bihurgunearen hasieran

Erreguladoreak esferaren eta zilindroaren arteko komunikazioa eteten du; barra zurrun geratzen da.

#### C. Automobila bihurgunearen erdian; karrozeriak 0,3°-ko inklinazioa gainditzen du

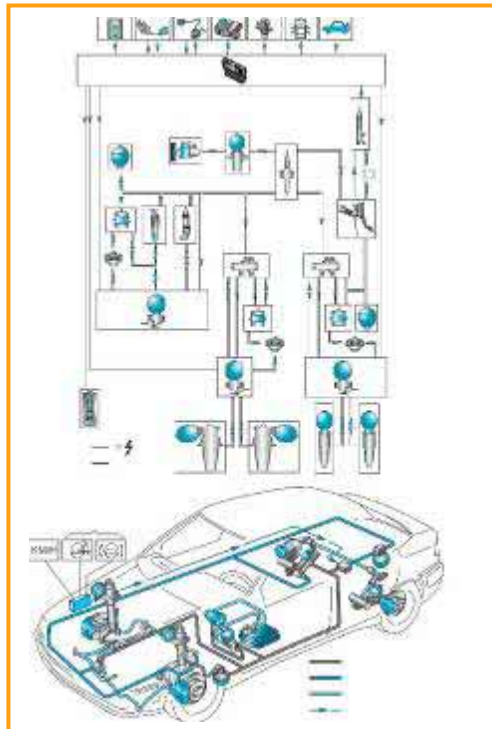
Zilindroak presioa jaso edo arintzen du, betiere inklinazioaren kontrako indarra eragiteko.



## Osagaien kokagunea sisteman

SC/CAR kulunkatzearen aurkako sistemak elektronika eta hidraulika uztartzen ditu ibilgailuari horizontal eusteko.

Irudian agertzen dira sistemaren osagaiak eta haien arteko konexioa.



### ► Osagai elektronikoak

Kulunkatzearen aurkako sistema hidroaktiboa esekidura-sistemaren barruan dago. Sistema hidroaktiboko elementu batzuk, hala nola sentsoreak eta kontrol unitatea, erabiltzen dira kulunkatzearen aurkako sistemari funtzioak emateko.

- ✓ 1 kontrol unitate elektronikoa
- ✓ 3 bolantearen sentsorea
- ✓ 6 autoaren abiadura-sentsorea
- ✓ 20 SC/CAR erreguladorea
- ✓ 21 erreguladorearen elektrobaldula

Kontrol unitateak bolantearen biraketa-anplitudea eta -abiadura prozesatzen ditu alde batetik, eta bestetik, autoaren abiadura, erreferentziako parametroekin konparatuz. Unitateak erreguladorearen elektrobalbula aktibatzen du, barra egonkortzailearen zurruntasuna gidatzeko moduaren arabera aldatzeko.

### ► Osagai hidraulikoak

Sistema hidraulikoan ekoizten den presioak, kulunkatzearen aurkako sistemaz gainera, balazta-, esekidura- eta direkzio-sistemak ere hornitzen ditu.

Hauek dira sistemaren elementu hidraulikoak:

- ✓ **15 zilindro hidraulikoa.** Autoaren aurreko ezker aldean kokatzen da, eta alde horretako esekidura-besoaren eta karrozeriaren artean tartekatzen da.
- ✓ **16 zilindro hidraulikoa.** Autoaren atzeko eskuinaldean kokatzen da, eta alde horretako esekidura-besoaren eta karrozeriaren artean tartekatzen da.
- ✓ **20 erreguladorearen esfera** autoaren erdialdean kokatzen da, eta zilindroen elementu malgua da.
- ✓ **14 zuzentzailea bieletek gobernatzen dute.** Zuzentzaileak aktibatzen ditu 15 eta 16 zilindroak, karrozeriari horizontal eusteko. Autoaren aurreko aldean dago kokatuta.
- ✓ **9 metagailua** zirkuituan kokatzen da.

### ► Osagai mekanikoak

Sistemaren osagai mekanikoak hauek ditugu:

- ✓ Autoaren aurreko barra egonkortzailea
- ✓ Autoaren atzeko barra egonkortzailea
- ✓ Zuzentzailea eta aurreko bi besoak lotzen dituen bieleta-malguki multzoa

## Osagaien eginkizuna

### ► Erreguladorea

Lehen azaldu dugun bezala, erreguladorearen eginkizuna da barra egonkortzaileen zurruntasun-maila aldatzea, eta, horretarako, elektrobalbula, irristailua eta metagailua dauzka.

Kontrol unitatearen aginduz elektrobalbulak erreguladoreari iristen zaion presioa eteten duenean, irristailuak zilindroen eta esferaren arteko komunikazioa bideratzen du, barrak zurruntasun-maila txikian ezartzen dira eta autoa konfort moduan jartzen da. Aitzitik, elektrobalbulak olio-presioari pasabide irekitzen dionean, zilindroen eta esferaren arteko komunikazioa eten egiten da irristailua bultzatuz. Barren zurruntasun-maila handitzen da, eta, ondorioz, autoaren esekidura tinkoago jartzen da.

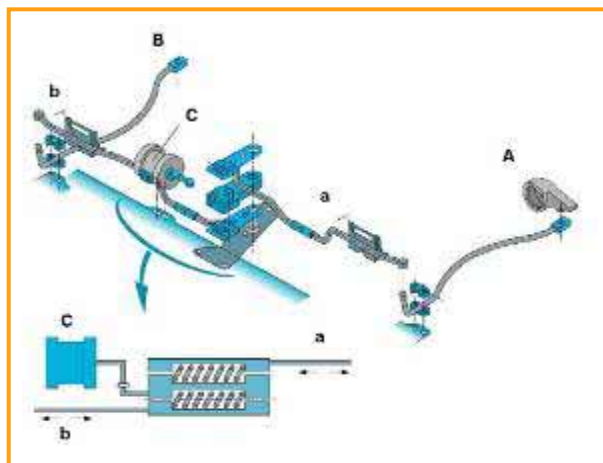
### ► Kulunkaren aginte mekanikoa

Elementu mekaniko honek autoaren karrozeria horizontal mantentzeko agintzen dio zuzentzaileari.

A eta B besoek aurreko higadura zabukaria higadura lineal bihurtzen dute a eta b bieleten bidez.

Kulunkaren aginteak bieleten desplazamenduaren diferentzia neurtzen du, esekidura-besoan angelu-diferentzian oinarrituta.

Besoan angelu-diferentzia hori  $0,3^\circ$ -tik gorakoa bada, zuzentzailea desplazatu egingo da.

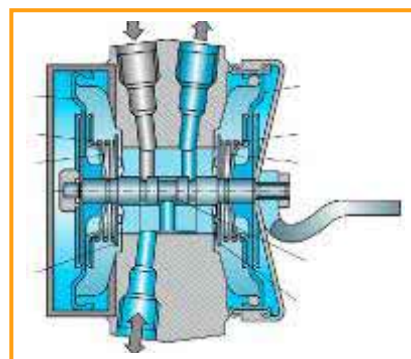


### ► Kulunkaren zuzentzailea

Zuzentzaileak presioa ezartzen edo kentzen die zilindroei, karrozeriari horizontal eusteko.

Zuzentzaileak hiru posizio ditu:

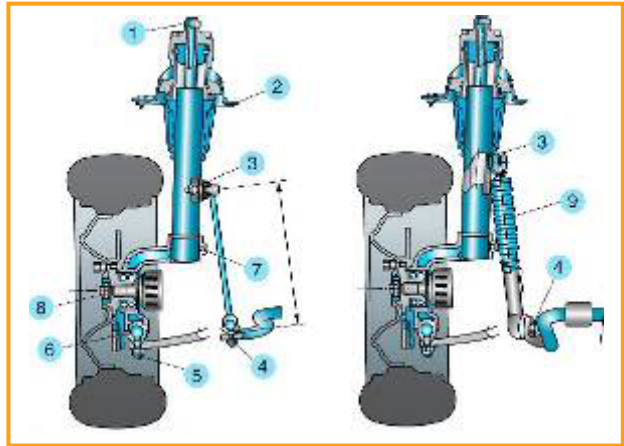
- ✓ Zuzentzailearen sarrerak (presio handiena) zilindroen erabilera-tutura bideratzen du presioa.
- ✓ Zilindroen erabilera-tutua irteerara (depositura) bideratzen da.
- ✓ Zilindroen eta sarreraren eta irteeraren arteko komunikazioa eteten da.



► **Aurreko ardatza**

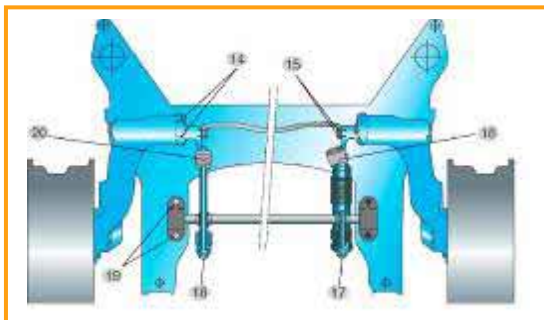
Aurreko 9 zilindroak karrozeria zoruarekiko egoki jartzen du, autoa bihurgunetatik doala.

Zilindroa autoaren ezkerreko aldean kokatzen da. Horrek barra egonkortzailea eta esekidura multzoa lotzen ditu, eta bien arteko distantzia egokitzen du. Eskuineko aldean, berriz, barra eta esekidura lotzeko, luzera finkoa duen bieleta ezartzen da. Horrela, hiru egoera desberdinen artean jokatzen du zilindroak:



- ✓ SC/CAR sistemaren erreguladorearen esferarekin bat eginda: lerro zuzenean, elastikotasun gorenean.
- ✓ Zeharo bakartuta: bihurgunearen hasieran, autoaren zurruntasuna bermatzeko.
- ✓ Sistemako presioak eraginda: karrozeriaren posizioari horizontal eusten dio biraketa itxietan.

► **Atzeko ardatza**



Aurreko ardatzean bezala, 16 SC/CAR zilindroa eta luzera finkoa duen barra berdin antolatzen dira barra egonkortzailearen eta esekidura multzoaren artean. Baina, kasu honetan, 16 zilindroa autoaren eskuinaldeko esekiduran kokatzen da; hau da, 9 eta 16 zilindroak diagonalean kokatzen dira karrozerian. Atzeko ardatzeko zilindroak ere hiru egoera desberdinen artean jokatzen du:

- ✓ SC/CAR sistemaren erreguladorearen esferarekin bat eginda: lerro zuzenean, **elastikotasun** gorenean.
- ✓ Zeharo bakartuta: bihurgunearen hasieran, autoaren zurruntasuna bermatzeko.
- ✓ Sistemako presioak eraginda: karrozeriaren posizioari horizontal eusten dio biraketa itxietan.

### 3 DIREKZIO-SISTEMAK

#### 3.1 Direkzioaren beharra

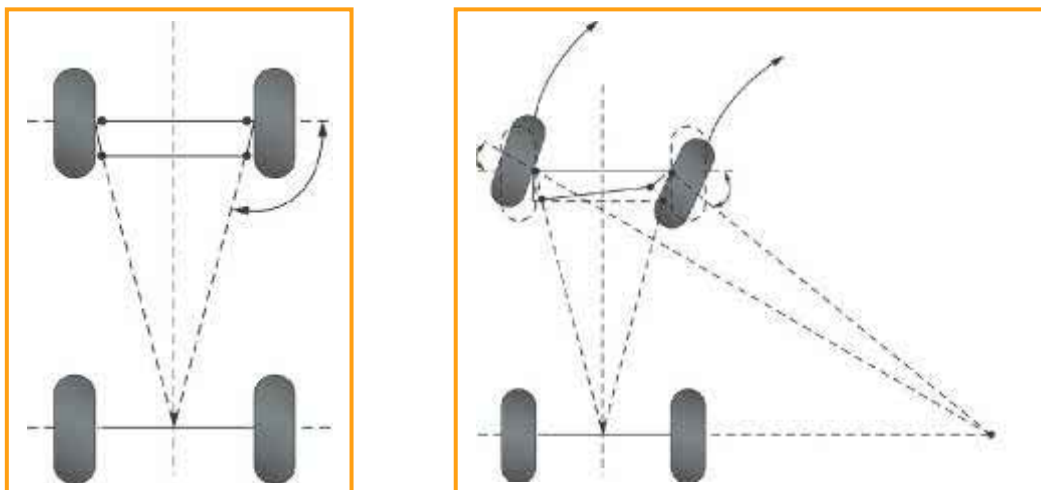
Automobilak ibilbide zehatza egiteko, aurretik, gidariak markatu behar du nondik nora joan nahi duen, eta hori autoak duen direkzio-sistemaren bidez egin behar da. Horrela, gidariak bolanteari eragitean, haren aginteak aurreko gurpilek orientatzen ditu.

Direkzio-sistemak honako ezaugarri hauek izan behar ditu:

- ✓ Gidatzeko zehaztasuna
- ✓ Erabiltzeko erraztasuna
- ✓ Gidatzean gurpilek jasotako kolpeak bolantean ez islatzea
- ✓ Bolantean egin beharreko esfortzua arina izatea, marruskadura dela eta gurpilek izaten duten erresistentzia gainditzeko

Geometriak garrantzi handia du direkzio-sistemari egonkor eusteko, ibilgailua zuzen doala zein bihurgunetan. Bestela esanda, bidea kaskarra izan edo abiadura handian gidatu, ibilgailuari egonkor eutsi behar dio direkzio-sistemak. Horrez gainera, esekidura-sistemak ere badu zerikusia horretan, direkzioari laguntzen baitio autoaren norabidea zehazten.

Pneumatikoez jasaten duten lurrarekiko marruskadura neurri handi batean saihesteko, garrantzitsua da direkzioaren osagaiak modu egokian egituratzea. Adibidez, autoak bihurgunea hartzean lau gurpilek marraztu behar dituzten zirkunferentzien erradioek zentro berbera izan behar dute. Hala ere, gurpil bakoitzaren ibilbidea ezberdina izango da. Aurreko barneko gurpilek ibilbide laburragoa egingo du kanpokoak baino. Beraz, azkeneko horrek gehiago zabaldu beharko du. Horrela ez balitz, pneumatikoa behartuta, lurrarekiko igurtzimendua azalduko litzateke, eta gurpila arrastaka ibiliko litzateke. Horrek pneumatikoaren higadura irregularra ekarriko luke, baita zoruari gaizki heltzea ere.



Azaldutakoa posible izan dadin, alegia, gurpilen erradioek zentro berbera izan dezaten, ezkerreko irudian agertzen diren 1 eta 2 aklopamendu-besoek jarraipenak atzealdeko ardatzean batu behar dira, eta luzetara dagoen ardatzarekiko simetrikoki marraztutako angeluak balio berekoak izango dira. Beso horiek 3 aklopamendu-barrak lotzean osatzen duten irudia paralelogramoa da, *Ackerman* izenekoa. Eskuineko irudian, ikus daiteke autoa bihurgunetik doala gurpilen ardatzak biraketa-zentro irudikarian nola batzen diren. Barneko gurpilekin alderatuz gero, kanpoko gradu batzuk zabaltzen da, bihurgunearen anplitudearen arabera.

### Direkzio-mekanismoaren ezaugarriak

Direkzio-sistemak dituen osagaien artean garrantzitsuena engranaje-mekanismoa da. Horren bidez, gurpilek orientatzeko mugimendua transmititzen da bolantean egin beharreko esfortzuaren behar besteko murrizpena kontuan hartuta. Izan ere, autoaren pisuagatik sortzen den pneumatikoaren eta lurraren arteko marruskadura gainditzeko, kontrako esfortzua egin behar da. Hain zuzen ere, pisu handia duten ibilgailuetan, engranajeen arteko murrizpena handiagoa izaten da pisu gutxiagokoetan baino. Bestela esanda, ibilgailua nolakoa, halakoa izaten da engranaje-erlazioa, gidatzeko modua eroso egin dadin. Murrizpenaren balioak neurri zehatzetan kokatu behar dira erantzun egokia nahi bada gurpiletan, alegia, gidatzean bolantearen maniobra bakoitzeko direkzioaren erantzuna, eta ondorioz gurpilena, egokia eta azkarra izan dadin.

Beraz, bolantean egin beharreko esfortzua murrizteko, behar besteko erredukzioa lortzea izango litzateke irtenbiderik onena, betiere, gurpilek orientatzeko zehaztasuna galdu gabe. Pinoi eragilearen eta kremaieraren arteko murrizpen-balioak 12:1 eta 24:1 artean kokatzen dira; bestela esanda, bolantearen bira bakoitzari 20° ko orientazio-angelua dagokio gurpilen orientazioan. Korrespondentzia 18:1ekoa da.

## 3.2 Torloju amaigabeko direkzioa

### Mekanismoaren funtzionamendua

Gidariak maniobra hasten duenetik gurpilek orientatzen diren arte azaltzen da mekanismoaren mugimendu-transformazioa, direkzioaren funtzionamendua:

- ✓ 7 bolantea biratzen dugunean, 6 direkzio-kaxak, barruko mekanismoari esker, higidura angeluarra sortzen du 5 beso zabukarian. Han, mugimendua transformatu egiten da noranzkoz eta moduz.
- ✓ 5 beso zabukariak palanka eragilea mugiarazten du 4 aginte-bielaren bitartez.



- ✓ Halaber, 1 palanka eragileak gurpilaren gontzean egiten du bira, eta ezkerreko gurpila orientatzen du.
- ✓ 8 akoplamendu-besoa eta hari dagokion 9 akoplamendu-barra baliatuz orientatzen da eskuinteko gurpila. Lehen azaldu dugun bezala, gurpilek orientazio-angulu ezberdinak dituzte, *Ackerman* paralelogramoari esker.
- ✓ Azaldutakoaren arabera, bolantea eskuinerantz biratuz gero, gurpilek harantz joko dute, eta alderantziz gertatuko da beste alderantz biratzen bada.

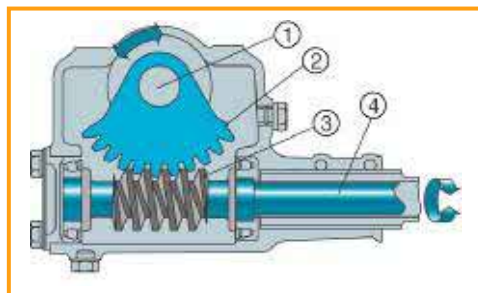
Bi aldeetako gurpilek orientatzean angulu-balio berbera izateko, beso zabukariak eta aginte-bielak angulu zuzena osatzen dute. Hain zuzen ere, haien arteko anguluak 90°-koa izan behar du nahitaez, alde bateko zein besteko angeluen ibiltartea berbera izan dadin. Hori horrela ez bada, aipaturiko anguluak ezberdinak izango dira, eta arazoa autoaren norabidean islatuko da.

#### Direkzio-kaxaren funtzionamendua

- ✓ Agerian geratzen den 7 torloju amaigabearen muturra bolantearen ardatzarekin lotuta dago, ildaska baten bidez. Hura kaxako 4 errodamenduen artean ezarrita dago, biraketa-higidura egin dezan. Kaxan bertan, beste muturrean, hariztatutako 5 estalkiak torloju amaigabea estutzen du, eta luzetarako lasaiera ahokatu egiten du.
- ✓ Zeharka jarrita, 11 sektoreak torloju amaigabearekin engranatzten du. Horrek biraketa-higidura jaso, eta beso zabukarira transmititzen du. Horretarako, 30 azkoinak sektore-ardatzarekin lotzen du beso zabukaria. Goialdean, 10 doikuntza-torlojua dugu bi engranajeen arteko ahokadura egiteko; 8 azkoina estutuz, torlojua tinkatu ahal da. Beste aldean, 17 doikuntza-zorroak sektorearen ardatza ahokatzen du.
- ✓ Kaxaren barruan olio dago, engranaje-sistema olioztatzeko. Han elementu mugikorrek daudenez gero, bakoitzarentzako erretenak daude. Halaber, estalkian itxidura ona bermatzeko juntura dugu.

#### Torloju amaigabea duten zenbait mekanismo mota

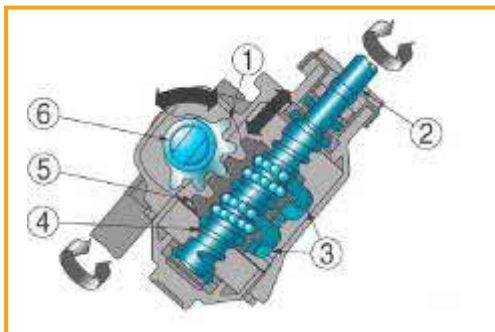
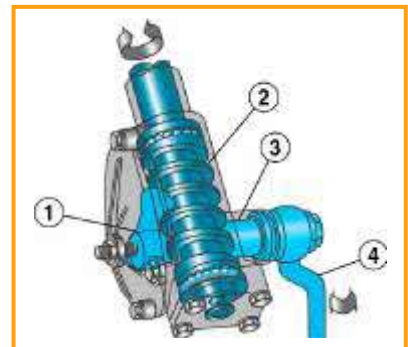
**Torloju amaigabea eta sektorea:** modelo arrunta da. Torlojuaren bira bakoitzeko, sektorearen desplazamendua, higidura angeluarra, hortz batekoa da.





**Torloju amaigabea eta arrabola:** sistema honek piezen arteko higadura gutxitzen du.

**Hatza duen aginte-sistema:** hatza ezartzen da torlojuaren hortzen arteko kokalekuan. Azken hori biratu ahala, 1 hatza desplazatzen da, eta, 3 ardatzean pibotatuz, 4 biela zabukarian mugimendu angeluarra gertatzen da.

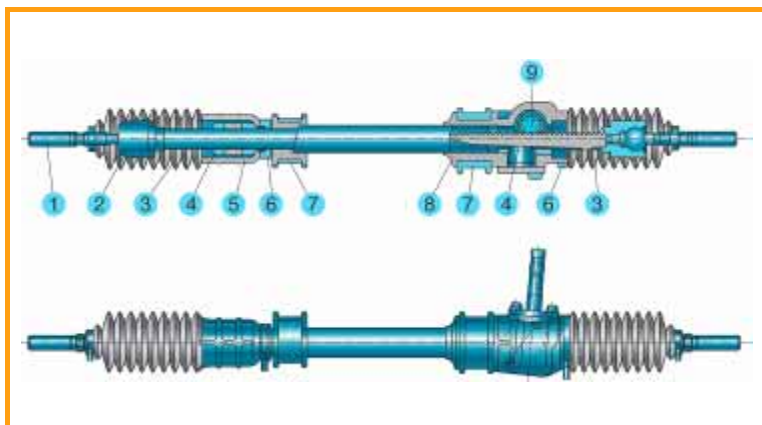


**Boladun azkoina eta sektorea:** kasu honetan, azkoinaren higadura errazteko, bolak tartekatzen dira azkoinaren beraren eta torlojuaren artean.

### 3.3 Kreamilera-direkzioa

Mekanismo batek zenbat eta osagai gehiago izan, orduan eta arrisku handiagoa du lasaiera sortzeko. Eta, horrekin batera, direkzio-sisteman matxurak sortzeko posibilitateak areagotzen dira. Arazo hori konpontzeko, kreamilera-mekanismoa asmatu zuten; izan ere, eginkizun bera izanik, mekanismo askozaz sinpleagoa da. Sistema honen oinarria pinoi eragilea eta kreamilera-engranajea dira.

Irudi honetan dugu kreamilera-direkzioaren despiezea:



1. Akoplamendu-barra
2. Errotula axiala
3. Babes-hauspoa
4. Kremlera
5. Kremleraren zorroa
6. Babes-hauspoaren kokalekua
7. Kautxuzko takoa
8. Direkzio-kaxa
9. Pinoi eragilea

### Kremlera-mekanismoaren funtzionamendua

- ✓ Bolanteari eragiten diogunean, haren ardatzak, 9 pinoi eragilea mugitzen du, eta horrek desplazamendu lineala ematen dio 4 kremlerari.
- ✓ Kremlera 8 kaxaren muturretan dauden bi zorroetan zehar mugitzen da. Desplazamendua errazteko, mekanismoaren osagaiak koipeztatuta daude.
- ✓ Desplazamendua, alboetako errotularen eta 2 akoplamendu-barren bitartez, gontzetara transmititzen da, eta gurpilak orientatzen ditu.
- ✓ Pinoiaren eta kremleraren artean egon daitekeen lasaiera ahokatzeko, tenkagailua dugu. Tenkagailua hagaren kontra dago, malguki bati esker, eta lodiera-zirindolak erabiltzen dira haren tentsioa kontrolatzeko.

## 3.4 Bolante-ardatza eta errotulak

### Errotulak

#### ▶ Errotula axialak

Errotula hauek kremleraren eta akoplamendu-bieletan artean kokatzen dira. Irudian ikusten den bezala, 5 karkasa kremlerarekin harilkatzen da 3 bernoaren bidez, eta, haren barruan, errotula kokatzen da. Errotulak xurgatzen ditu esekiduraren oszilazioak direla-eta sortzen diren gorabeherako mugimenduak. Hala, gorabehera horiek ez dute eraginik direkzio-sisteman. Beste direkzio-sistema batzuetan, funtzio bera betetzeko, buloiak erabiltzen dira errotula axialen ordez.

### ► Direkzio-errotulak

Akoplamendu-bieletaren beste muturrean, direkzio-errotulak kokatzen dira, gurpilaren gontzekin lotuta. Horretarako, errotularen bernoan mangetaren bielen zuloan sartzen da, eta azkoin batez estutzen du bernoan. Hala, errotularen jokoari esker orientatzen dira gurpilak. Bestaldetik 8 azkoina askatuz gero, konbergentzia-angelua egokitu daiteke 7 akoplamendu-besoa alde batera edo bestera biratuz.

### ■ Bolantearen ardatza

11 bolantearen ardatza 10 eta 12 zorroetan kokatzen da direkzio-ardatzean. Bolanteari eragitean, hark pinoiari transmititzen dizkio birak, ardatzaren bitartez. Horretarako, altzairuzko hagan tartekatutako 13 eta 14 giltzadurak erabiltzen dira: esekiduran eragindako mugimenduak xurgatzen ditu 14 gomazko giltzadurak; eta 13 cardan giltzadurak, berriz, bi zatitan bereizten du ardatza segurtasun-neurri gisa. Izan ere, autoak talka egingo balu, ardatza bera desbideratuko litzateke, gidariaren kontra ez joateko.

Eginkizun horretarako, beste eredu bat ere erabiltzen da: ardatz teleskopikoa (aurreko irudian azaltzen da).

### ■ Direkzio-sistemaren kokapena esekidura sistemarekiko

Direkzioaren kaxa xasisarekiko ondo kokatzea garrantzitsua da, geometria-angeluak alda ez daitezen. Adibidez, dagokion kokalekua baino altuxeago jarriz gero, esekiduraren mugimendua dela eta, gurpilen konbergentzia-angelua aldatu egiten da. Izan ere, zenbat eta altuago jarri akoplamendu-besoek egin beharreko ibiltartea, orduan eta handiagoa izango da.

Irudian azaltzen den bezala, A posizioa da egokiena, esekidurak gorabeherako higidura eginda ere ez baititu aldatuko kotak. B posizioan, aldiz, gorabeherako higidura berbera izanda, konbergentzia-angelua nabarmen aldatuko da.

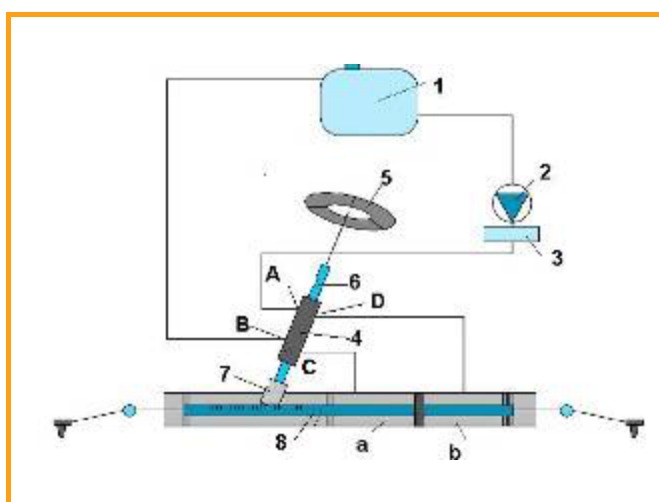
### 3.5 Direkzio lagundua

Bolanteari eragiteko, aurreko gurpilek jasan behar duten pisuaren eta direkzioaren geometriaren arabera egin behar da esfortzua. Hori kontuan hartuta, pinoi eragilearen eta kremaieraren arteko **desbiderketa-erlazio** egokia gorde behar da. Egun, gero eta gehiago erabiltzen dira presio gutxiko eta ukipen-azalera zabaleko pneumatikoak, eta horrek lurra-erikiko marruskadura areagotzen du, eta gidariarentzat nekezagoa da autoa **manio-bratzea**. Hori dela eta, gidariak esfortzu txikiagoa egin dezan, automobilerik direkzio lagundua ezartzen zaie.



#### ■ Direkzio lagunduaren kontzeptua

Gaur egun, lagunduriko sistema bat baino gehiago daude, baina sistema hidraulikoa aztertuko dugu atal honetan.



1. Depositua
2. Ponpa
3. Erreguladorea
4. Balbula birakaria
5. Bolantea
6. Bolantearen ardatza
7. Pinoi eragilea
8. Kremaiera
- A Presio-sarrera
- B Itzulera
- a Ganbera eskuinera biratzea
- b Ganbera ezkerreko biratzea

Irudiko eskeman, direkzio-sistema honek dituen osagaiak eta haien antolaketa ikus ditzakegu. Esan bezala, sistema hidraulikoa dugu, eta, hidraulikan oinarritzen den edozein mekanismotan bezala, direkzio lagunduko sisteman ere elementu hauek ditugu: olioia, depositua, ponpa, presio-erreguladorea, balbula, zilindroa eta tutuak.

Banan-banan aztertuko ditugu aipaturiko elementuak:

### Oliao

Hidraulikako berariazko olio mota erabiltzen da. Elementu horren bidez, indarra transmititzen da sistemaren barruan.

### Depositua

Oliao metatzen da han. Sistema hidraulikoa zirkuitu itxia da, eta erabiltzen den olioak depositutik ateratzen da. Lana amaitutakoan, jariakina hara itzultzen da.

### Ponpa

Ponpak olioak presiopean jartzen du zirkuituan. Autoaren motorrak mugiarazten du ponpa uhal baten bidez edota engranaje-sistema batez.

### Presio-erreguladorea

Presio-erreguladoreak balio zehatz batzuen barruan mantentzen du presioa zirkuituan.

### Balbula

Bolantea biratzean, balbula ere batera gobernatzen dugu. Horrela, presioa behar den tokietara bideratzen dugu, maniobraren arabera.

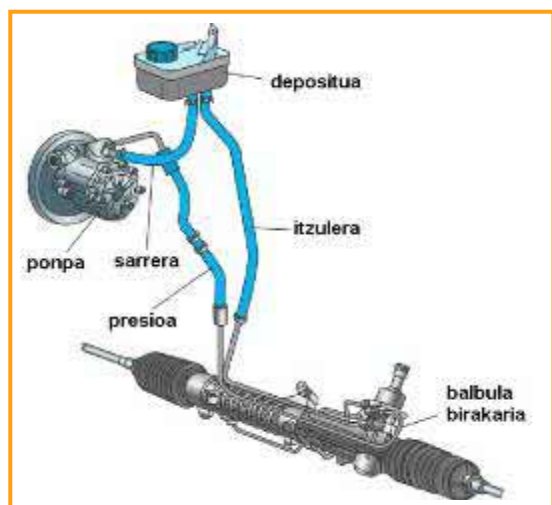
### Zilindroa

Zilindroa sistemaren **eragingailua** da; hau da, energia hidraulikoa energia mekaniko bihurtzen du, direkzio-sistemari laguntza emanez.

### Tutuak

Tutuak elementu hidraulikoak elkarrekin lotzen dituzte, eta olioak haien barruan garraiatzen da.

Irudian ikusten da osagaiak direkzio-sisteman zehatz-mehatz nola antolatzen diren.



## Sistemaren funtzionamendua

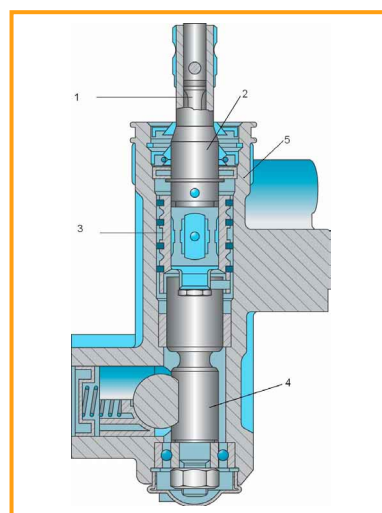
Olioa deposituan biltzen da. Handik, ponpak eskuratu, eta irteera bikoitzetik balbula banagailura bidaltzen du olioaren zehar. Aurretik, olioaren presioa erreguladoreak mugatzen du. Horrek, mugatze-prozesuan, olioaren bidal dezake depositura itzulerako bidetik. Bolanteari eragin ezean, geldirik dagoela, olioaren depositura bueltatzen da ibilbidetik. Baina, gidariak bolantea mugitzearekin batera, balbula birakariari ere eragiten dio, eta olioaren honela banatzen da zirkuituan: bolantea alde batera biratuz gero, olioaren presiopean, tututik igarotzen da, zilindroko pistoiaren alde batean presioa ezarri. Pistoiaren beste aldeko olioak, aldiz, presioa galtzen du, depositura botatzen da eta tututik. Horrela, pistoia desplazatu egiten da, eta kremaierari laguntza ematen dio.

## Direkzio lagunduaren osagaiak

### BALBULA BIRAKARIA

#### ► Deskribapena

Balbularen gorputzean, 1 tortsio-barra eta 2 kaxa birakaria larako baten bidez batuta daude, eta, biak batzen diren tokian, ildaskaren bidez, bolantearen ardatza lotzen da. Ardatza biratzean, kaxa eta tortsio-barra ere mugitzen dira. Tortsio-barra, beheko aldean, kremaierako 4 pinoiarekin lotuta dago, eta hori 3 zorro banatzailearekin. Kaxa birakarian eta zorro banatzailean zulo batzuk daude, eta horietatik pasatzen da olioaren, dagokion tokira joateko.



#### ► Balbularen mekanismoaren funtzionamendua

Bolantearen ardatza biratzean, esan bezala, 2 kaxa birakaria eta 1 tortsio-barra biratzen dira. Dakigunez, kaxa birakariak ez du inolako loturarik beste elementuekin, tortsio-barrarekin izan ezik. Biraketan, 4 pinoia ere biratzen da, tortsio-barrarekin lotuta baitago. Ondorioz, direkzioko kremaiera desplazatu, eta gurpilak orientatzen dira. Pneumatikoen, ordea, orientatzeko erresistentzia erakusten dute; jasotzen duten pisua eta zoruarekiko marruskadura direla eta, balbula birakariaren tortsio-barra bihurtu egiten da. Lehen esan bezala, tortsio-barrak, pinoiak eta zorro banatzaileak bloke bat osatzen dute. Hala, direkzioaren maniobra horretan, biraketa-desfase bat sortzen da kaxa birakariaren eta zorro banatzailearen artean. Desfase horrengatik, aipatutako bi elementuen zuloak parekatu egiten dira, eta olioaren presiopean, zilindroaren alde batera bideratzen da. Zilindroaren beste aldean dagoen olioaren, berriz, itzuliko bidearekin komunikatzen da, depositura bidaliz. Hortaz, direkzioaren laguntza norabide baterako sortzen da. Beste aldera laguntza emateko, bolantea kontrari biratu beharko da.

Ekintza horrek bolanteari eragiten zaion bitartean irauten du; maniobra gelditzen denean, ordea, kaxa birakariaren eta zorro banatzailearen arteko desfasea berdindu egiten da. Beraz, direkzioaren laguntza eten egiten da, harik eta beste maniobra bat egin arte.

► **Funtzionamendu-faseak**

Irudian, balbula birakariaren funtzionamendu-faseak ditugu: lerro zuzeneko posizioa eta gurpilen biraketako posizioa:

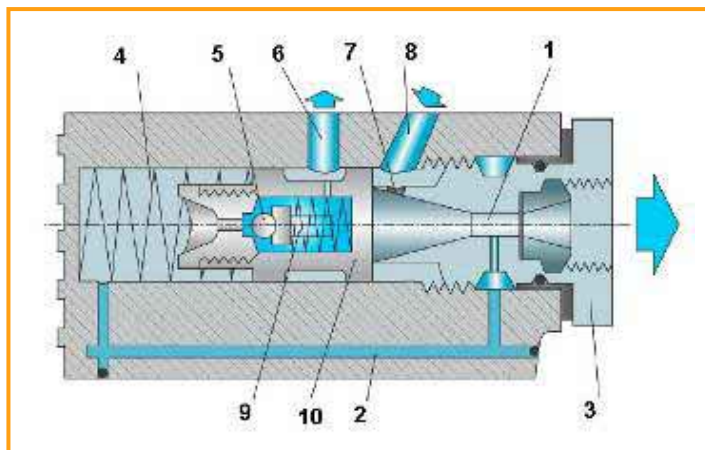
Lerro zuzeneko posizioa

Posizio honetan, bolanteari ez zaio eragiten; horrenbestez, tortsio-barra, kaxa birakaria eta zorro banatzailea posizio neutroan mantentzen dira. Fase hau, 1 irudian dugu: ponpatik presiopean datorren olioia B zulara sartzen da, eta pistoiaren bi aldeetara bideratzen da C eta D zuloetatik. Olioia A zuloetik ere pasatzen da, eta handik depositurantz bideratzen da. Direkzio-sistemari ez zaio laguntzarik ematen.

Gurpilen biraketako posizioa

Maniobran, gidariak bolanteari eragiten dio gurpilek orientatzeko. Eragindako esfortzuagatik, tortsio-barra bihurritu egiten da, eta desfasea sortzen da kaxa birakariaren zorro banatzailearen artean. Horrela, olioaren presioa pistoiaren alde batean ezartzen da, eta bestea, berriz, presioz arintzen da. Alde baterako eta besterako faseak 2 eta 3 irudietan ditugu. Direkzio-sistemak laguntza jasotzen du.

► **Olioaren presioa eta emaria mugatzen dituen erreguladorea**



Irudian erreguladorearen eskema agertzen da. Osagai horrek, ponparekin batera, multzo tinkoa osatzen du. Funtsean, zilindro batean zehar desplazatzen den pistoi moduko erreguladorea dugu. 10 pistoia 3 torloju-topearen kontra ezartzen da, 4 malgukiari esker. Pistoiaren barruan, presio-deskargako balbula dugu, malguki batek eta bola batek osatua.



Olioaren presiopean dator ponpatik, eta 8 zuloetik sartzen da erreguladorearen barrura. Olioaren 7 zuloetik igarotzen da, eta, 1 estugunea zeharkatzean, Venturi efektua sortzen du. Jariakina 3 erraketatik irteten da balbula birakarirantz. 1 estugunea pistoiaren atzeko aldearekin komunikatuta dago 2 bidearen bitartez. Balbularen 6 bidetik presioa deskargatu ahal da, olioaren handik depositura joan baitaiteke. Direkzioaren maniobren arabera, funtzionamendu-fase hauek sor daitezke erreguladorean:

### Autoa geldirik dagoela, bolanteari eragin gabe

- ✓ Motorra erralention dagoela, ponpak bidalitako olioaren 8 eta 7 zuloetatik 1 estugunera joaten da, eta, handik igarotzean, jariakinaren abiadura bizkortu egiten da, pasabidea murrizten baita. Olioaren, estugunea gainditutakoan, balbula birakarira abiatzen da.
- ✓ Aipatutako egoeran, balbula birakaria zuzen dago, bolantea geldirik baitago, eta olioaren, pasabide guztietatik igarotakoan, depositura itzultzen da.
- ✓ Horrela, olioaren emaria handia da, eta, estugunetik pasatzean, Venturi efektuari esker, depresioa sortzen da.
- ✓ Depresioa, 2 bidetik, pistoiaren ezker aldean gauzatzen da; pistoiaren bestaldean, berriz, olioaren presiopean egoten da.
- ✓ Erreguladorearen pistoiaren bi aldeetako presio-erregulazioak, erresultanteak, 4 malgukiaren tentsioari irabazten dio, eta pistoiaren ezker aldean desplazatzen du. Pistoiaren desplazamendua estugunean sortzen den depresioaren arabera izaten da. Pistoiaren desplazatzean, emaria areagotzen da, eta horrek olioaren presioa jaitsarazten du sistemaren barruan.

### Motorra erralention, bolanteari eraginda (maniobretan)

- ✓ Balbula birakariak depositurako bidea eten eta pistoiaren alde batean presioa ezartzen du.
- ✓ Egoera horretan, olioaren abiadura erabat moteltzen da, eta estugunean presio-balorea igo egiten da.
- ✓ Horrenbestez, olioaren pistoiaren atzealdeko ganberan presiopean egoten da. Hori dela eta, pistoiaren aurrerantz desplazatzen da toperaino.
- ✓ Horrela, ponpak ekoizten duen presio osoa ezartzen da dagokion pistoiaren aldean, direkzioari laguntza emateko.

### Autoa martxan doala, gurpilak lerro zuzenean orientatuta

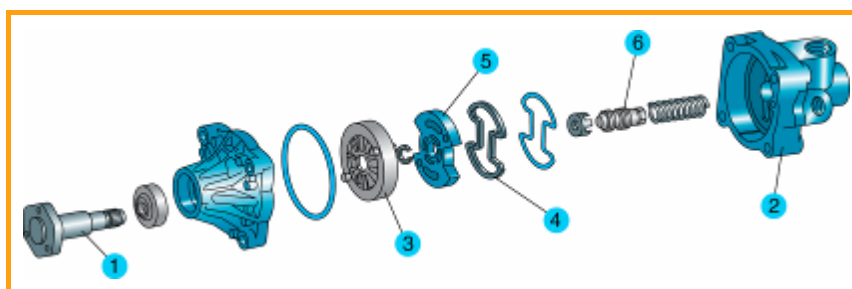
- ✓ Autoaren motorrak bira handiak egiten ditu, eta ponpa ere arinago biratzen da.
- ✓ Balbula birakaria zuzeneko posizioan dago; beraz, olioia, zulo guztietatik igaro ondoren, depositura itzultzen da.
- ✓ Fase honetan olioaren abiadura areagotzen dela eta, emariaren eta presioaren baloreak igo egiten dira. Horrenbestez, estugunean sortzen den depresioa ere igo egiten da.
- ✓ Horrela, lehenengo funtzionamendu-fasean (*autoa geldirik eta bolantea eragin gabe*) bezala gertatzen da, pistoiaren ezkerreko ganberan depresioa azaltzen baita. Baina kasu honetan balore handiagoa ezartzen da pistoian. Izan ere, olioia arinago dabil, ponpa abiadura handiagoan biratzen delako. Beraz, pistoia ezkerrera joaten da, eta deskarga-zuloa agerian geratuko da. Ponpa zenbat eta arinago ibili, orduan eta presio gehiago deskargatuko du erreguladoreak.
- ✓ Horren ondorioz, sisteman bertan presioa jaitsi egiten da, eta direkzioari laguntza murrizten zaio.

### Bolantea toperaino eramanda

Direkzioari eragitea gurpilek espaloia edota ibiltarteko topea jotzen dutenean gertatzen da funtzionamendu-fase hau.

- ✓ Bolantea toperaino eraman eta direkzioari eutsiz gero, balbula birakariari eragiten diogu.
- ✓ Era horretan, presioa areagotu egiten da, eta zirkuitu osoan du eragina.
- ✓ Presio handiagoak 5 balbularen malgukiaren tentsioa gainditzen du, eta balbula irekitzen du. Olioia 6 itzuliko bidetik deskargatzen da.
- ✓ Horrenbestez, sistemaren presio gehiena mugatzen da (100 bar inguru).

### PONPA



1. Ardatza
2. Gorputza
3. Errotorea
4. Juntura
5. Alboko plaka
6. Erreguladorea

Irudian, direkzio lagunduaren palazko ponpa dugu. Ponpak bi sarrera eta beste bi irteera ditu. 10 l/m-ko emaria ekoitz dezake, eta presioa gehienez ere 100 barekoa izango da. Dakigunez, aipatutako presioa erreguladoreak mugatzen du.

► **Funtzionamendua**

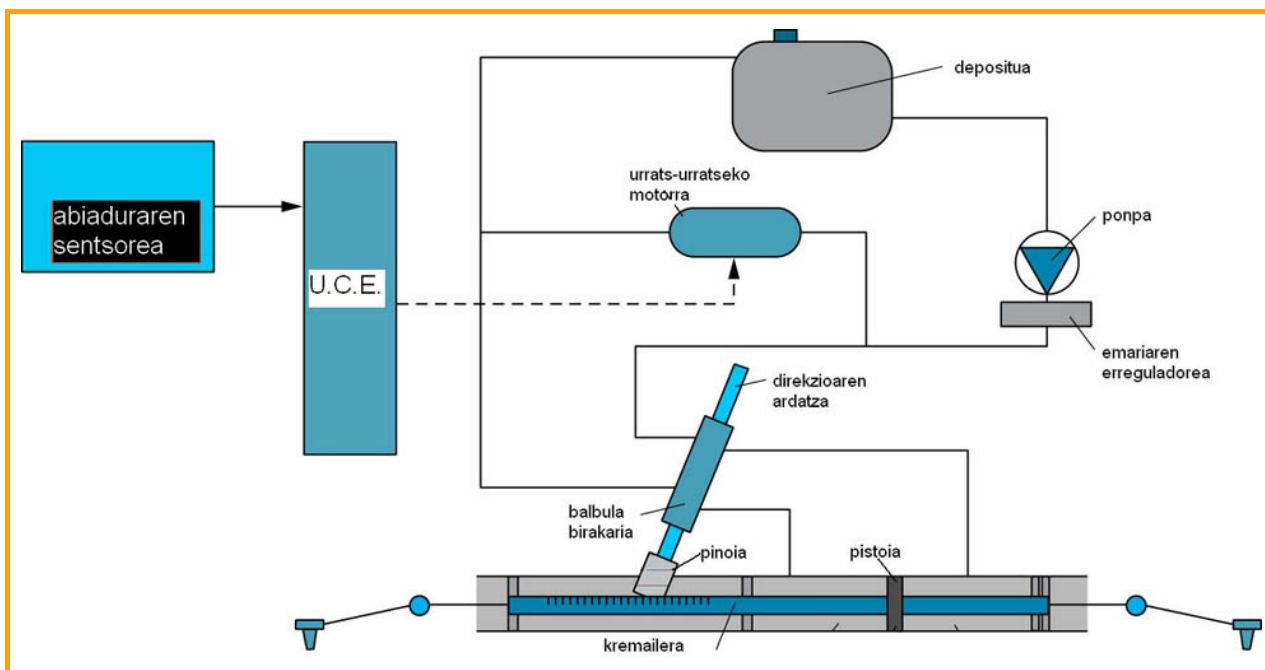
2 ponparen gorputzean 9 errotorea eratzen da. Errotorea 1 ardatzak mugitzen du, eta ardatzari motorrak eragiten dio, polea- edo engranaje-sistemaren bidez. 7 eta 8 plaken artean, errotorea biraka dabil, eta erradial moduan dituen 6 paletak arrastatzen ditu. Paletak 3 depositutik olio jaso eta presiopean bidaltzen dute balbula birakarira, 11erreguladoretik pasatu ondoren. Deposituko 5 estalkiak 4 hagatxoak dauka olioaren nibela neurtzeko.

3.6 Direkzio lagundu aldakorra

Direkzio lagunduaren sistemari osagai elektronikoak gehitu dizkiote, funtzionamendua hobetzeko.

Hona hemen direkzio lagunduaren sistemak lortzen dituen helburuak:

- ✓ Laguntza gehiago ematea aparkatzeko maniobretan
- ✓ Laguntza egokia ematea autoaren abiaduraren eta bolantean eragiten den esfortzuaren arabera.



## ■ Funtzionamendua

Direkzio lagunduari 5 erreguladore hidraulikoa gehitu diote, eta urratsez urratseko motorrak gobernatzen du. Urratsez urratseko motorra kontrol unitate elektronikoaren menpe dago, eta horrek eragiten dio motorrari, bi parametro kontuan hartuta: autoaren abiadura eta bolantean egiten den esfortzia. Erreguladorea balbula birakariarekiko paralelo ezartzen da, eta, horrela erreguladoreak olio kantitate bat desbideratu ahal du depositura. Esate baterako, autoa martxan doala abiaduraren parametroa kontuan hartuta, kontrol unitateak eragiten dio urratsez urratseko motorrari, eta hark olio kantitate zehatz bat botatzen du depositura. Horrela, presioa arintzen da sistemaren barruan, eta direkzioari laguntasuna murrizten zaio. Automobila geldirik edo 5 km/h-an baino abiadura txikiagoan badoa (maniobretan, esaterako), erreguladoreak ez dio uzten zirkulatzeko oliori.

### 3.7 Atzealdeko gurpilak orientatzeko sistemak

Sistema hauei esker, autoaren aurreko gurpilak ez ezik atzekoak ere orienta daitezke. Horrela, ibilgailuak egonkorragoak dira bihurguneetan, eta, horrenbestez, seguruagoak.

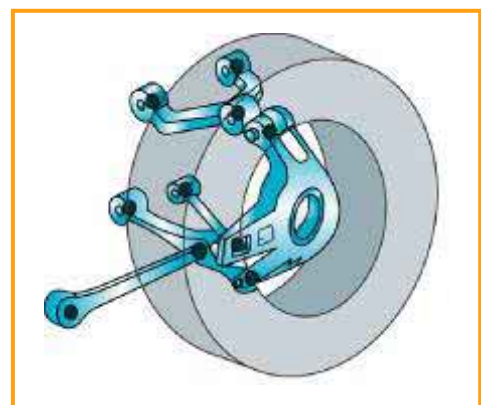
Atzeko gurpilak orientatzea posible egiten duten sistemak hauek dira: beso anitzeko eta beso arrastatudun ardatz autodirekzionalak. Hartzen duten angelua txikia izaten da, eta aurreko gurpilen orientazio bera izaten dute. Horrela, gainbiratze-efektua ematen zaio kotxeari, izatez aurreko trakzioko autoek duten azpibiratze-efektua berdintzeko.

Atzeko aldeko gurpilak bi modutan orienta daitezke: **era pasiboan** eta **era aktiboan**.

#### ■ Era pasiboa

Era pasiboan, autoa ibili ahala, zoruaren gainean sortutako erreakzioek behartuta orientatzen dira gurpilak, gidariak ezer egin gabe. Zeharkako azelerazioak eta zoruaren itsaspen-kondizioek eragiten dituzte erreakzio horiek, autoa bihurguneetan sartzean.

Erreakzioak baliatuz, aipaturiko beso anitzeko eta beso arrastatudun esekidura-sistemetan gurpilen autoorientazioa burutzen da.



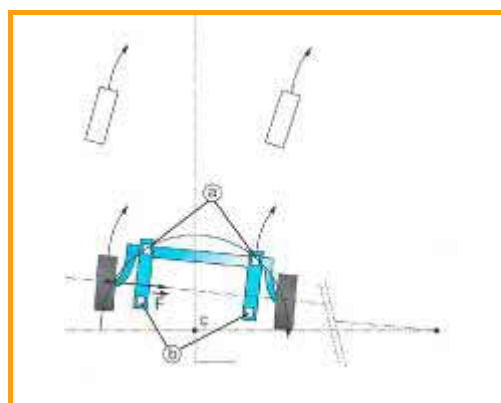
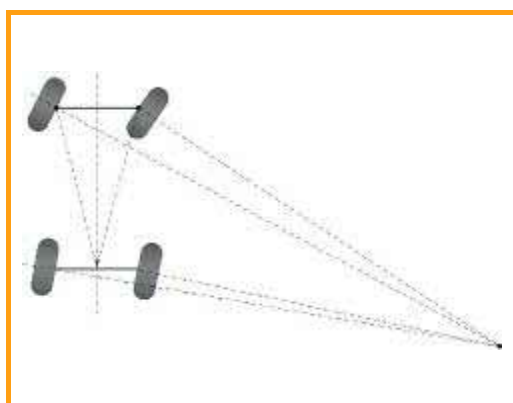
► **Beso anitzeko sisteman**

Sistema honetan, besoen antolaketa dela eta, gurpilak, zuzeneko ibilbidean, luzetarako ardatzarekiko zuzen mantentzen dira berez.

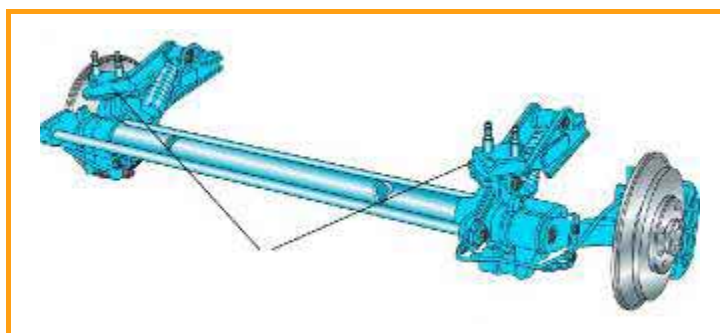
Baina bihurguneetan, artikulazio-jokoa dela eta, besoak desitxuratu egiten dira, eta horrek erortze-eta konbergentzia-angeluak sorrarazten ditu gurpiletan. Horixe da bihurguneetan automobilaren egonkortasuna eta segurtasuna bermatzeko modua.

► **Beso arrastatudun ardatzean**

Esekidura-sistema honetan, bestean ez bezala, gurpilek, erortze-angelua eta konbergentzia-balioa aurretiaz zehaztuak dituzte. Horregatik, orientazioa ez da gurpiletan gauzatzen, haien ardatzean baizik, ardatzaren eta bastidorearen artean kokatzen diren bi euskarrien malgutasunari esker: automobilak bihurgunea hartzean, lotura malgua desitxuratu egiten da, eta ardatzak 1º eta 2º bitarteko desfase-angelu izaten du.



Irudian, automobila bihurgunean sartzen denean, indarra ezartzen da kanpoko gurpilean. Horren ondorioz, ardatzak alde horretako C zentroarekiko pibotatzen du, eta gurpilen arteko desfasea azaltzen da. Desfase horrek bihurgunearen alde jartzen ditu gurpilak. Desfase-angeluaren balioa aurreko eta atzeko euskarrien malgutasun-mailak markatzen du.

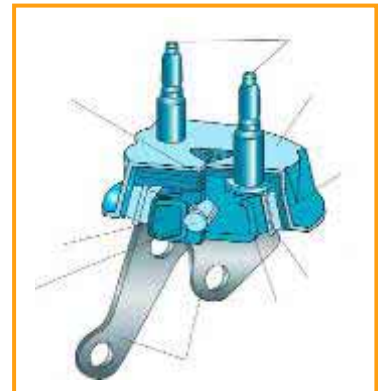


Irudian beso arrastatudun ardatza dugu. Sistema horretan moteltze-efektua tortsio-barrei esker gauzatzen da. Ardatza bastidorean lotzen da, lau euskarriren bidez; bi aurrealdean jarrita daude, eta beste bi, atzealdean. Autoaren aurreko aldean jarritakoek eragiten dute autodirekzio-efektua, eta, horrez gainera, bibrazioak xurgatzen dituzte.

Euskarriei eragiten zaien indarraren norabidea nolakoa, halakoa da haren malgutasuna. Horretarako, euskarriek txapa malguak dituzte; barruan, enbutizio gisa, kautxuzko gunea gordetzen dute txapa horiek.

Zenbat eta desitxuritze-indar handiagoa ezarri, orduan eta zurrungo mantenduko da kautxuzko gunea.

Ibilgailuak bihurgunea hartzean, euskarri malguk alboko indarra jasotzen dute, eta desitxuratu egiten dira. Ondorioz, esan bezala, ardatza biratzen da, eta autoari autodirekzio-efektua ematen dio. Bihurgunetik irteten denean, euskarrietan ezarritako indarra eteten da eta ardatza bere onera itzultzen da.



Ardatzak bihurguneetan duen portaera aldatzeko, hura bastidorera lotzen duten euskarrien geometria aldatu behar da, hain zuzen ere, bien artean tartekatzen diren laminen lodiera aldatuz.

### ■ Era aktiboa

Sistema hau ez da oinarritzen atzeko gurpilak orientatzeko esekiduraren osagaien jokoan, ezta zoruarekiko itsaspenean ere. Direktzio honek ez du batere zerikusirik aurrekoekin.

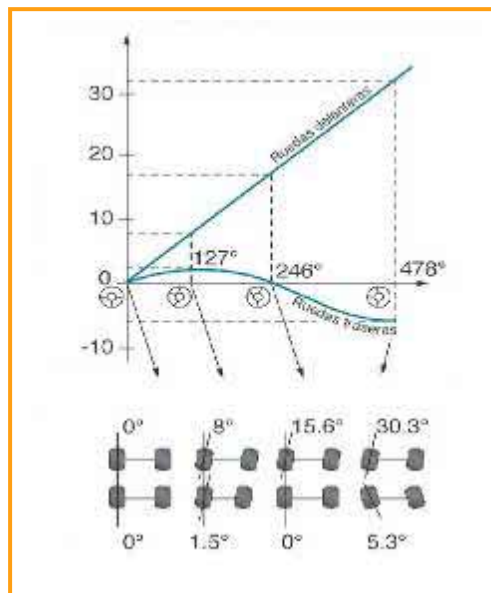
Mekanismo honi esker, direktzioak autoaren lau gurpilei eragiten die. Beraz, gidariak, bolanteari eraginez gero, aurreko zein atzeko gurpilak gobernatzen ditu. Horrek eskatzen du, bi direktzio-sistema izatea (bata aurreko gurpilak gobernatzeko eta bestea atzekoak gobernatzeko) eta biak lotzeko ardatz bat edukitzea.

Mekanismo horrek gidatzeko era normalean sistema arruntek duten baino biraketa-erradio murriztagoa du, baina, abiadura txikietan, maniobra-gaitasun handiagoa.



Bolanteari eragitean, aurreko eta atzeko gurpilek jokabide ezberdina dute. Irudian, funtzionamendu-fase hauek ikus daitezke:

- ✓ Aurreko gurpilek lotura zehatza dute bolantearen biraketarekin, baita atzeko gurpilekin ere.
- ✓ Atezko gurpilek aurrekoen norabide berebean orientatzen dira,  $1,5^\circ$ -ko angelua osatu arte. Orduan, bolanteak  $127^\circ$ -ko biraketa du.
- ✓  $1,5^\circ$ -tik aurrera, atzeko gurpilek progresiboki itzultzen dira lerro zuzeneko posizioa,  $0^\circ$ -ra. Gurpilen orientazio horri bolantearen  $246^\circ$ -ko biraketa dagokio.
- ✓ Maniobra batean bolantearen biraketa-angelua  $246^\circ$ -tik pasatzen bada, atzeko gurpilek **antiparalelo** orientatzen hasten dira  $5,3^\circ$  osatu arte.



Gaur egun, atzeko gurpilek era aktiboan orientatzeko sistema elektronikoa erabiltzen da. Horretan eragingailu hidraulikoen bidez orientatzen dira gurpilek, kontuan hartuta ibilgailuaren abiadura, bolantea biratzeko abiadura eta horrek eragindako biraketa-angelua. Sistema horrek maniobrak errazten ditu autoa abiadura txikietan doanean, eta egonkortasuna emango dio autoari abiadura handietan.

### 3.8 Direkzio-sistemaren egiaztapenak eta matxuren diagnostikoa

Segurtasuna bermatzeko, oso garrantzitsua da direkzio-sistema egoera onean egotea. Sistemaren osagaien akatsek eragindako matxurak hauek izaten dira: pneumatikoen higadura irregularra, direkzioa gogortzea, dardarak, hara eta hona ibiltzea eta abar.

Direkzio-sistemaren osagaiak esfortzu txikia egin behar izaten dute, eta, horregatik, autoa ibili ahala berez sortzen den higadura eragin ditzake matxurak, edo talka egitearen ondorioz ager daitezke. Matxurak errodamenduetan, errotuletan edota direkzioaren barruko mekanismoan azal daitezke, gehienbat osagaien arteko lasaierengatik. Eta direkzioaren agintea ongi kontrolatu ezin izatea ekartzen du horrek.

Askotan, direkzioaren funtzionamenduan gorabeherak izaten dira, trenen geometriaren angeluak neurri egokietan ez daudelako.

Direkzioaren matxuren diagnostikoa autoa martxan doala egin ohi da. Baina, aurretik, pneumatikoen egoera aztertu behar da: autoak behar dituen neurrikoak eta motakoak diren eta dagokien presioan puztuta dauden begiratu behar da, nonbait sarritan pneumatikoak gaizki egotea izaten baita matxuraren jatorria.

Direkzio-sistemaren azterketa egiteko, kotxea 60 km/h-ko abiaduran dabilela, jokabide hauetan erreparatu behar da:

- ✓ **Bihurgunea hartzean** direkzioan dardarak nabaritzen diren, direkzioa gogor dagoen, zaratak sortzen diren edo pneumatikoek kirrinka egiten duten.
- ✓ **Bihurgunetik irtetean** bolantea askatu eta zuzeneko posiziora itzultzen den eta, ondoren, artez, desbideratu gabe, mantentzen den.
- ✓ **Autoa azeleratzean** zarata eta dardarak ageri diren.

Horiek aztertutakoan, ondorioak aterako ditugu, eta egin beharreko konponketak egin. Diagnostiko bakoitzeko atera daitezkeen ondorioak:

### Aurreko gurpiletan dardarak sortzen badira (shimmy)

1. Gurpilak desorekatuta daude, eta, beraz, orekatu egin behar ditugu.
2. Abatzaren eta ardatzaren arteko errodamenduak lasai daude. Hori egiaztatzeko, gurpila airean dagoela, eskuez aldamentetara eragin behar diogu.
3. Aurreko palierren giltzaduraren edo esekiduraren errotulak lasai dauden egiaztatu behar dugu lasaiera-detektagailuaren bankuan.
4. Direkzio-kaxaren euskarrietako torlojuak erdi solte daude; estutu egin behar dira dagokien indar-momentuaz.
5. Direkzio-sistemaren geometria gaizki dago, eta, beraz, direkzioa lerrokatu egin behar da.

### Bolanteari eragitean zarata marmartia sortzen bada (rumoroso)

1. Direkzio.kaxan olioia falta da (torloju amaigabea dutenetan soilik); beraz, behar den neurrian bete behar da.
2. Gontzen errodamendu edo errotuletan ez dago koiperik; beraz, behar beste koipeztatu behar dira.



3. Esekidura-sistemaren osagai mugikorretan (kremailera, errodamendua, errotulak) koipea falta da; beraz, garbiketa egin eta koipea bota behar zaie.
4. Artikulazio malguak gaizki daude. Konpondu egin behar dira.

#### **Direkzioa gogor dago**

1. Direktzio-kaxan olioia falta da; beraz, behar den neurrian bete behar da.
2. Erredukzio-mekanismoa gaizki ahokatuta dago; beraz, ahokatu egin behar da.
3. Esekidura-besoetako bat desitxuratuta dago talka baten ondorioz; desitxuratutako osagaia aldatu behar dugu.
4. Direktzioa gaizki lerrokatuta dago; zuzendu egin behar dugu.
5. Esekiduraren baleztak, malgukiak edo tortsio-barrak apurtuta edo okertuta daude; aldatu egin behar dira.

#### **Bolantea lasaiegi dago**

1. Erredukzio-mekanismoa lasai dago. Bolantea biratzearekin batera, gurpilak orientatu egin behar dira; hau da, direktzioak erantzun zehatza eman behar du. Hori horrela ez bada, pinoi-kremaileraren mekanismoan lasaiera dagoen seinale izan daiteke. Bolanteari eragin eta hamar graduko angelu-tartea igarota gurpilak mugitzen ez badira, lasaiera handiegizat jotzen da. Direktzio-tenkagailuarekin lasaiera ahokatu behar da.
2. Errotulak higatuta edo erdi solte daude; aldatu edo ongi jarri behar ditugu.
3. Direktzio-kaxaren euskarrien torlojuak erdi solte daude; behar bezala estutu behar ditugu.
4. Desbiderketa multzoa higatuta dago; higadura handiegia ez bada, ahokatu egin behar da, edo, bestela, aldatu.
5. Bolantearen ardatzaren giltzadurak higatuta daude; aldatu egin behar da gaizki dagoen giltzadura.

■ Bihurguneetan pneumatikoek kirrinka egiten dute

1. Direkzioa gaizki lerrokatuta dago; geometria zuzendu behar da.
2. Esekidura-besoak desitxuratuta daude; aldatu egin behar dira.

■ Automobila bihurguneetatik irtetean direkzioa ez da zuzentzen

1. Direkzioa gaizki lerrokatuta dago; geometria zuzendu behar da.
2. Aurreko gurpilen errodamenduak lasai daude; egiaztatu egin behar da, eta, gaizki badaude, aldatu.
3. Erredukzio-mekanismoa gaizki kokatuta dago; ongi ahokatu behar da.

■ Bolantea askatuz gero, automobila alde batera joaten da

1. Direkzioa gaizki lerrokatuta dago; geometria zuzendu behar da.
2. Motelgailuak gaizki daude; aldatu egin behar dira.
3. Esekiduraren baleztak, malgukiak edo tortsio-barrak erdi solte edo apurtuta daude; behar bezala jarri edo aldatu egin behar dira.
4. Talka baten ondorioz edo, esekidura-besoak desitxuratuta daude; aldatu egin behar dira.
5. Ardatz bereko gurpilen presioa ezberdina da; balore bera izan arte puztu behar dira.

## 4 TRENEN GEOMETRIA

### 4.1 Ardatzaren geometria

Direkzio-sistemaren osagaiak ez ezik, errodadura-trenen osagaiak, haiek marrazten duten geometriak eta esekidura-sistemak ere bermatzen dute ibilgailuaren egonkortasuna.

Trenen geometriak zehazten du gurpilek automobilean geometrikoki nola kokatu lurlean ahalik eta ondoena bira dezaten, eta ibilgailua ahalik eta egonkorrena ibil dadin.

Autoaren trenen geometria egokia izango da kotxea martxan doala lau gurpilek lurrarekiko kontaktua dutenean gurpilek lurrarekiko itsaspena erabat bermatzen badute. Horrela, autoaren egonkortasuna lortzen da, eta autoak egoki jarraitzen du gidariak markatutako norabidean.

Trenen geometria angelu mota batzuek osatzen dute, eta, hala, aurrealdeko ardatzak nola atzealdekoak simetria- eta ortogonalitate-kondizio batzuk bete behar dituzte.

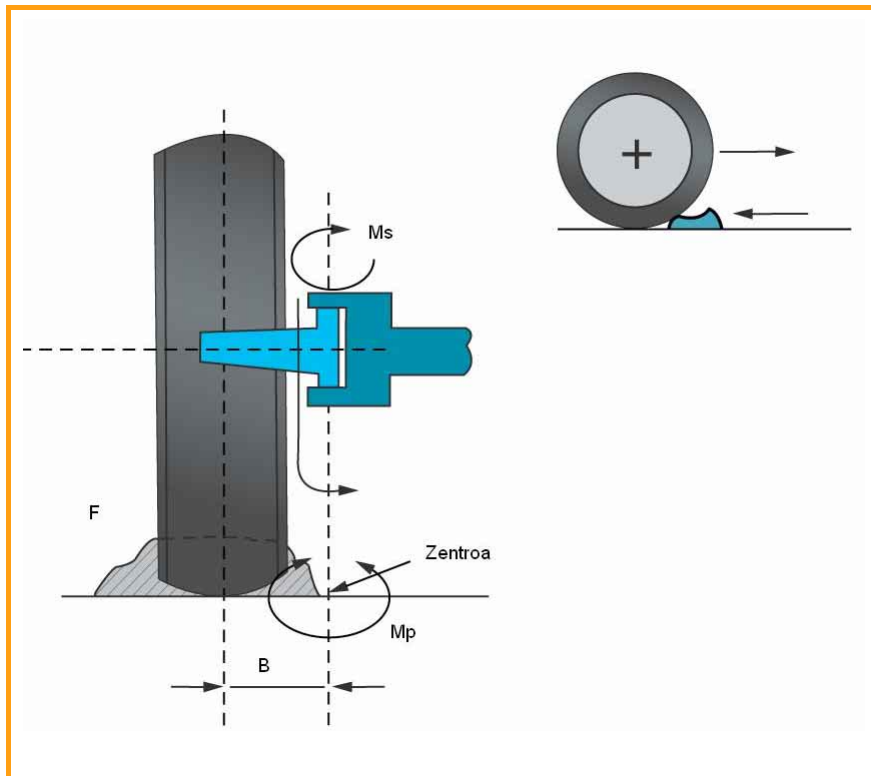
#### Mangetaren irteera-angelua

##### ► Definizioa

Irteera-angelua da mangetaren ardatzak perpendikularrekin osatzen duena, eta haren inguruan burutzen da gurpila orientatzeko biraketa.

##### ► Zergatia

Mangetaren edo errotulen arteko simetria-ardatza (esekidura independenteetan) lurrarekiko perpendikular jarritz gero,  $R \times C$  ( $R$ , lurra eragindako pneumatikoaren marruskadura;  $C$ , mangetaren eta pneumatikoaren simetria-ardatzen arteko tartea) gainditzeko —gurpilek orientatzeko eta momentu eragozlea gainditzeko—, esfortzu handia egin beharko litzateke. Hori dela eta,  $C$  distantzia txikitzen badugu, esfortzu txikiagoa egin beharko dugu zeregin bera betetzeko. Bestalde,  $C$  distantzia zero (angelu neutroa) balitz, ez genuke izango besoaren momentu eragozlea gainditu beharrik, pneumatikoak lurra eragindako marruskadurarekiko duen erresistentzia bakarrik gainditu beharko genuke. Nolanahi ere, nahiz eta txikia izan, komeni da  $C$  tartetxoa izatea; izan ere,  $C$  distantziari esker, autoa zuzen mantentzen duen momentu eragozlea sortzen da. Esate baterako, autoa martxan doala gurpil batek oztopo bat jotzen duenean (irudian agertzen den bezala), momentu eragozleak laguntzen du gurpila ez desbideratzen. Horrela, autoak ibilbide zuzenari eusten dio. Angelua neutroa bada, pneumatikoa bihurritu egingo da gurpilek orientatzeko biraketagunean bertan, eta kalteak jasango ditu.



Beraz, besoaren momentu eragozlearen balioa txikiagoa izan dadin, komeni da mangetak eta pneumatikoak osatzen duten angelua egokia izatea.

#### ► Irteera-angeluaren balioa

Mangetaren ardatzaren luzapena simetria-ardatzarekin batzen bada, irteera-angelua positiboa izango da. Baina bi ardatzek luraren gainean topo egiten badute, angelua negatiboa izango da. Eta neutroa izango da, bi ardatzak luraren gainazalean batzen badira.

Esekidura independentea duten ibilgailuetan, zenbait kasutan, irteera-angelua zero baliotik hurbi-lekoa izaten da, baina balio negatiboak ere izan ditzake. Azken kasu horretan, autoaren egonkortasuna hobea izaten da balaztatze irregularretan. Alegia, gurpiletako batek itsaspena galtzean, balaztatzean, zenbait indar sortzen dira, eta autoan alboko desplazamendua agertzen da. Gurpilak irteera-angelu negatiboa duenez, desbideratze hori zuzendu egiten da; izan ere, balaztatzean F indarra agertzeaz batera, gurpila ixten duen kontrako indar-momentua sortzen da, autoaren norabidearen arabera. Horrela, nolabait, automobilaren alboko desplazamendua berdinduta geratzen da. Angelu positiboa duten autoetan, berriz, kontrako efektua gertatzen da balaztatzean, hau da, gurpilak alboko desplazamendurako joera hartzen du.

► **Bihurguneetako jokaera**

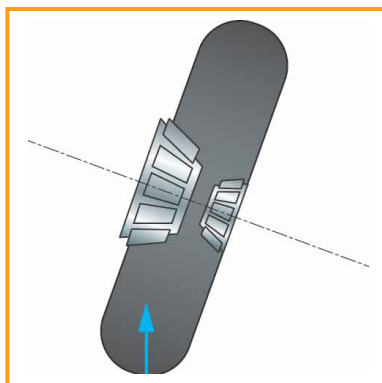
Autoa bihurgune batetik ateratzean, irteera-angeluari esker, direkzioak norabide zuzenera itzultzeko laguntza izaten du. Izan ere, gurpilak, orientatzean, lurlean hondoratzeko joera agertzen du irudiko kono inklinatuaren efektuari esker. Baina, gurpila lurlean sartu ezin denez, karrozeria altxatu egiten da, eta autoaren pisuak karrozeria altxatzearen kontrako esfortzua egiten du. Bolantea askatzean, gurpilak zuzentzen laguntzen du karrozeriaren pisuak.

Pneumatikoen presioak ere badu zerikusirik direkzioan egin beharreko esfortzuan. Izan ere, pneumatikoen presioa txikia bada, jaitsi egiten dira, eta, ondorioz, besoaren momentu eragozlea, C distantzia, handitu egiten da. Beraz, indar handiagoa egin behar da gurpilak orientatzeko.

■ **Mangetaren erortze-angelua**

► **Definizioa**

Gurpilaren simetria-ardatzak perpendikularrekin osatzen duen angelua da, eta gurpilaren ardatza marra horizontalaren gainetik zein azpitik desplazatzean azaltzen da.



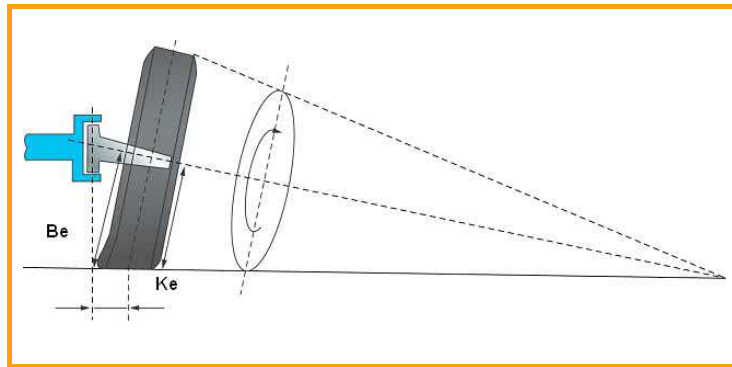
► **Zergatia**

Angulu horri esker, mangetan ezartzen den autoaren pisua arindu egiten da. Izan ere, irudian agertzen den bezala, autoaren pisuak eraginda, R1 erreakzio-indarra azaltzen da, eta, ardatzaren inklinazioak eraginda, indar horretatik, bi ateratzen dira: R2 eta R3 indarrak. Lehenengoa pneumatikoaren simetria-ardatzaren aldera bideratua da, eta bigarrena, berriz, mangetaren ardatzaren aldera. Horren ondorioz, gurpilean alboko bultzada sortzen da, eta errodamenduek jasaten duten zama arindu egiten da.

Autoaren direkzionagarritasuna ere hobeto mantentzen da angulu horrekin. Geroago azalduko da.

► **Erortze-angeluaren balioa**

Gurpila goialdetik kanporantz inklinatzen bada, erortze-angelua positiboa izango da; behealdetik inklinatzen bada, berriz, negatiboa izango da. Ardatzaren balioa zuzena izango da pneumatikoa lurrean egoki ezartzen bada, eta horren froga izaten da pneumatikoaren errodadura-bandaren higadura simetrikoa.



Pneumatikoa lurrean zuzen ezartzen denean, esaten da erortze-angelua egokia dela. Erortze-angeluaren balio positiboa handiegia denean (irudian ikusten da), pneumatikoa desitxuratzearen ondorioz, alboetan erradio ezberdinak azaltzen dira:  $R_i$ , barnekoa, handiagoa da  $R_e$ , kanpoko, baino. Hori dela eta, gurpila kono baten oinarria eta mangetaren luzapena konoaren erpina izanik, konoaren generatritzetik gurpila biratzen dela, irekitzeko joera azaltzen da gurpilean. Ondorioz, autoa ezegonkor azaltzen da martxan doala. Erortze-angelua, txikia izan arren, automobil-modelo guztiek izaten dute, aurreko zein atzeko ardatzetan. Angelu positiboarekin, gurpilek duen joera duela, bi gurpilek irekitzeko joera erakusten dute (bakoitzak bere aldera jotzen du), betiere angeluaren balioaren arabera. Horrek direkzionagarritasuna ematen dio autoari.

Gurpilaren inklinazioak eragina du pneumatikoaren errodaduraren aldean, eta inklinazio horrek higadura irregularra sortu ahal du. Arazoa konpontzeko, gurpila aurrealdetik (autoaren luzetarako ardatzari begira) apur bat itxi dezakegu, eta konbergentzia-angelu positiboa eman. Horren balioa finkatzeko, hauek hartzen dira kontuan: erortze-angeluaren balioa, aurreko edo atzeko ardatza izatea eta nolako autoa den, alegia, motorraren indarra aurreko gurpiletara edo atzeko gurpiletara transmititzen den.

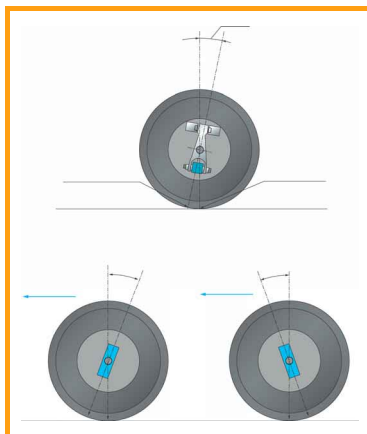
► **Esekidura independentearen jokaera**

Esekidura independenteetan, esekiduraren besoen antolaketa geometrian islatzen da. Irudian, goikoaren erradioa behekoarena baino txikiagoa da. Horri esker, indar zentrifugoaren eraginez karrozeria inklinatzean (esaterako, autoa bihurgunean sartzen ari dela) gurpila behartu egiten da behetik zabaltzera, eta angelu negatiboa hartzen du. Kanpotik doazen gurpilen gainean ezartzen da autoaren zama, eta esekidura-sistema konprimitu egiten da. Barruko aldetik doazen gurpiletan, berriz, pisua arindu egiten da. Horren ondorioz, kanpoko gurpilek balio negatiboa hartzen dute, eta barrukoek berriz, positiboa. Horrela, automobilak hobeto heltzen dio errepideari, eta segurtasuna bermatzen da, autoa iraultzea eragotziz.

**Aitzinamendu-angelua**

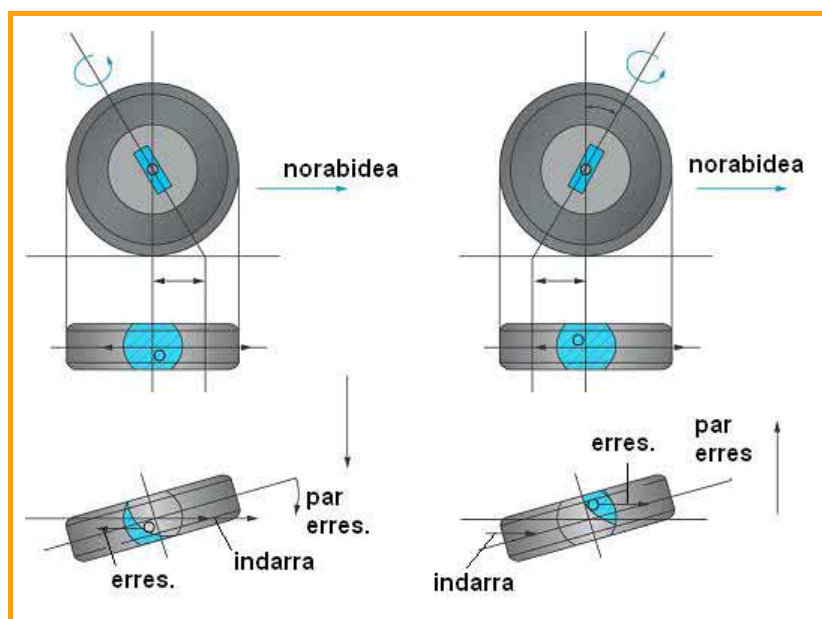
► **Definizioa**

Aitzinamendu-angelua da mangetaren ardatzaren luzapenak pneumatikoa lurrarekin batzen den puntua baino aurrerago marrazten duen inklinazio-angelua.



► **Zergatia**

Angulu horren bidez, direkzio-sistemari tinkotasuna ematen zaio; izan ere, autoa martxan doala, aurrealdeko gurpilek atzekoak atotian eramateko joera hartzen dute. Atoi-efektua azaltzeko ezin hobea dugu gurdixoen gurpilen adibidea: gurdia bultzatzean S puntuan ezartzen da indarra, gurpilaren aurretik B distantzia tartekatzen dela, hots, 1etik 0ra. Baina mugitzearen kontrako R erresistentzia erakusten du gurpilak, eta bi indar kontrajarri agertzen dira. Hori dela eta, indar-momentua sortzen da, gurpila zuzentzera eramango duena, eta edozein norabide-aldaketatan, gurpilak beti gurdiak markatzen duen ibilbideari jarraituko dio.



Irudian, automobilean, gurdian bezala, mangetaren luzapena lurreko 1 puntuan gauzaten da, eta gurpilak lurra 0 puntuan kokatzen du. Autoa martxan doala gurpila orientatzen bada, horrek errodaduraren aurrean erakusten duen R erresistentziagatik, Mr indar-momentua azaltzen da, gurpila lerro zuzeneko posizioa eramatera behartzen duena. Gurpila zuzentzen denean desagertzen da indar-momentua, hau da, 1 eta 0 puntuak bata bestearen aurrez aurre jartzen direnean.

Aitzinamendu-angelua zenbat eta zabalagoa izan, orduan eta handiagoa izango da B distantzia, eta, ondorioz, Mr indar-momentu handiagoa sortuko da. Horrek esan nahi du gurpila bizkorrago itzuliko dela, eta, neurri berean, hori orientatzeko ere indar handiagoa egin beharko dela. Horrela, aitzinamendu-angelua handiegia bada, bihurgune batetik irtetean gurpilak bortizki orientatzen dira; txikiegia edota zero ingurukoa bada, ordea, direkzio-sistema noraezean ibiltzen da.

Autoaren egonkortasuna ziurtatzeko, haren ezaugarrien arabera ezartzen dira angelu guztien balioak, betiere tolerantzia baten barruan. Fabrikatzaileak emandako parametroak errespetatu egin behar dira. Garrantzitsua da, halaber, bi gurpiletan angelu beraren balio bera mantentzea; esaterako, gurpil bien arteko aitzinamendu-angeluan diferentzia ageri bada, gurpil batek besteak baino atoi-efektu handiagoa duenez, ibilgailuak bidetik desbideratzeko joera azalduko du.

### Aitzinamendu-angeluak bihurgunean duen jokaera

Aurreko atalean ikusi bezala, egiaztatu da esekidura konprimitzeaz batera gurpilak inklinatzen direla. Bada, aitzinamendu-angelua dela-eta gurpilak nola inklinatzen diren ere aztertuko dugu; kasu horretan, esekiduraren konpresioaren arabera izan ordez, gurpilen biraketa-anplitudearen arabera da inklinazioa. Irudian erakusten da efektu hori:

- ✓ Gurpila lerro zuzeneko posizioan dugu irudian, OA; aitzinamendu-angelua ere ikusten da.
- ✓ Gurpila eskuinerantz  $90^\circ$  orientatuz gero, OB posizioan aurkituko da. Mangetak aitzinamendu-angeluaren inguruan biratzen duenez, gurpila altxatzeko joera izango du, eta inklinatu egingo da; (kasu horretan, balore negatiboa izango du. Laurden bateko biraketan gurpilaren inklinazioak eta haren aitzinamendu-angeluak balio bera izango dute.
- ✓ OA posiziotik OC posizioa aldatuz gero,  $90^\circ$  ezkererantz eginda, gurpila inklinatu egingo da, jaisteko joera baitu, baina kasu horretan balio positiboa izango du. Kasu horretan hartuko duen inklinazioa aitzinamendu-angelua adinakoa izango da.

Gurpilak aitzinamendu-angeluaren inguruan biratuz, bihurgune batean adibidez, kanpoko gurpilaren inklinazioa negatibo bihurtuko da, eta barnekoarena, berriz, positibo. Bihurgunea zenbat eta txikiagoa izan, orduan eta handiagoa izango da gurpilen inklinazioa. Horrela, bihurgunearen aldera egiten dute gurpilek, eta autoa iraultzea eragozten dute.



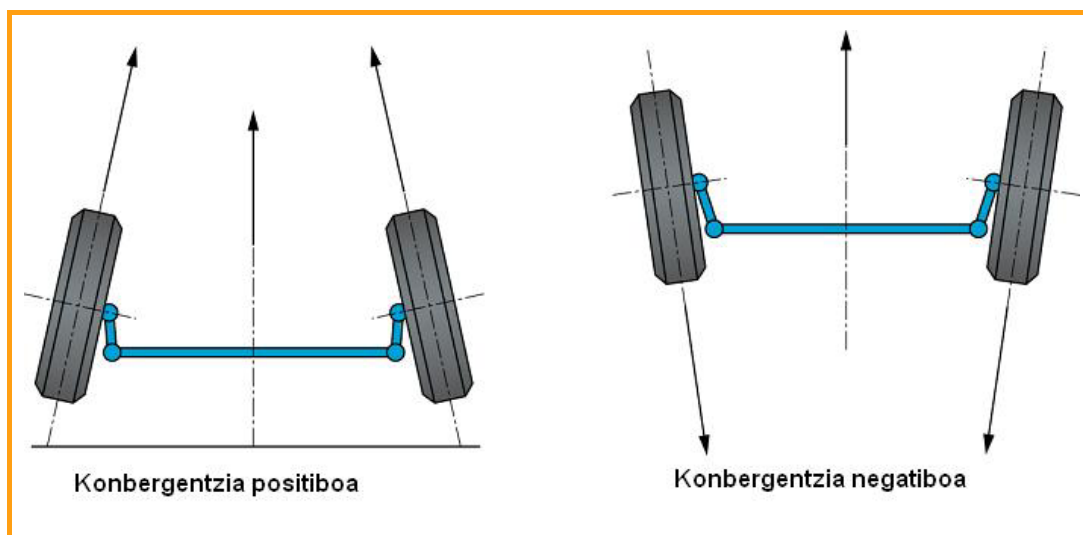
Erradio luzea duten bihurtuneetan autoa arin badoa, indar zentrifugoak eragina du esekiduran, eta gurpilen inklinazioa aldatu egiten da, ahalik eta posizio onenean jartzeko. Baina, autoa bihurtune itxi batean doala, aitzinamendu-anguluak eragiten du gurpilen inklinazioan. Bi kasuetan automobila egonkor mantentzea da helburua.

### Gurpilen konbergentzia

#### ► Definizioa

Gurpilen konbergentzia da ardatz bereko bi hagunen aurrealdeko eta atzealdeko puntuen arteko distantziaren diferentzia, gurpilen zentroyen altueran neurtua.

#### ► Angeluaren balioa

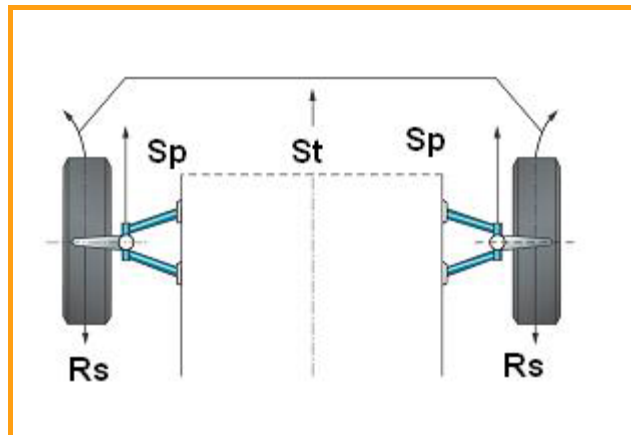


Gurpilen simetria-ardatzen luzapenak ibilgailuaren aurrealdean batzen direnean, konbergentzia positiboa izaten da; aitzitik, ardatzen luzapenak atzealdean batuz gero, gurpilen konbergentzia negatiboa izaten da edo dibergentzia azaltzen da.

#### ► Zergatia

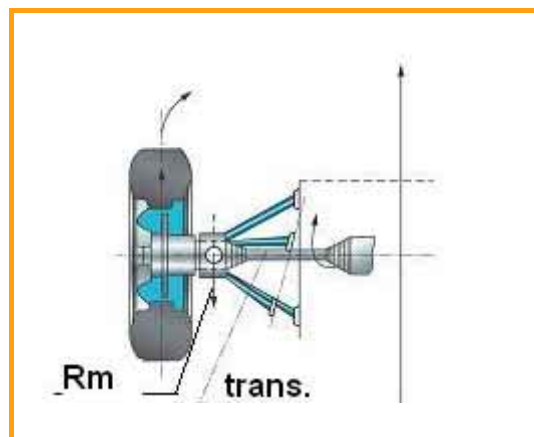
Gurpilen konbergentzia balioak, erabilera-kondizio normaletan, 0an edo inguruan egon behar du; hau da, automobila martxan doala, gurpilek paralelo joan behar dute. Baina, jakina, autoaren gaineko efektu dinamikoek (hala nola jasaten duen zama, gurpiletan ezarritako motorraren bultzada, gurpilek abiatzearen aurka erakusten duten erresistentzia, tiroa gauzatzeko lekua...) gurpilen konbergentzia aldarazten dute. Beraz, horiek berdintzeko, autoari konbergentzia-balio zehatza eman behar zaio, geldirik dagoela.

► Propulzioa duten ibilgailuetako balioa



Kasu honetan, atzealdeko gurpilek transmititzen dute motorraren indarra, eta At bultzada aurreko gurpiletara transmititzen da piboten bitartez; hala, St bultzada Sp bultzada partzialetan banatzen da. Baina, aurreko gurpilek abiatzearen aurkako Rs erresistentzia erakusten dutenez, aurretik irekitzeko joera azaltzen da gurpiletan. Aurretiaz, konbergentzia positiboa ematen zaie gurpilei.

► Aurreko trakzioa duten ibilgailuetako balioa

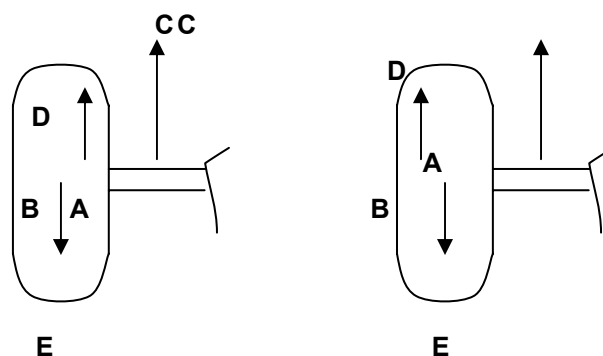


Aurreko trakzioa duten ibilgailuetan, motorraren indarra aurreko gurpiletara transmititzen da palierren bitartez. Horiek Sp bultzada eragiten dute lurra ukitzean. Baina, bestalde, autoak aurrera jotzeko Rm indar eragozlea erakusten du. Eragozpena gontzetan gauzatzen da, eta gurpilak ixtera bultzatzen dituen indar-momentua azaltzen da. Kasu horretan azaltzen den joeraren kontra egiteko, konbergentzia negatiboa ematen zaie gurpilei aurretiaz.

## ■ Angelu konbinatuak

Oro har, aurreko adibideetan azaldu den bezala, automobiletan tiroa non gauzatzen den, balio bat edo beste izango du gurpilen konbergentziak. Baina, angeluen antolaketak ere badu zerikusia eman behar den konbergentzia-balioa zehazteko; hain zuzen ere, aitzinamendu-angeluak eta inklinazio-angeluak hartzen dira kontuan.

Beheko irudian, goitik ikusita, propultsioa duen auto baten gurpila dugu. Gurpilen inklinazio- eta aitzinamendu-angeluak kontuan hartuta, mangeta-ardatzaren luzapenak lurrarekin topo egiten duen lekua A puntuak irudikatzen du; B puntua da gurpilak lurra ukitzen duen puntua; C, autoaren bultzada; D, mangetan islatzen den bultzada; eta E, gurpilen abiatzearen aurkako eragozpena.



Ezkerreko irudian, A puntuan ditugu aitzinamendu- eta inklinazio-angeluak, angelu konbinatuak, gurpilaren simetria-ardatzetik barrurantz proiektatzen direnak. Beraz, honela azaltzen da gurpilen jokaera eta horren arabera izan behar duten konbergentzia-balioa:

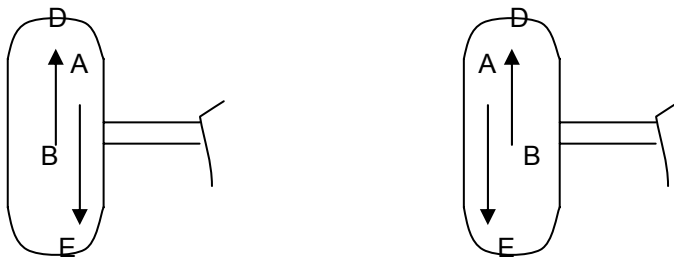
- ✓ Automobilaren C bultzada, ardatzetik transmititua, A puntuan islatzen da.
- ✓ Gurpila abiatzeko E eragozpena B puntuan gauzatzen da.
- ✓ A eta B puntuetan, hurrenez hurren, D bultzada eta E momentu eragozle kontrajarriak sortzen dira, gurpila aurretik zabaltzera behartzen duen indar-momentua sortzen da.
- ✓ Hortaz, ibilgailu mota horri konbergentzia-balio positiboa eman behar zaio. Angelu konbinatuen arabera izango da konbergentzia-balio hori.

Eskuineko irudian, berriz, angelu konbinatuak gurpilaren simetria-ardatzetik kanporantz proiektatzen dira A puntuan. Beraz, jokaera hau azaltzen da:

- ✓ A puntuan, lehen azaldu bezala, autoaren bultzada gauzatzen da, baina kanpoko aldean, inklinazio-angeluaren balioa negatiboa baita.

- ✓ B puntuan, gurpila abiatzearen aurkako eragozpena gauzatzen da.
- ✓ D-n eta E-n bultzada eta erresistentzia gauzatzen dira, eta, horrenbestez, gurpila ixtera behartzen duen indar-momentua sortzen da.
- ✓ Hortaz, ibilgailu mota horri konbergentzia-balio negatiboa edo, bestela esanda, dibergentzia ezarri beharko zaio; balioa angelu konbinatuen araberakoa izango da.

Aurreko trakzioa duten ibilgailuetan, berriz, kontrako efektua gertatzen da (beheko irudian). Motorraren bultzada, D trakzio-efortzua, gurpilean bertan, B puntuan, eragiten da; E eragozpena, aldiz, A mangetan gauzatzen da, kontrako noranzkoan.



Hauek dira gurpiletan azaltzen diren jokaerak:

Ezkerreko irudian, A puntuan amaitzen dira angelu konbinatuak, eta gurpilaren simetria-ardatzetik barrurantz proiektatzen dira.

- ✓ D bultzada eta E eragozpena direla eta, ixteko joera agertzen da gurpilean.
- ✓ Auto mota horri konbergentzia negatiboa eman behar zaio.

Eskuineko irudian, berriz, angelu konbinatuak gurpilaren simetria-ardatzetik kanporantz proiektatzen dira.

- ✓ D bultzada eta E eragozpena agertzen direla eta, gurpilak irekitzeko joera izango du. Efektua aurrekoaren kontrako noranzkoan gauzatuko da, A puntua kanpoan kokatuta baitago.
- ✓ Auto mota horri konbergentzia positiboa eman behar zaio.

Laburbilduz, automobilaren paralelismoa, gurpilen inklinazio- eta aitzinamendu-angeluek ez ezik, autoa propulsioiduna edota trakzioiduna izateak ere baldintzatuko du.

## Biraketa-angelua

Automobilak bihurtzea hartzean gurpilak alboka narras desplazatu ez daitezela, ezinbestekoa da lau gurpilak biragunearen erradioarekiko, bakoitza berearekiko, perpendikular egotea. Lau gurpilek biraketa-zentro berbera izateko (ibilgailuarentzako geometriarik aproposena), akoplamendu-besoek kokapen zehatza izan behar dute.

Biraketa-angelua da autoa biratzen ari dela aurreko bi gurpilen artean sortzen den aldea, dibergentzia; gradutan neurtzen da. Esate baterako, dibergentzia-angelua  $2^\circ$ -koa izango da kanpoko gurpilak  $20^\circ$ -ko biraketa-angelua eta barrukoak  $22^\circ$ -koa badute. Lerro zuzenean, gurpilak paralelo izan behar ditu autoak, baina, bihurtzea hartzean, gurpilek dibergente egon behar dute; zenbat eta biraketa itxiagoa izan, orduan eta handiagoa izango da dibergentzia.

Hori guztia posible egiteko, paralelogramo asimetrikoa dugu.

Irudian ikus daitekeenez, eskuinaldera biratuz gero, eskuinaldeko gurpilaren akoplamendu-besoa urrundu egiten da x-x luzetarako ardatzetik; ezkerreko akoplamendu-besoa, berriz, y-y ardatzera hurbiltzen da. Ondorioz, eskuineko besoak A-B ibiltartea egingo du, eta  $\alpha$  angelua marraztuko du; ezkerrekoak, berriz, bere A-B ibiltartea egingo du, eta  $\alpha_1$  angelua marraztuko du;  $\alpha$  angelua  $\alpha_1$  angelua baino txikiagoa izango da. Direkzioa gehiago biratzen bada, angeluen arteko diferentzia handitu egingo da. Eskuineko gurpila orientatzean, B-C ibiltartea egingo du, eta  $\beta$  angelua osatuko; ezkerrekoak, berriz, B-C ibiltartea egingo du orientatzean, eta  $\beta_1$  angelua marraztuko du;  $\beta_1$  angelua  $\beta$  angelua baino txikiagoa izango da.

## Bultzada-angelua

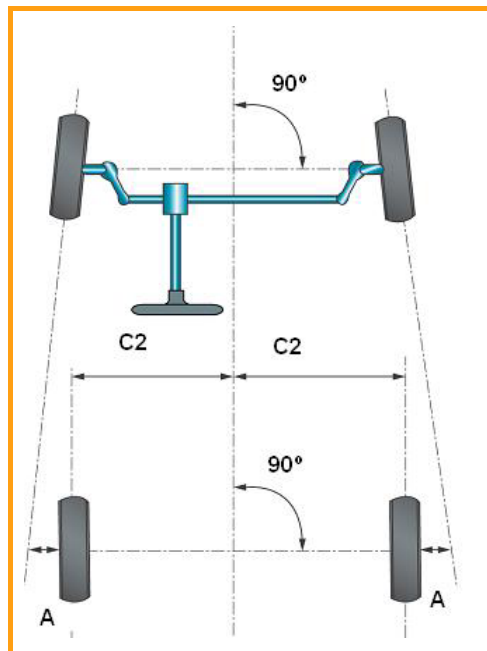
Bultzada-angelua da autoaren atzealdeko ardatzak luzetarako ardatzarekin osatzen duena. Angeluaren balioak 0 izan behar du; hau da, autoaren bultzadak luzetara dagoen ardatzarekin bat egin behar du. Bestela, autoa lerro zuzenean doala, atzeko gurpilek ez dute aurrekoen ibilbidea hartuko, eta alborantz egingo dute.

Gidariak, autoaren desbideratzea zuzentzeko, direkzioari eragin behar dio, eta bolantearen posizioari eutsi, baina, horrela, pneumatikoek trebes biratzen dute, eta higadura irregularra sortzen zaie. Neurri handi batean, automobilaren egonkortasuna atzeko ardatzari zor zaio. Atezko aldeko ardatzak, aurreko aldekoak bezala, konbergentzia- eta erortze-angeluak ditu lurraren gainean ahalik eta ondoena ezartzeko.

## 4.2 Geometriaren kondizioak

Aurreko gurpilek biraketa ona izan dezaten, hots, zeharka irrista ez daitezen, atzeko ardatzarekiko kokapen zehatza izan behar dute; alegia, akoplamendu-besoek luzapenak atzeko ardatzaren erdian batu behar dira. Horrez gainera, besoek marrazten dituzten  $\alpha$  angeluak automobilaren P batailaren eta C biraren arabera izango dira, eta akoplamendu-besoek osatzen duten angeluak zehaztuko du autoaren gehienezko biraketa-erradioa; izan ere, gurpilek marraztu dezaketen zirkunferentziaren diamentroak autoaren batailaren laukoitza izan behar du.

Jakina, automobila bi aldeetara orientatzeko, biraketa-erradioak bietan berdina izan behar du, eta, horretarako, direkzio-sistemak luzetarako ardatzarekin simetrikoki zentratuta egon behar du. Direkzio-sistema ongi zentratuta egongo da, baldintza hauek betetzen baditu:



- ✓ Akoplamendu-besoek luzapenak atzealdeko ardatzaren erdian batu behar dira.
- ✓ Aurreko gurpilek luzetarako ardatzak atzeko gurpilek luzetarako ardatzarekiko simetrikoki kokatu behar du: A kotoa.
- ✓ Direkzio-pinoia kremailearen erdian kokatu behar da, lerro zuzeneko posizioan.
- ✓ Akoplamendu-besoak batzen dituzten tirante erregulagarriek luzera berdina izan behar dute.
- ✓ Bolanteak simetrikoki kokatuta egon behar du.

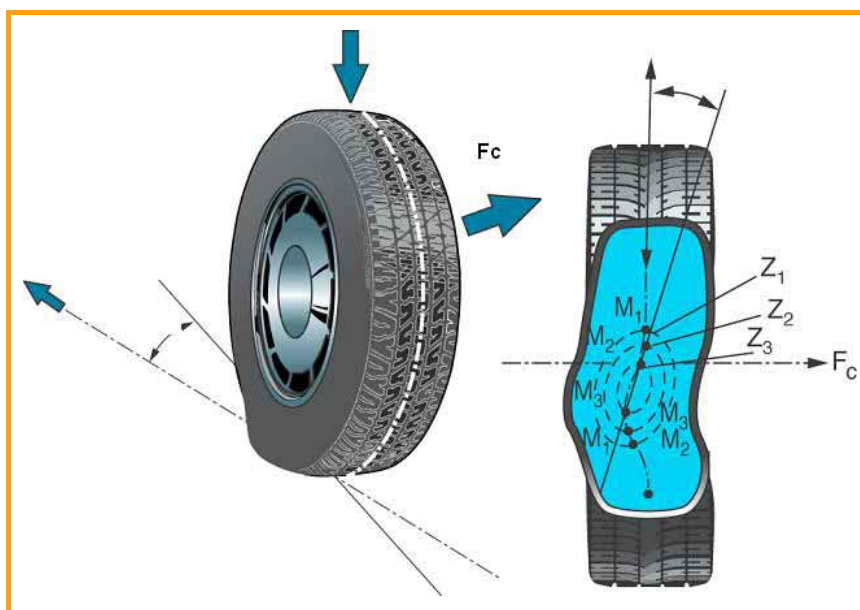
Direkzio-sistema ongi zentratuta dagonean, bai ezkerrera bai eskuinera berdina biratu behar du. Hala ere, gerta liteke talka baten ondorioz autoak desitxuratzeko eta horrek eragina izatea autoa gidatzeko eran.

### 4.3 Deriba

#### ■ Definizioa

Ibilgailuak bihurgune bat astiro hartzean, gidariak, direkzio mekanismoaren bidez, gurpilen ibilbidea marrazten du, eta autoak ibilbide hori egiten du; izan ere, kanpoko indarrek (indar zentrifugoak eta abarrek) horrelakoetan ez dute eraginik izaten. Ibilbidean geometriak eragindako aldaketa txikiren bat badago, pneumatikoek, duten malgutasunagatik, berenganatu egiten dute. Baina automobila bihurgunean abiadura handian sartuz gero, kanpoko indarrek (indar zentrifugoa, motorraren bultzada, martxaren aurkako eragozpena, inertzia eta abar) behartuta, ibilbidea aldatu egiten da.

Pneumatiko guztiak desplaza daitezke errotazio-ardatzetik desbideratzen den bide bat hartuz. Fenomeno horri deriba deitzen zaio. Pneumatikoaren errodadura eta alboak desitxuratzen direlako gertatzen da hori.



Irudian ikus daitekeenez,  $F_c$  zeharkako indarrak (indar zentrifugoa) gurpilari eragiten dio, eta, hori dela eta, zorua ukitzen duen pneumatikoaren errodadura-aldea desitxuratu egiten da. Bitartean, pneumatikoaren gainerako aldea zeharka desplazatzen da; beste norabidea hartuta (deriba), gidariak markatutako bidetik desbideratzen da ( $\alpha$  angelua hartzen du). Esan dugu deriba irristatzen hasten dela pneumatikoa guztiz desitxuratu denean; hortik aurrera, trebesa desagertu egingo da.

Automobila lerro zuzenean doalarik ere agertu ahal da deriba fenomenoak, nahiz eta bihurgunean gertatzen den bestekoa izan ez; esate baterako, ibilgailua haize-bolada batek aldamentetik jotzen duenean gerta daiteke.

### Pneumatikoetako deriba

Ezarritako norabide teorikoaren eta desbideratutako norabidearen arteko angelua da deriba. Deriba-angelua handitu egiten da gurpilaren gainean ohi baino pisu gehiago ezartzen bada, eta, alderantziz, deriba-angelua txikitu egiten da gurpilari aire-presio handiagoa sartuz gero (irudian ikus daiteke).

Deriba izan arren, pneumatikoa ez da irristatzen, desitxuratzeko duen ahalmena dela medio. Zenbat eta desitxuratzeko handiagoa izan, orduan eta handiagoa izaten da deribarako joera, baina pneumatikoa topera bihurtzen bada, zoruarekiko itsaspena galtzen du eta irristatzen hasten da. Ondorioz, automobilaren kontrola galtzen du gidariak.

Pneumatikoaren zurruntasunak ere badu zerikusirik deriban; izan ere, pneumatikoa zenbat eta zurrunagoa izan, orduan eta kontrako indar handiagoa egin beharko da hura desitxuratzeko; beraz, deriba txikiagoa izango da. Alderantziz bada, pneumatikoaren deriba handitu egingo da.

### Gainbiratzea eta azpibiratzea

Autoak bihurgunea abiadura handian hartzean, indar zentrifugoak autoari eragiten dio. Indar zentrifugoaren balioa zenbait faktoreren arabera izaten da: ibilgailuaren pisua eta abiadura, eta bihurgunearen erradioa. Deriba-angelua ( $\alpha$ , aurrealdeko gurpiletan;  $\beta$ , atzealdekoetan), berriz, indar zentrifugoak markatzen du. Deriba-angelua azaltzen denean, biraketa-zentroa A-tik B-ra desplazatzen da. Grabitate-zentroaren kokapenak gurpilen angeluen balioak zehazten ditu, autoaren zein ardatzaren inguruan. Horren arabera, autoan bi joera agertzen dira: gainbiratzea eta azpibiratzea.

#### ▶ **Gainbiratzea**

Gainbiratze-efektua sortzen da grabitate-zentroa autoaren atzealdean kokatzen bada. Horrela, autoaren pisu gehiena atzealdeko ardatzeko gurpiletan ezartzen da, eta, ondorioz, deriba-angelua handiagoa da haietan. Ibilgailuak atzealdetik desbideratzeko joera handiagoa du.

#### ▶ **Azpibiratzea**

Azpibiratze-efektua sortzen da grabitate-zentroa autoaren aurrealdean kokatzen bada. Horrela, autoaren pisu gehiena ardatz horretako gurpiletan ezartzen da, eta, ondorioz, deriba-angelua handiagoa da haietan. Ibilgailuak aurrealdetik desbideratzeko joera handiagoa du.



### Gainbiratzea eta azpibiratzea zuzentzea

Gainbiratze-efektua berdintzeko, gidariak bihurgunearen kontra orientatu behar du direkzioa; eta azpibiratze-efektua berdintzeko, berriz, bihurgunearen aldera orientatu.

Deriba-angelua lau gurpiletan berdina balitz, autoa neutroa litzateke eta bihurguneetan sartzean ibilgailuaren egonkortasuna ez litzateke bermatuta egongo, haren jokaera ez bailitzateke aurretiaz definituta egongo. Izan ere, azelerazioetan zein erretentzioetan autoaren pisua non kokatzen den, azpibiratze-efektua edo gainbiratze-efektua azaltzen da.

### Gainbiratzea ala azpibiratzea, zein da egonkorragoa?

Irudian, alboko haizearen eraginez autoak zer jokaera hartu duen ikusten da; ezkerrean azpibiraketa eta eskuinean gainbiraketa.

Ezkerreko irudian azpibiratzeko joera azaltzen duen ibilgailuari Fp indarra ezartzen zaio haizearen eraginez. Aurrealdeko gurpilek atzealdekoek baino deriba handiagoa dutenez (1 posizioa), autoa eskuinera biratzen hasten da. Baina, berehala, Fc indar zentrifugoa azaltzen da, bestearen aurka egiten duena (2 posizioa), eta, ondorioz, autoak egonkortzera jotzen du.

Eskuineko irudian, berriz, gainbiratzeko joera azaltzen duen ibilgailuak deriba handiagoa du atzealdean, eta, ondorioz, ezkerreara biratzen hasten da. Kasu horretan, Fc indar zentrifugoa eta Fp haizearen indarra batu egiten dira, eta autoaren desbideratzea areagotzen dute.

Horrenbestez, esan dezakegu automobila egonkorragoa dela azpibiratze-efektuarekin. Horretarako, aurrealdeko gurpilek deriba gehiago eduki dezaten, grabitate-zentroa aurrerago desplazatzea komeni da. Neurri batean, azpibiratze handiagoa lortzeko, atzealdeko gurpilak aire-presio gehiagoz puztu behar dira.

## 4.4 Automobilaren egonkortasuna

Automobilak egonkortasun ona daukala esaten da martxan doala direkzio-sistemak markatutako ibilbidean irauten badu, nahiz eta desbideratzera bultzatzen duten perturbazio-indarrak azaldu.

Gaur egun, fabrikatzaileak asko arduratzen dira automobilen egonkortasunaz, edozein martxa-kondiziotan ibilgailuaren segurtasuna bermatzeko. Eta autoen fabrikazioan faktore hauek hartzen dituzte kontuan:

▶ **Autoaren grabitate-zentroa**

Grabitate-zentroa zorutik ahalik eta hurbilena jartzen da, eta autoaren ezaugarriak aintzat hartzen dira horretarako.

▶ **Esekidura-osagaien diseinua**

Malgukiak, baleztak, tortsio-barrak, motelgailuak eta abar gogortasun zehatzez diseinatzen dituzte, autoa erosoan izan dadin eta kulunka egin ez dezan.

▶ **Gurpilen diametroa**

Esekidura-sistemarako eta autoaren egonkortasunerako hartzen da aintzat gurpilen diametroa.

▶ **Pneumatikoak**

Pneumatikoak egitean, faktore hauek hartzen dira kontuan: pneumatiko mota (erradialak edo diagonalak), puzteko presioa, sekzioa, etab. Pneumatikoa zenbat eta handiagoa izan, orduan eta errodadura erosoagoa izango du.

▶ **Autoaren pisuaren banaketa**

Autoaren pisua ardatzetan ongi banatzeak garrantzi handia du; izan ere, horretan datza ibilgailuak azpibiratze- edo gainbiratze-efektua izatea. Jakina denez, ahal bada, autoak azpibiratze-efektua egitea komeni da. Eta, ibilgailuaren pisu gehiena atzealdean pilatzen bada, bihurguneetan gainbiratze-efektua agertzen da. Gainbiratze-efektua gutxitzeko, edota autoak azpibiratzeko, atzeko ardatzeko gurpilei aire-presio handiagoa ematen zaie. Horretaz gainera, inklinazio negatiboa ere ematen zaie deriba txikitzeko.

▶ **Autoaren pisu osoa eta dimentsioak**

Autoaren pisuak eta dimentsioek ere badute zerikusia egonkortasunean. Izan ere, zenbat eta pisu edo bolumen handiagoa izan, orduan eta indar zentrifugo handiagoa izango du bihurguneetan, eta, ondorioz, autoa bidetik ateratzeko indarra areagotuko da.

Automobilaren edozein sistema mekanikok bere eginkizuna betetzean, eragina du beste sistemetan ere. Horregatik, autoaren segurtasuna zaintzeko, ongi pentsatu behar da edozein mekanismoren ezaugarriak aldatu baino lehenago. Esate baterako, malgukiak laburtu eta motelgailu gogorragoak jartzen baditugu, grabitate-zentroa jaitsi eta esekidura gogortu egiten da, eta autoak egonkortasun eta segurtasun handiagoa izango du, baina erosotasuna galduko du. Horregatik, ongi pentsatu behar da horrelako aldaketak egin aurretik.

## 5 GURPILAK

### Eginkizuna

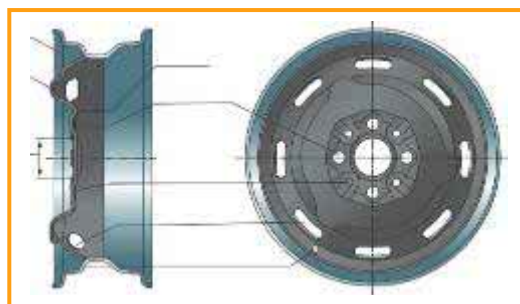
Gurpila da automobila lurrarekin kontaktuan hartzen duen osagaia. Haren bidez, motorraren bultzadak eta balaztatzeak transmititzen zaizkio autoari. Eginkizun horietan, autoaren pisuaz eta zamaz gainera, kolpeak ere jasan behar ditu, eta, aldi berean, bultzada- eta balaztatze-esfortzuak transmititu, direkzioak markatutako ibilbideari eutsiz. Hau da, gurpilak, bere eginkizunak betetzeko, tortsio- eta flexio-esfortzu handiak egin behar ditu, eta, horretarako, ezinbestekoa da erresistenteak eta arinak izatea.

### Osagaiak

Gurpilak, irregulartasunak bereganatzeko eta zoruan modu malguan ezartzeko, elementu flexible bat dauka inguruan, pneumatikoa. Kautxuzkoa izaten da, airea presiopean gordetzen du barruan. Pneumatikoa moteltze-efektua eragiten laguntzen du; izan ere, hurra da kolpeak jasotzen dituen lehenengo elementua. Horregatik hartzen da esekidura-multzoko osagaitzat. Haguna da pneumatikoarekin batera gurpila osatzen duen beste osagaia. Altzairuzkoa izaten da gehienetan, eta, torloju batzuen bitartez, abatzarekin lotzen da.

### 5.1 Haguna

Haguna bi elementuz osatuta dago: diskoa eta haguna bera. Bi osagaiak soldadura-puntu batzuen bidez lotuta daude, eta, diskoak hagunaren simetria-ardatzarekiko milimetro batzuen desfasea izaten du. Diskoak zulo koniko batzuk ditu, torloju batzuen bidez abatzarekin lotzeko, eta inguru osoan leihatila antzeko batzuk ditu balazten hozketa errazteko. Hagunak berariazko forma du pneumatikoak ongi ezarri ahal izateko.



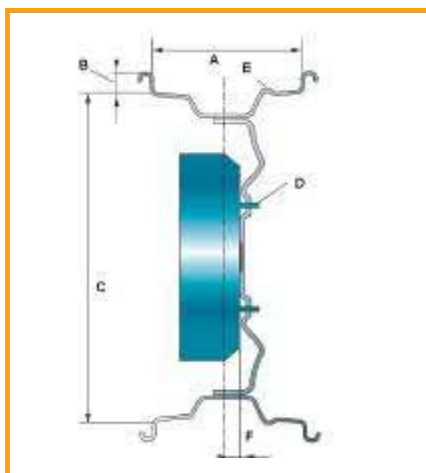
### Hagun motak

Hagunak egiteko, gehienbat, altzairu estanpatua erabiltzen da, baina, zenbait kasutan, aleazio arinez (aluminioa eta magnesioa) ere fabrikatzen dira. Aluminioa, material bigunagoa izateaz gainera, sendoagoa ere bada, eta material horretako hagunak arinagoak direnez, motorrak esfortzu gutxiago egin behar du indar-momentua transmititzeko. Aitzitik, aluminiozko hagunak altzairuzkoak baino garestiagoak izaten dira.



### Hagunaren neurriak

Irudian, kota hauek agertzen dira:



- A. Barneko zabalera
- B. Hagunaren profil-forma
- C. Barneko diametroa
- D. Zulo kopurua.
- E. Pneumatikoen kokalekua
- F. Diskoak simetria-ardatzarekiko duen distantzia

Normalean A, B eta C ezaugarriak hagunean bertan grabatuta izaten ditugu. Esate baterako, 5,5 J 14 kodeak hauxe adierazten du: hagunaren barneko zabalera 5,5 hazbetekoa dela, diametroa 14 hazbetekoa dela eta ertzaren profila J hizkiak izendatutakoa dela.

Horiez gainera, hagunak beste ezaugarri batzuk ere baditu: E kota, CH eta FH hizkiekin emana. CH hizkiek adierazten dute hagun horrek daraman pneumatikoa ganberaduna dela, eta FH hizkiek, berriz, ganberarik gabeko pneumatikoa duela (*tubeless*).

	A	B	C	D	E	F
<b>GURPIL MOTA</b>	Zabalera (hazbetetan)	Ertzaren soslaiia	∅ Diametroa (hazbetetan)	Zulo kopurua	Orpoaren profila	Diskoaren desfasea (mm-tan)
<b>41/2J13.4.CH4</b>	4 ½	J	13	4	CH	41
<b>51/2j13.4.FH36</b>	5 ½	J	13	4	FH	36

## 5.2 Pneumatikoa

Pneumatikoa da haginaren perimetroan jartzen den eraztun puzgarria, haginaren eta zoruaren arteko aire-masa. Hauek dira pneumatikoaren eginkizunak:

- ✓ Zoruarekin ahalik eta **azal-ukitze** onena izatea, ahalik eta itsaspen-koefiziente handiena lortzeko.
- ✓ Zoruaren irregulartasun txikiak bereganatzea, esekidura-sistemari laguntzeko eta autoaren barruan doazenak eroso joan daitezen.

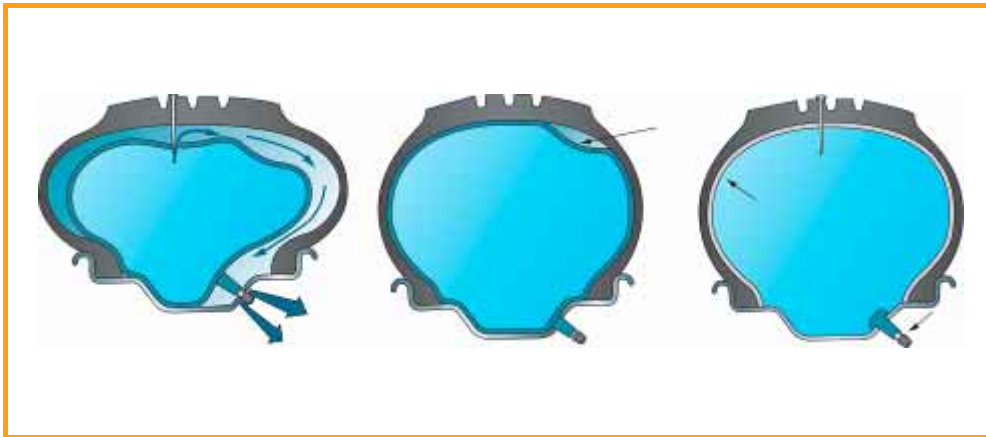
Motorraren indarra autoari transmititzeko, gurpila zoruaren gainean ezarri behar da, eta, hura ibili ahala, hainbat esfortzu jasan beharko du pneumatikoak; hala nola motorraren indar-transmisioa, balaztatze esfortzua, indar zentrifugoa... Horregatik, gogorak eta aldi berean malguak egin behar dira, aipatutako esfortzuak eta jasotako kolpeak jasan ditzaten.

Pneumatikoak fabrikatzeko, kautxu sintetikoa erabiltzen da nagusiki. Batzuetan kautxu naturala erabiltzen da. Kautxua, bulkanizazio- prozesuan, sufrearekin nahasten da, pneumatikoa higagaitza izan dadin. Kautxu artifizialen artean, *estirenoz* eta *butadienoz* (SBR) eginikoa da ohikoena; izan ere, naturalak baino itsaspen- eta moteltze-efektu hobeak ematen ditu. *Polibutadienozkoa* (PB) ere erabiltzen da, erresistenteagoa baita eta tenperaturaren aurrean ez baita hain sentikorra.

### Pneumatiko motak

#### ► Kameradun pneumatikoak

Gurpil-azalaren barruan, kautxu bulkanizatuzko ganbera bigun bat izaten da (ezkerreko irudia), eta ganbera horren balbula haginaren zulo batetik agerian geratzen da. Ganbera puztu ahala, azalaren eta haginaren formara egokitzen da, eta presioari eusten dio. Nolanahi ere, iltze bat sartuz gero, presio erraz galtzen du balbularen bitartez. Egun, ganberadun pneumatikoak gutxi erabiltzen dira.



► **Ganberarik gabeko pneumatikoak (*tubeless*)**

Pneumatiko mota hau da gehien erabiltzen dena. Gurpil-azalaren barruko aldean ganberaren moduko geruza bat ezartzen da, eta hagunean bertan berariazko kokalekua dago pneumatikoaren orpoa egoki jartzeko; horrela, behar bezala egokitzen da. Sistema horrekin, pneumatikoa zulatzen bada, **aire-presioa** astiro galtzen du, eta ez dago desmuntatu beharrik konpontzeko.

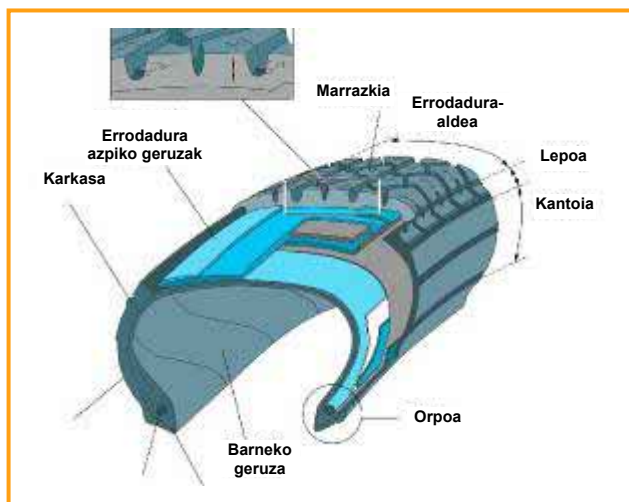
■ **Balbula**

Irudian balbularen eskema ikus daiteke. Balbularen A gorputz zilindrikoaren behealdeko B irekiera hagunarekin batzen da. Balbularen kanpoaldean, C haria dago, eta estalkia jartzen da han, hautsetik eta zaborretik babesteko. Barrualdean, D obusa dago harizatuta, barruan E orratza duela. Horrek, presioari eusteko, obusaren barruan ezartzen duen kautxuzko F obturadorea dauka. Orratzaren inguruan, G topean ezartzen den malguki bat dago, obturadoreari obusaren kontra eusten dio horrek. Pneumatikoaren presioa arintzeko, nahiko da E orratza barrurantz sakatzea. Aire-bolumena azkar hustu nahi bada edo pneumatikoa desmuntatu behar bada, obusa berariazko tresna batekin aska daiteke.

■ **Pneumatikoaren atalak**

► **Karkasa**

Orpotik orpora dagoen oihal multzoa da karkasa. Gurpil-azalari tinkotasuna ematen dio horrek, eta barrualdeko presioa eta kanpoko esfortzuak jasaten ditu. Oihalak bata bestearen gainean egoten dira, eta haien tamainak eta kopuruak definitzen dute karkasa.



► **Errodamendu-geruzak**

Errodadura-azala eta karkasaren artean jartzen dira errodamendu-geruzak. Errodadura-aldeko kolpeak jasotzea da haren eginkizuna. Zenbat eta geruza gehiago jarri, orduan eta erresistentzia handiagoa izango du pneumatikoak, eta pisu gehiago jasan ahal izango du.

► **Errodadura-azala**

Errodadura-aldea da pneumatikoak lurrarekin daukan ukipen-azala, eta hori da zoruak eragindako marruskaduraren ondorioz higatzen den pneumatikoaren aldea. Kautxuzko geruza bat da, erliebeduna; *marraskia* deitzen diogu horri. Alde horrek, berez, oso gogorra izan behar du errodutzen ari dela kolpeak jasotzeko, eta erresistentzia handia izan behar du higaduraren eta beroaren aurrean. Pneumatikoak *marraskia* izatea funtsezkoa da errepideari ongi heltzeko eta gurpila irristatzea galarazteko. Marraski-formak ugariak dira. Esate baterako, zeharkako marrak onak dira errepideari heltzeko, baina eskasak dira euria eginez gero ura kanporatzeko. Luzetarako marrek, berriz, direkzioa zuzen izaten laguntzen dute, baita ura kanporatzen ere, baina heltzeko itsaspen eskasa dute. Errodadura-aldeari ahalik eta etekin handiena ateratzeko, bien konbinaketa erabiltzen da.

► **Lepoak (ertzak)**

Errodadura-aldearen ertzak dira, eta kantoiekin lotura dute. Karkasa aldameneko marruskaduretatik babesten dute. Lepoak sendoa izan behar du, marruskaduragatik bero pilatzen baita han.

► **Kantoia (alboa)**

Pneumatikoaren lepoen eta orpoen artean dago. Horrek, autoaren zamari eta etengabeko flexioei eusteko, erresistentea ez ezik malgua ere izan behar du, moteltze-efektuan esekidurari laguntzeko. Pneumatikoaren neurriak eta ezaugarriak kantoian idatzita agertzen dira.

► **Taloiak**

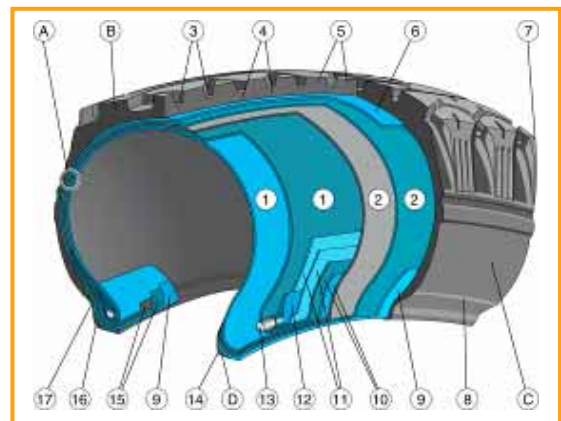
Taloiak, funtsean, karkasa babesten du. Altzairuzko haria du barruan, eta ibiltzean pneumatikoaren diametroa handitzeko efektuari eustea du ardura. Bestalde, orpoaren profilak forma berezia dauka, hagu-naren kokalekuan gogor heltzeko; izan ere, pneumatikoak bihurguneetan jasotzen duen esfortzuak bere tokitik ateratzera behartzen du.

■ **Pneumatikoen egiturak**

Pneumatikoak gurpil-azalaren karkasaren egituren arabera sailkatzen dira: diagonalak, erradialak eta mistoak.

► **Pneumatiko diagonalak**

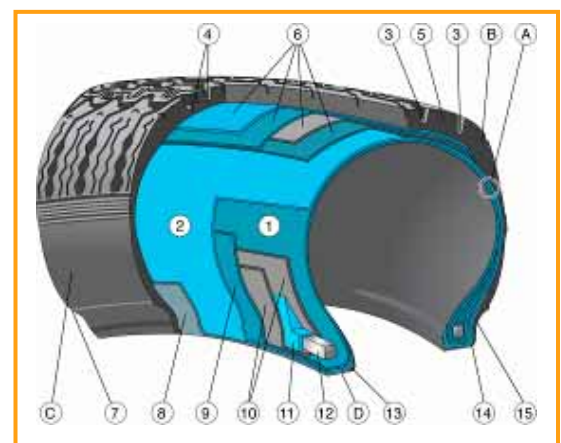
Antzina oihalezko geruzaz osatzen zen karkasa. Egun, oihal horien ordean, altzairuzko kable finak erabiltzen dira. Kableek 30-42°-ko angelua osatzen dute gurpilaren biraketa-ardatzarekin. Kableen antolamendu horrek zehaztasuna ematen dio direkzioari. Angelua zenbat eta itxiagoa izan, orduan eta zehatzago beteko du pneumatikoak ibilbidea, baina, horrela ez da hain eroso izango autoa.



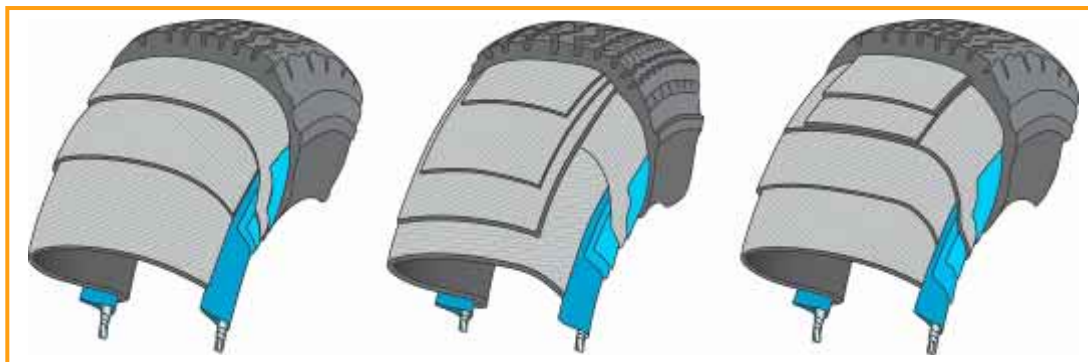
Geruza kopurua autoak jaso beharreko pisuaren arabera antolatzen da. Geruza baten kableek ondoko geruzakoekin osatzen duten angelua 60° eta 80° bitartekoa izaten da. Horrela, orpotik orporako erronbo-itxurako figura osatzen du karkasak, pneumatikoari behar besteko erresistentzia eta malgutasuna emateko.

► **Pneumatiko erradialak**

Egun gehien erabiltzen diren pneumatikoak dira. Oihalen egitura datza besterekiko aldea. Hauetan kableak orpotik orpora doaz, gurpilaren bira-ardatzarekiko elkarzut jarrita. Horrek erositutasun handia ematen dio automobilari, baina direkzioari zehaztasuna kentzen dio, ezegonkor bihurtzen du. Arazoa konpontzeko, errodadura-azalaren azpian dauden geruzak, diagonalekoen antzera, gurpilaren simetria-ardatzarekin 20°-ko angelua osatuz jartzen dira. Diagonaletan bezala, geruza kopurua autoak jaso beharreko pisuaren arabera da, eta kopurua pneumatikoaren ezaugarrien artean adierazten da.



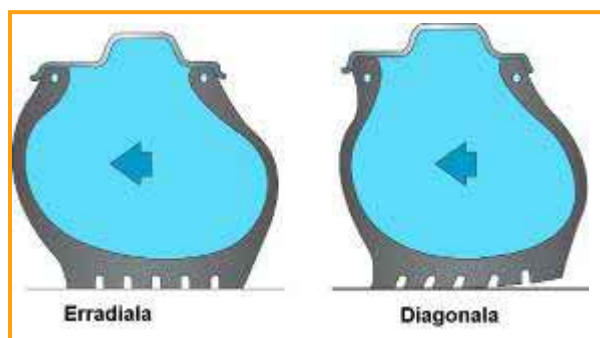




► **Pneumatiko mistoak**

Mota honetan, pneumatiko diagonalen eta erradialen teknikak konbinatzen dira. Hau da, bi pneumatiko moten ezaugarriak uztartzen dira.

Pneumatiko erradialek, diagonalek ez bezala, zurruntasuna ematen diote errodadura-aldeari, eta horrek desitxuratzea galarazten dio pneumatikoari bihurgunetan, autoa seguruagoa izan dadin. Halaber, higadura txikiagoa izaten da, eta gurpil-azalek gehiago irauten dute.



■ **Pneumatikoen ezaugarriak**

Pneumatikoei asko eskatzen zaie, eta, batzuetan, zaila izaten da pneumatiko horietan zenbait ezaugarri uztartzea. Zaila da pneumatiko batek aldi berean segurtasuna, erosotasuna, azeleratzeko eta dezeleratzeko ahalmena ematea eta gainera kostu txikian ematea; alegia, pneumatikoak luze irautea kostu txikiarekin.

Pneumatikoa ona izateko bete beharreko ezaugarriak:

- ✓ Itsaspen ona izan behar du zoru bustian zein lehorrean, luzetara zein zeharka.
- ✓ Errodadurarako eragozpen txikia izan behar du.
- ✓ Kanpoaldeko esfortzu dinamikoak jasateko ahalmena izan behar du.
- ✓ Erresistentea izan behar du, higadura eta arrakalak nekez agertzeko.
- ✓ Zarata eta dardara gutxitu behar ditu.
- ✓ Malgutasuna izan behar du biratzeko edozein kondiziotan.

Egituraren ezaugarriak eta fabrikatzeko erabilitako materialak kontuan hartuta, pneumatikoek ezaugarri hauek dauzkate:

### ▶ **Malgutasuna**

Esfortzuek aurrean pneumatikoak desitxuratzeko daukan ahalmena da. Malgutasun bertikala edo zanpaketa **puzte-presioaren** eta karkasaren zurruntasunaren araberakoa da. Azalak zanpaketa jasaten duenean, malgutasunagatik, erradioa txikitzen zaio.

Funtsean, karkasaren egiturak baldintzatzen du pneumatikoaren zurruntasuna. Pneumatiko erradialak diagonalak baino zurrunagoak izaten dira. Aldameneko esfortzuen aurrean, zeharkako malgutasunak pneumatikoaren zurruntasuna definitzen du, adibidez, bihurguneetan eragindako indar zentrifugoan.

### ▶ **Moteltze-ahalmena**

Funtsean, gurpil-azalaren kantoiaren malgutasunaren menpe dago. Bideko irregulartasunetara egokitzeko eta horiek sortutako energia bereganatzeko ahalmena izaten du pneumatikoak. Pneumatikoaren presioa jaisten bada, moteltze-ahalmena areagotu egiten da. Baina, pneumatikoak izan behar duen gutxieneko presiotik pasatuz gero, karkasa hausteko arriskua dago.

### ▶ **Zamatzeko ahalmena**

Pneumatiko batek jasan dezakeen pisua da. Zamatzeko ahalmena pneumatikoaren **puzte-presioaren**, barruko bolumenaren, karkasa motaren eta haren kalitatearen menpe egoten da.

### ▶ **Trakziorako ahalmena**

Trakziorako ahalmena da gurpil-azalak irristatzeko izan behar duen eragozpena biraketa-momentua ezartzen zaionean. Pneumatikoaren trakzio ona izatea beharrezkoa da ibilgailua abiadan jartzeko. Pneumatikoaren marrazkiak garrantzi handia dauka zeregin horretan.

### ▶ **Zuzentasuna**

Zuzentasuna da direkzio-sistemak agindutako ibilbideari jarraitzeko pneumatikoek duten gaitasuna. Pneumatikoak aldamenetako desplazamenduak saihestu behar ditu. Zeregin honetan ere badu ardura errodadura-aldeko marrazkiak.

### ▶ **Itsaspena**

Autoa azeleratzean, balaztatzean eta aldameneko irristatzean ere gurpil-azalak duen irristatzeko eragozpena da. Itsaspenaren maila zoruaren egoeraren, azalaren marrazkiaren eta materialaren araberakoa da. Pneumatikoen itsaspenak zerikusia zuzena du gurpilaren gainean ezartzen den zamarekin.

► **Flotagarritasuna**

Flotagarritasuna da pneumatikoek eremu bigunetan hondoratu gabe ibiltzeko daukaten gaitasuna. Gaitasun hori zoruan presio arina ezarriz lortzen da.

► **Kontaktu-azalera**

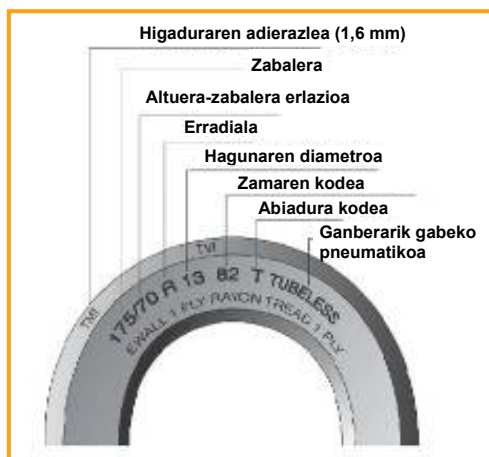
Pneumatikoak zoruan ezartzean betetzen duen azalera da: aztarna. Gurpil-azalaren zurruntasunaren, puzte-presioaren eta zamaren menpe dago.

■ **Pneumatikoen forma, neurriak eta puzte-presioa**

Pneumatikoetan, neurri hauek izaten dira kontuan: *l*, sekzioaren zabalera; *h*, sekzioaren altuera; eta *c*, barneko diametroa. Azken hori bat dator haginaren diametroarekin.

Pneumatikoak zoruarekin duen kontaktu-eremua zenbat eta zabalagoa izan, orduan eta itsaspen handiagoa izango du. Gaur egungo pneumatikoek errodadura-alde zabala eta puzte-presioa txikia daukate. Pneumatikoaren sekzioaren zabalera eta altuerak, *h/l*, elkarrekiko erlazioa gordetzen dute. Esate baterako, 100 mm-ko zabalera eta 80 mm-ko altuera duen pneumatiko batek 0,8 *h/l* erlazioa du; alegia, 80 seriekoa da. Antzina *h/l* erlazioa 1/1 bazen ere (pneumatiko biribilak), egun 0,7 eta 0,5 izaten dira.

Pneumatikoaren neurriak hiru zenbakitan adierazten dira: esate baterako 165/70 13. Lehenengo zenbakiak zabalera ematen du, milimetrotan; bigarrenak, sekzioaren erlazioa; eta hirugarrenak, barneko diametroa, hazbetetan. Horiez gainera, beste datu batzuk ere ematen dira. Esate baterako, 165/70 SR 13 88. R hizkiak adierazten du egitura erradialekoa dela; S hizkiak abiadura-kodea markatzen du, alegia, eragozpenik gabe pneumatikoak jasan dezakeen gehieneko abiadura (kasu honetan, 180 km/h); eta 88 zenbakia da zamaren kodea, hau da, horrek markatzen du gurpil-azalak jaso ahal duen pisua (kasu honetan, esan nahi du 560 kg-ko zama eramateko gai dela).



Pneumatikoaren abiadura- eta zama-kodeak:

<b>ABIADURA-KODEA</b>			
<b>Hizkia</b>	<b>km/h</b>	<b>Hizkia</b>	<b>km/h</b>
M	130	S	180
N	140	T	190
P	150	H	210
Q	160	V	240
R	170	Z	240tik gora

<b>ZAMA-KODEAK</b>									
<b>Kodea</b>	<b>kg</b>	<b>Kodea</b>	<b>kg</b>	<b>kodea</b>	<b>kg</b>	<b>kodea</b>	<b>kg</b>	<b>kodea</b>	<b>kg</b>
60	250	71	345	82	475	93	650	104	900
61	257	72	355	83	487	94	670	105	925
62	265	73	365	84	500	95	690	106	950
63	272	74	375	85	515	96	710	107	975
64	280	75	387	86	530	97	730	108	1000
65	290	76	400	87	545	98	750	109	1030
66	300	77	412	88	560	99	775	110	1080
67	307	78	425	89	580	100	800	111	1090
68	315	79	437	90	600	101	825	112	1120
69	325	80	450	91	615	102	850	113	1150
70	335	81	462	92	630	103	875	114	1180

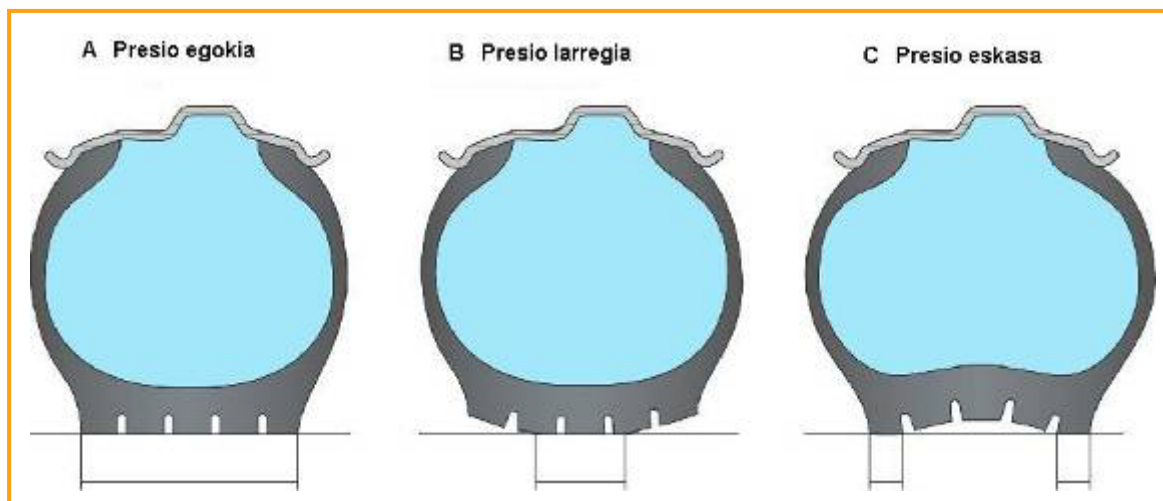
Hagun berean neurri desberdinetako pneumatikoak jar daitezke, baina jakin egin behar ditugu horren ondorioak. Izan ere, itsaspena hobetzeko zabalera handiagoko pneumatikoa jarriz gero, diametroa ere handitu egiten dugu. Horrenbestez, motorraren bira bakoitzeko ibilbide luzeagoa egin beharko du automobilak, eta, gurpila handiagoa denez, motorrak esfortzu handiago egin beharko du. Horrek abiadura-kutxaren martxak sarriago aldatzera behartzen gaitu, batez ere, aldapan gora goazela. Aldiz, autopistan bagoaz, abiadura handiagoak lor daitezke, baina autoaren abiadura-neurgailuak abiadura faltsua adieraziko du.

### ■ Pneumatikoen presioa

Fabrikatzaileak zehazten du pneumatikoari zenbateko presioa dagokion gurpil-azalak itsaspen onena eta higadurarik txikiena izan dezan. Pneumatikoak jaso beharreko pisuaren arabera ezartzen dira presio-balioak.

Gaur egun, presio baxuko pneumatikoak erabiltzen dira, zoruko irregulartasunak hobeto berengantzeko eta itsaspena ere hobetzeko.

Presio desegokian puztuta badago, pneumatikoak zoruarekin kontaktu txarra izango du, eta, gainera, errodadura-erregularrak eragingo dio horrek. Fabrikanteak bi balio ematen ditu: bata kotxea zamatu gabe dagoenerako izaten da (gidaria bakarrik), eta bestea, baimendutako gehienezko zama duenerako.



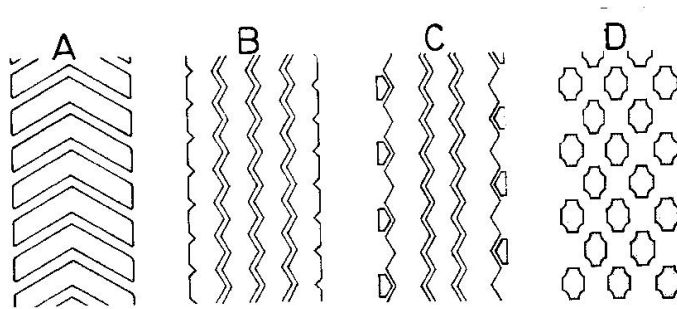
Irudian, presio desegokiak pneumatikoan eragindako desgaste irregularrak ageri dira: A, presio egokia, higadura erregularra; B, gehiegizko presioa, higadura errodadura-aldearen erdian; C, presio eskasa, higadura alboetan.

### ■ Errodadura-aldearen marrazkiak

Pneumatikoaren errodadura-aldeak indarra transmititu behar du zoruaren gainean; ibilgailuaren trakzioan eta balaztatzeetan beharrezko diren luzetarako zein zeharkako esfortzuak egin behar ditu, eta, halaber, autoaren ibilbideari eutsi behar dio. Horretarako, pneumatikoak luzetarako zein zeharkako itsaspen ona bermatu behar du zoru lehor nahiz bustietan. Aipatutako gaitasun horiek pneumatikoen egituraren eta fabrikazio-materialaren arabekoak dira. Nolanahi ere, errodadura-azaleko marrazkiak eragina du itsaspenean: nerbioak nolakoak diren, zenbat arteka eta zer neurritakoak dituen, etab.

Marrazkiaren eginkizun nagusia da autoa bide busti batetik doanean ura kanporatzea gurpil-azalaren kontaktu-eremutik. Bestalde, gainazal lehorretan, marrazkirik gabeko pneumatiko batek marrazkidunak baino itsaspen hobea du, baina erabat murriztuko zaio itsaspen-koefizientea zorua bustitzen bada. Horrek erakusten du marrazkiak zer-nolako garrantzia duen gurpil-azalean. Pneumatikoaren marrazki-formak baldintzatzen du luzetarako eta zeharkako itsaspena. Hori dela eta, marrazkiaren diseinuak egokitu egin behar dira nahi diren prestazioetara.

Irudi hauetan, zoru motaren arabera zer-nolako marrazkia erabiltzen den azaltzen da:



#### **A Zeharkako marrak dituen**

Mota honek trakziorako ahalmen handia du, eta aurreko eta atzeko irristaketak saihesten ditu, baina zaratatsuak izaten dira eta zoru bigunetan lokatza marren arteko hutsuneetan sartuz gero, marrazkiak desagertu arte, lehen aipatutako ahalmena galtzen du.

#### **B Ertz biribildunak**

Mota honek zeharkako irristatzeak saihesten ditu, eta biratzeko eragozpena gutxi du. Trakziorako ahalmen gutxi du.

#### **C Aurreko bien konbinazioa**

Aurreko bien ezaugarriak biltzen ditu marrazki honek. Ibilgailu gehienek erabiltzen duten mota da.

#### **D Takoduna**

Terreno bigunetarako eta itsaspen gutxi behar denerako erabiltzen da.

Pneumatikoaren marrazkia edozein izanda ere, kanalak bi modutara antola daitezke: luzetara eta zeharka. Kanal bakoitzak eginkizun zehatz bat betetzen du:

### Luzetarakoak

Euria egiten duenean, errepidean biltzen den ura kanporatzeaz arduratzen dira. Kanalen neurriaren eta kopuruaren arabera, ur gehiago edo gutxiago kanporatzen dute. Elurrarekin eta lokatzarekin ere berdin moldatzen dira.

### Zeharkakoak

Lehen azaldu dugun bezala, pneumatikoak marrazkirik ez badauka, errepideari ongi helduko dio, baina ez bustitako errepide batean, gurpil-azalaren eta zoruaren artean ur-geruza tartekatzen denean, errodadura-aldearen itsaspena deuseztatzen baitu urak. Hori dela eta, ur-geruza apurtzeko, zeharkako kanalak jartzen dira.

Hona hemen pneumatikoen zenbait marrazkiren irudiak:



1. Pneumatiko hauek edozein baldintzatan erabiltzen dira. Ur-geruza txikia bada, artekek apurtzen dute geruza hori, eta itsaspena hobetzen dute. Ur kantitatea handia bada, luzetarako artekek, noriaren antzera, ur-masa batu eta atzeko aldetik kanporatzen dute. Bitartean, zeharkakoek geratzen den ura xurgatu eta kanporatzen dute, indar zentrifugoari esker. Nolanahi ere, pneumatiko horiek bustian itsaspen hobea dute lehorrean, batez ere, zorua oso bustia dagoenean.
2. Abiadura handian eta zoru bustian erabiltzeko pneumatikoak dira. Erdialdean luzetara jarritako artekak sakonak eta zabalak izaten dira, horrela, ur kantitate handia kanporatu ahal izateko. Arteken dimentsioa eta kopurua kanporatu beharreko ur kantitatearen arabera izaten dira. Zeharka jarritako artekek bentosa moduko efektua eginez kanporatzen dute ura.
3. Mota honetan elurretarako eta lokatzetarako zeharkako arteka sakonak eta zabalak izaten dira.
4. Izotzetarako, iltzedun pneumatikoak erabiltzen dira.

### Aquaplaning fenomenoa

*Aquaplaning* fenomenoa agertzen da pneumatikoaren eta zoruaren artean dagoen ur guztia kanporatzea lortzen ez denean. Abiadura handietan, kontaktu-luzerak hiru ataletan sailkatzen dira:

- ✓ 1 eremuan, lurraren gainean ur-presioa dago, errodamendu-azala altxatu egiten du.
- ✓ 2 eremuan, ur kantitate gehiena kanporatu arren, oraindik ur-geruza fin bat geratzen da gurpil-azalaren eta zoruaren artean.
- ✓ 3 eremuan, ur-geruza erabat apurtuta, gurpil-azalak lurrarekiko kontaktua berreskuratzen du; horrela, pneumatikoaren itsaspena bermatzen da.

Eremuen luzera aipatutako faktoreen arabera da. Automobilaren abiadura handitu ahala, 1 eta 2 eremuen luzerak handitu egiten dira, eta 3 eremua erabat desagertzen da, gurpil-azala errepidetik bereizten baita. *Aquaplaning* fenomenoa gertatu ez dadin, ur kantitate handia kanporatzeko ahalmena duten pneumatikoak jarri behar dira.

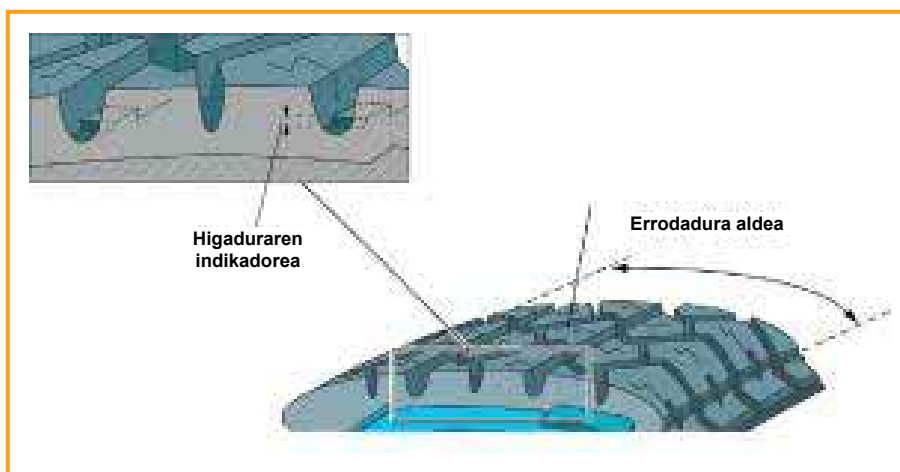
### Pneumatikoen zaintza

Ibilgailuak errepidean duen jarrera, neurri handi batean, pneumatikoen menpe dago, eta horiek egoera onean izateko, komeni da aldizka azterketa egitea. Nolanahi ere, ibili ahala sortzen den higadura normalaz gain, direkzio-, esekidura- edo balazta-sistemetan sor daitezkeen matxuren ondorioz, higadura irregularra ager daiteke pneumatikoetan 10.000 km egitean.

Hona hemen pneumatikoen azterketa egitean kontutan hartzen diren puntuak:

- ✓ Puzte-presio egokia izan behar dute, batez ere, ardatz bereberek bi gurpiletan. Pneumatikoek presio larregi badute, zoruarekiko kontaktu-azalera murriztu egiten da, eta malgutasuna galtzen du gurpil-azalak; hala, kolpeak bereganatzeko moteltze-efektua txikitu egiten da. Larregi puzteak abiadura handietan pneumatikoa zoruaren gainean errebotatzen hastea eragiten du, eta irristatzeko arriskua agertzen da. Higadura errodaduraren erdiko aldean gauzatzen da. Pneumatikoek presio eskasa badute, ertzetan lurra eragindako marruskadura areagotu egiten da; hala, berotasuna sortzen da eta higadura irregularra eragiten da.
- ✓ Artekek 1,5 mm-ko gutxieneko sakonera izan behar dute errodadura-aldearen puntu guztietan. Hori egiaztatzeko seinaleak daude arteketan. Hala ere, pneumatikoen higadura-maila horretaraino iritsi baino lehen gurpil-azala aldatzea komeni da.





- ✓ Pneumatikoen egoera aztertu behar da, desitxuraturik, apurketarik edo higadura irregularrik duten ikusteko. Halakorik aurkituz gero, gurpil-azala aldatzea komeni da.
- ✓ Pneumatikoak aldatzerakoan, kontuan hartu behar da ezaugarri berdinak izan behar dituztela berriek: neurriak, marraskia eta mota (erradialak edo diagonalak).
- ✓ Autoen pneumatiko guztietan higadura berdina ez denez, 10.000 km egindakoa lekuz aldatzea komeni da. Pneumatiko erradialean, alde bereko gurpilak euren arean trukatu daitezke, baina ez beste aldekoekin; izan ere, pneumatiko horiek, erabili ahala, desitxuratu egiten dira pixka bat, eta ez da komeni errotazio-noranzkoa aldatzea.

### 5.3 Gurpilaren oreka

Gurpilaren desoreka sortzen da masa bat bere perimetroan zehar berdina banatuta ez dagoenean. Gurpila biratu ahala, desoreka horrek indar zentrifugoak sorrarazten ditu. Esate baterako, masa-banaketa desberdinekin, gurpila biratzean pisu gehien daukan guneak gora egiten duenean, gurpilari kostatu egiten zaio masa hori altxatzea eta dezelerazioa sortzen da gurpilean; behean egiten duenean, aldiz, gurpila azeleratu egiten da. Hori dela eta, gurpilean gorabeherako jauziak sortzen dira, eta oszilazioak eta dardarak sortzen dira ibilgailuaren barruko aldean eta zehazki bolantean; *shimmy* izeneko fenomeno da hori. Horrek luzaro irauten badu, kalte egin diezaike esekidura- eta direkzio sistemiei.

Gurpilaren desorekak pneumatikoen higadura azkarra ere sortzen du. Normalean, aparkatzeko manio-bretan haginaren kontra talka egitea, pneumatikoen muntaia okerra izatea eta gogor balaztatu izana izaten dira arrazoiak, eta irregulartasunak sortzen dituzte errotadura-aldean.

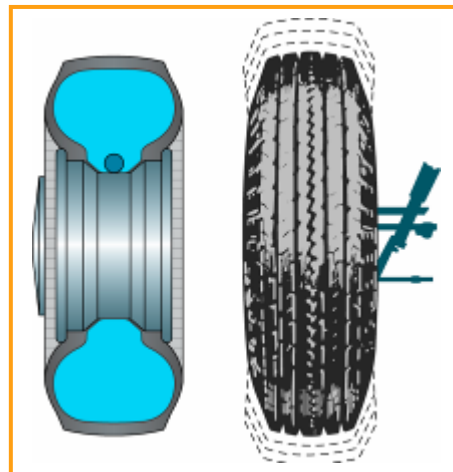
## Gurpilen desoreka motak

Gurpiletan, desoreka estatikoa edo dinamikoa izan daiteke:

### ► Estatikoa

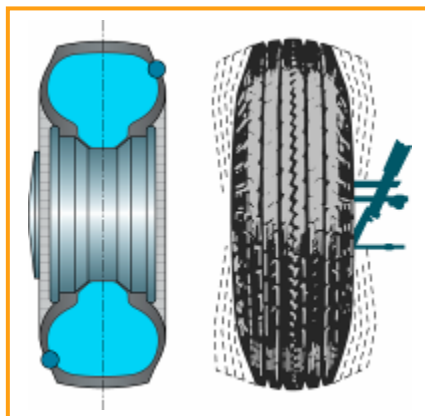
Desoreka estatikoa agertzen da gurpilaren masa biraketa-ardatzarekiko irregularki jarrita dagonen. Horren ondorioz, gurpilari eraginez gero, beti puntu berean gelditzen da. Orekatuta badago, berriz, edozein puntutan geldituko da.

Kasu horretan, gurpilaren grabitate-zentroa zentro geometrikoarekiko desplazatuta geratzen da. Irudian ikus daitekeenez, etengabeko jauzia sortzen da gurpila biratzean. Gurpila orekatzeko, beste masa bat ezarri behar da desorekatzen duen masa dagoen lekuaren diametralki kontrako lekuan. Masa horrek, jakina, pisu berekoa izan behar du.



### ► Dinamikoa

Desoreka dinamikoa ere masa-banaketa desegokian datza. Baina, kasu honetan, gurpilaren ardatz bertikala abiapuntutzat hartuta gertatzen da masen banaketa asimetrikoa. Irudian ikusten den bezala, oszilazio-efektua sortzen da.



Irudian grafikoki ikusi ahal dugu orekatze-prozesua: gurpilean A puntuan gauzatzen da desoreka, eta, horrek sortzen duen efektua berdintzeko, beste aldeko B puntuan pisu bereko masa ezartzen da eta desoreka estatikoa konpontzen da. Baina abiadura handian F2 indarra errodaduraren luzetarako ardatzarekiko desorekatzen da, eta gurpila aldamenara desplazatzen da. Arazoa konpontzeko eta oreka dinamikoa ziurtatzeko, masa haguaren bi aldeetan, B eta C puntuetan, banatu behar da.



LANBIDE  
EKIMENA

