

Unitat 10

Sistemes de suspensió i de direcció

10.1. Nivell d'entrada

Els sistemes de suspensió, a més d'una conducció còmoda, ens permeten de mantenir l'adherència de les rodes a la via.

Activitat 1

Adapta aquest qüestionari a la tipologia de preconductors.

Qüestionari

1. Escolliria un vehicle amb un tipus de suspensió que em permetés mantenir un equilibri entre la comoditat, l'activitat pròpia de la conducció i la seguretat.
 - a. Gens
 - b. Poc
 - c. Bastant
 - d. Totalment

2. En cas que hagués d'escollir, m'estimaria més una suspensió que mantingués més l'adherència de les rodes a la via que la comoditat de la conducció.
 - a. Gens
 - b. Poc
 - c. Bastant
 - d. Totalment

3. Crec que m'agradarà conèixer les funcions de les ballestes, molles helicoides, barres de torsió i amortidors.
 - a. Gens
 - b. Poc
 - c. Bastant
 - d. Totalment

4. M'agradaria aprendre com puc conduir amb seguretat tant amb els sistemes de suspensió convencionals com amb els sistemes especials mitjançant el control de la velocitat.
 - a. Gens
 - b. Poc
 - c. Bastant
 - d. Totalment

5. Si conduís un vehicle amb suspensió activa de gestió electrònica o amortidor pilotat elèctricament, aniria a més velocitat.
 - a. Totalment d'acord
 - b. Bastant d'acord
 - c. Bastant en desacord
 - d. Totalment en desacord

Interpretació

a = 1 b = 2 c = 3 d = 4

Més de 17 punts, alt nivell de seguretat.

Entre 11 i 17 punts, nivell normal alt de seguretat.

Entre 6 i 10 punts, nivell normal baix de seguretat.

Menys de 6 punts, baix nivell de seguretat.

Activitat 2

Adapta aquest qüestionari a la tipologia de preconductors.

Qüestionari

1. Quan conduïxi tindrà present que amb el sistema de direcció puc circular amb seguretat per la via, segons el trànsit i el clima.
 - a. Gens
 - b. Poc
 - c. Bastant
 - d. Totalment

2. Tinc present que el sistema de direcció resol diferents angles de roda als revolts sempre que s'agafin amb la velocitat adequada.
 - a. Gens
 - b. Poc
 - c. Bastant
 - d. Totalment

3. Crec que amb el control de la velocitat podria conduir amb seguretat amb tots els diferents sistemes de direcció.
 - a. Gens
 - b. Poc
 - c. Bastant
 - d. Totalment

4. Penso que aniré a més velocitat als revolts amb els sistemes de direcció assistida.
 - a. Totalment d'acord
 - b. Bastant d'acord
 - c. Bastant en desacord
 - d. Totalment en desacord

5. Crec que m'agradarà conèixer quan les cotes de la direcció són correctes per aconseguir el contacte permanent de les rodes a totes les condicions de gir.
 - a. Gens
 - b. Poc
 - c. Bastant
 - d. Totalment

Interpretació

$a = 1$ $b = 2$ $c = 3$ $d = 4$

Més de 17 punts, alt nivell de seguretat.

Entre 11 i 17 punts, nivell normal alt de seguretat.

Entre 6 i 10 punts, nivell normal baix de seguretat.

Menys de 6 punts, baix nivell de seguretat.

10.2. Missió i característiques de la suspensió

S'anomena suspensió el conjunt d'elements elàstics que s'interposen entre els òrgans suspesos (bastidor, carrosseria, grup motopropulsor, càrrega i passatgers) i els òrgans no suspesos (rodes i eixos).

La seva missió és absorbir les reaccions produïdes a les rodes per les desigualtats del terreny, proporcionant la màxima comoditat als passatgers i contribuint a incrementar la seguretat activa del vehicle.

Per complir aquests objectius, la suspensió ha de tenir dues qualitats fonamentals:

Elasticitat: per evitar que les desigualtats del terreny es transmetin al vehicle en forma de cops secs molestos per als ocupants, garantint el contacte permanent del pneumàtic amb el terra.

Amortiment: per esmorteir les oscil·lacions reactives pròpies dels elements elàstics de la suspensió (una freqüència alta d'oscil·lacions afecta el sistema nerviós i una freqüència baixa provoca mareig).

El sistema forma un conjunt amb: pneumàtics, elements elàstics (ballestes, molles, barres de torsió) i amortidors.

10.3. Elements de la suspensió

En les suspensions s'utilitzen com a elements d'unió uns ressorts d'acer elàstic en forma de ballesta, molla helicoidal o barra de torsió, que permeten que les rodes s'adaptin a les desigualtats del terreny.

Aquests elements tenen excel·lents propietats elàstiques, però poca capacitat d'absorció d'energia mecànica (l'energia que provoca la deformació del ressort retorna com a reacció elàstica en forma d'oscil·lacions). Per tant, no es poden muntar sols en la suspensió, sinó que necessiten d'un element que freni les oscil·lacions produïdes quan es deformen. Aquest element és l'amortidor.

Els elements elàstics simples són:

- ballestes.
- molles helicoidals.
- barres de torsió.

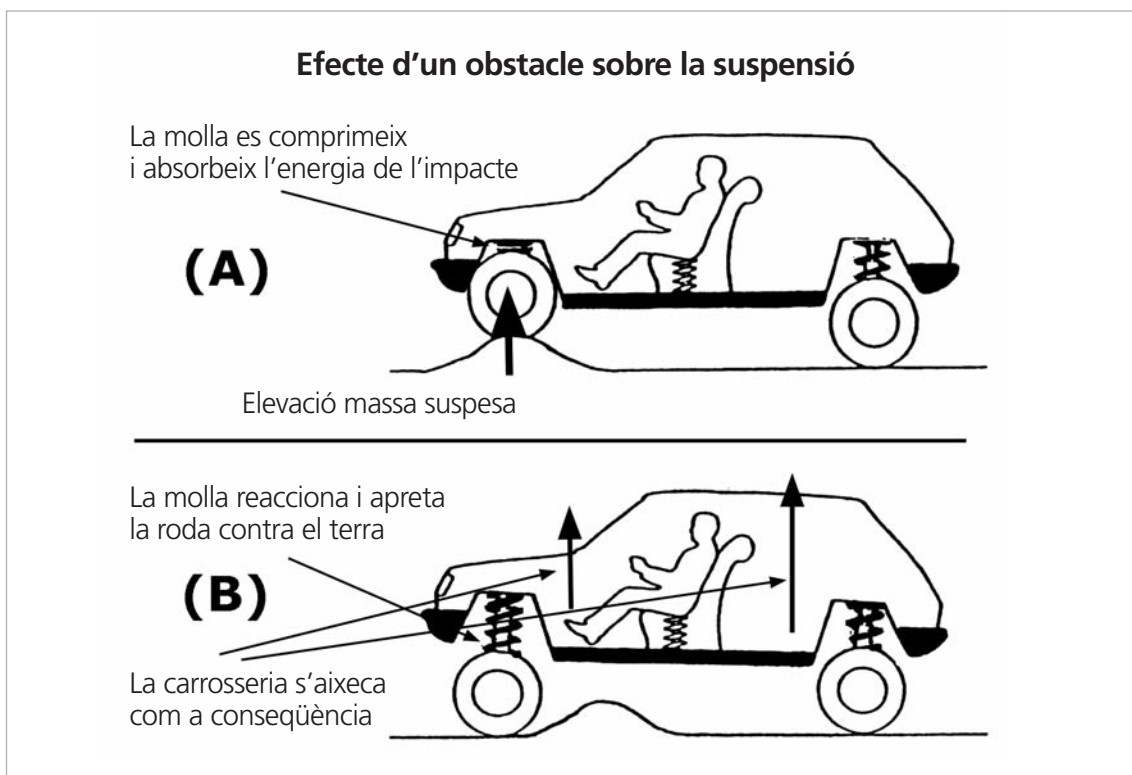


Fig. 10.1

10.3.1. Ballesta

Està formada per un seguit de fulles d'acer posades les unes sobre les altres formant un conjunt elàstic i de gran resistència al trencament.

La ballesta (fig.10.2), duu una fulla més gran que s'anomena mestra i empaqueta progressivament tot un seguit de fulles de menys longitud amb unes abraçadores. El nombre i el gruix de fulles són en funció del pes que han de suportar. A una banda, té una articulació al punt fix i, a l'altra, una bieleta que permet l'extensió de les fulles en sotmetre la ballesta a càrrega. Un cargol passant uneix totes les fulles en el centre.

El muntatge en vehicles industrials és longitudinal, mentre que en turismes es munten, generalment, en sentit transversal. Suporten la càrrega en el punt mig i s'uneixen als braços o suports de bastidor pels extrems. Si en variem la longitud, els gruixos de fulla i el nombre es poden aconseguir característiques molt variades, encara que limitades pel seu mateix recorregut. Un avantatge implícit d'aquest sistema és l'autoamortiment, perquè el fregadís entre les fulles frena una mica l'efecte de rebot propi de l'element elàstic.

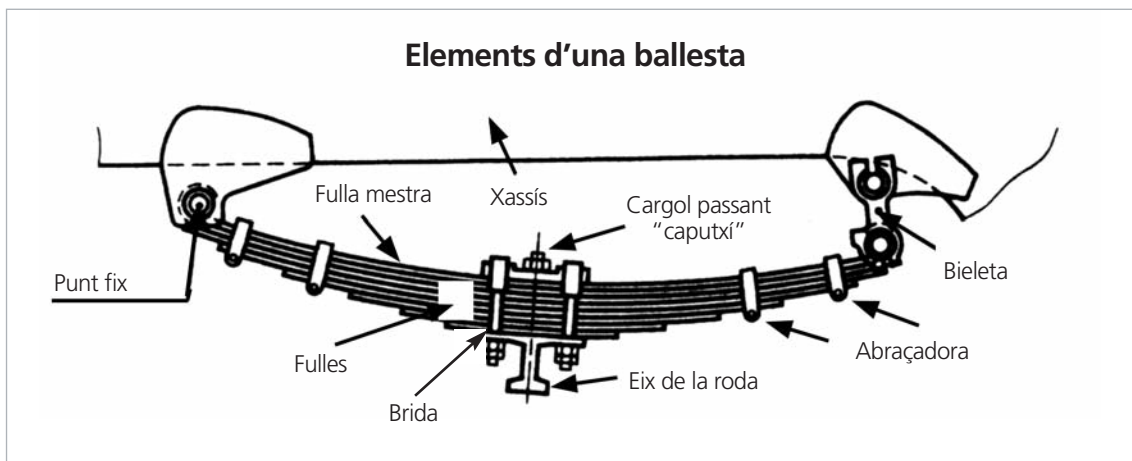


Fig. 10.2

10.3.2. Molles helicoidals

Les molles helicoidals (fig. 10.3) estan formades per un fil d'acer especial d'un diàmetre comprès aproximadament entre 10 i 14 mm, enrotllat en forma d'hèlix. Cada volta de molla s'anomena espira i el nombre de voltes, l'altura de la molla, el gruix de fil i la qualitat del material en determinen la característica elàstica. Segons la forma de les espires també es pot modificar el comportament progressiu de la molla.

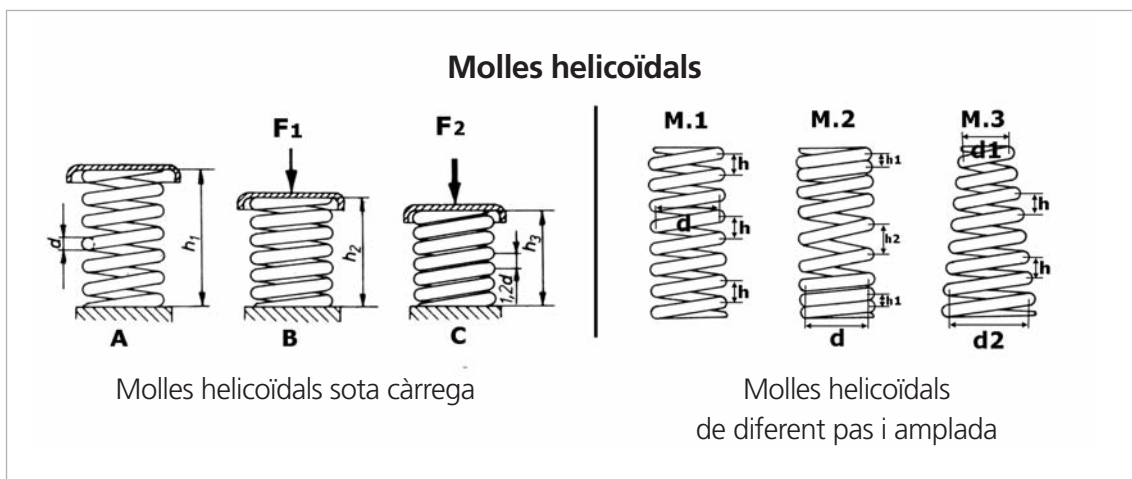


Fig. 10.3

10.3.3. Barres de torsió

Aquest tipus de ressort (fig.10.4) basa el seu funcionament en el principi que si a una barra d'acer elàstic subjecta per un extrem li apliquem per l'altre extrem un esforç de torsió, aquesta barra es torcerà oposant un parell de reacció d'igual valor i sentit contrari. D'aquesta manera, la deformació de suspensió α es converteix en un gir de torsió de la mateixa barra. Quan cessa l'esforç de torsió recupera, per la seva elasticitat, la forma primitiva.

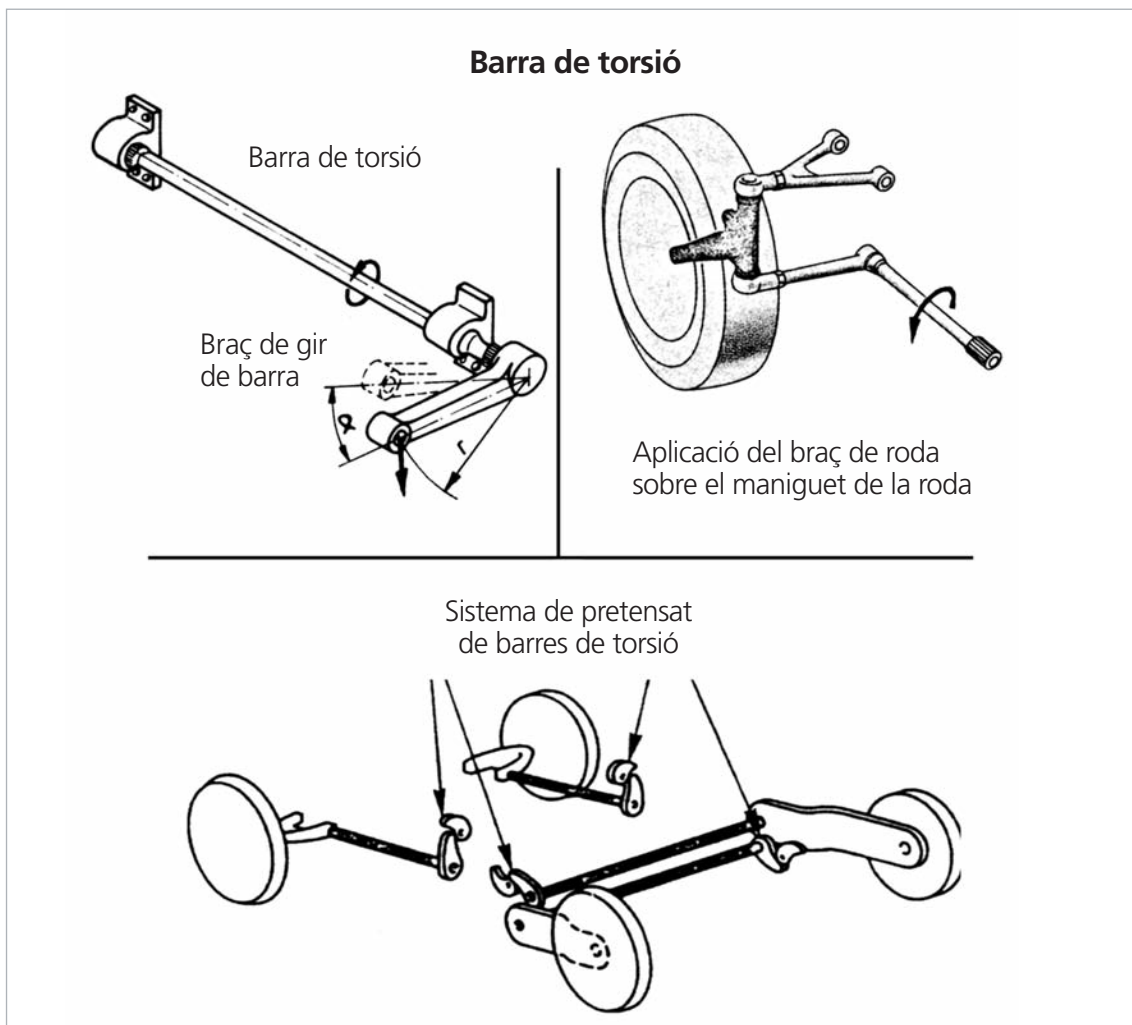


Fig. 10.4

10.3.4. Barra estabilitzadora

En agafar un revolt, per acció de la força centrífuga el pes del vehicle es carrega sobre les rodes exteriors, fet pel qual la carrosseria tendeix a inclinar-se cap a aquest costat, amb perill de bolcar i molèstia per als ocupants.

Per tal de minimitzar aquest efecte es munten sobre els eixos del davant i del darrere barres estabilitzadores (fig. 10.5). Aquestes barres, basades en el principi de la barra de torsió, consisteixen bàsicament en una barra d'acer elàstic, fixada pels extrems en els suports de suspensió de les rodes. D'aquesta manera, en agafar un revolt o quan una de les rodes troba un obstacle, és a dir, en pujar o baixar l'una respecte de l'altra, es genera un parell de torsió a la barra que fa que la carrosseria tingui tendència a mantenir-se en posició horitzontal.

10.3.5. Amortidors

Els elements elàstics de la suspensió es comprimeixen davant d'una deformació i, tot seguit, retornen aquesta energia en forma de rebot, és a dir, oscil·lacions o vibracions.

Els amortidors són els elements encarregats d'absorbir aquestes vibracions, de manera que, sense impedir el moviment del ressort, s'hi oposen fent-ne minvar l'amplitud i freqüència. Així, en aconseguir-ho, garanteixen la comoditat dels passatgers i l'estabilitat del vehicle.

El tipus d'amortidor utilitzat generalment en automòbils és el telescòpic de doble efecte, és a dir, que controla l'oscil·lació de la molla en ambdues direccions (tracció i compressió).

L'efecte d'amortiment s'aconsegueix en obligar un fluid a passar a través d'uns orificis petits o vàlvules. Com que aquest pas és lent, el moviment s'amorteix. D'aquesta manera, l'energia mecànica del ressort es transforma quan es deforma en energia calorífica, que li transmet a un fluid que porta a dins.

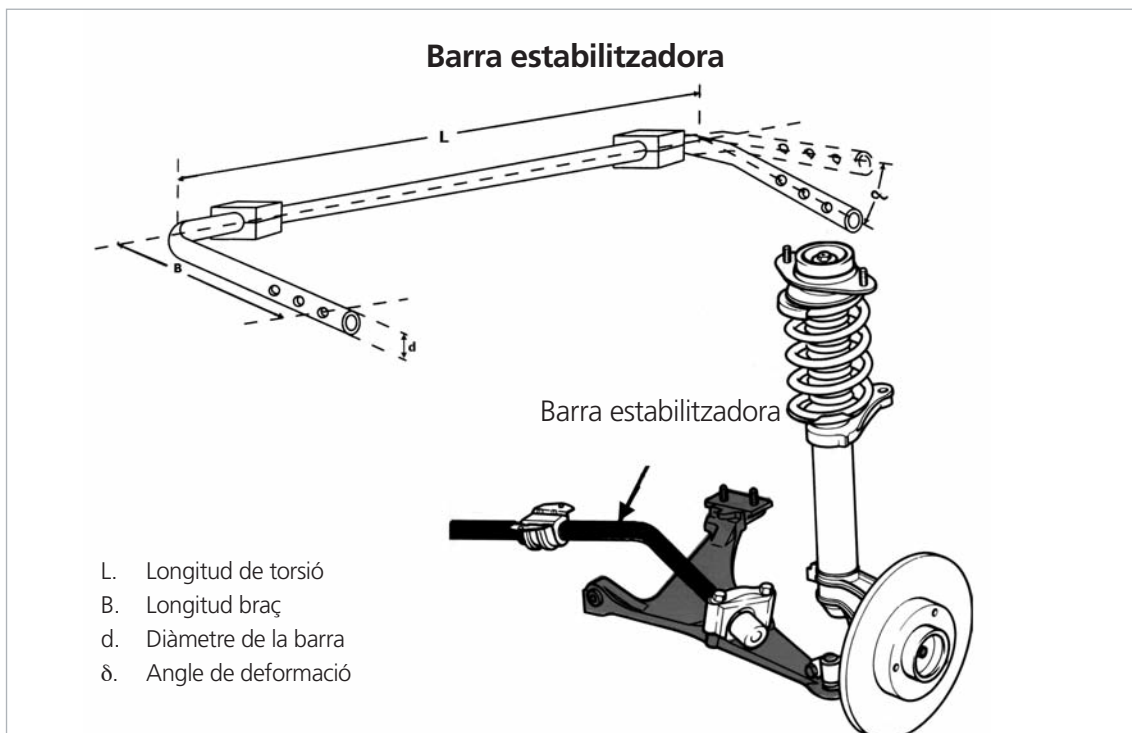


Fig. 10.5

10.4. Sistemes de suspensió convencionals

Segons els elements utilitzats i la manera com es munten, podem distingir diferents tipus de suspensions, tots ells basats en el mateix principi de funcionament.

D'aquesta manera i tenint en compte que cal diferenciar en el vehicle el tren del davant i el de darrere, ja que treballen en condicions diferents encara que tinguin elements comuns, podem classificar els sistemes de suspensió en:

- Suspensió de l'eix davanter.
- Suspensió de l'eix del darrere.

10.4.1. Suspensió de l'eix davanter

El sistema ha de permetre el moviment vertical de les rodes respecte de la carrosseria, siguin quines siguin les condicions de direcció i de moviment.

Actualment i en vehicles de turisme, s'utilitzen exclusivament sistemes de suspensió independent a les rodes davanteres, que milloren el confort i l'estabilitat del vehicle, alhora que s'eliminen inèrcies i s'allibera espai per a la resta de components.

Són molts els sistemes que s'utilitzen en aquest tipus de suspensió independent a les rodes del davant; el tipus McPherson és un dels més utilitzats.

Suspensió McPherson: (fig.10.7) Està format per un braç inferior que s'articula per un extrem al xassís i, per l'altre, al maniguet mitjançant una ròtula. La part superior del maniguet s'uneix al tub que forma l'amortidor telescòpic i que té un plat de suport on es recolza la molla, la part superior del qual s'acobla a una platina subjecta al xassís amb un coixi-

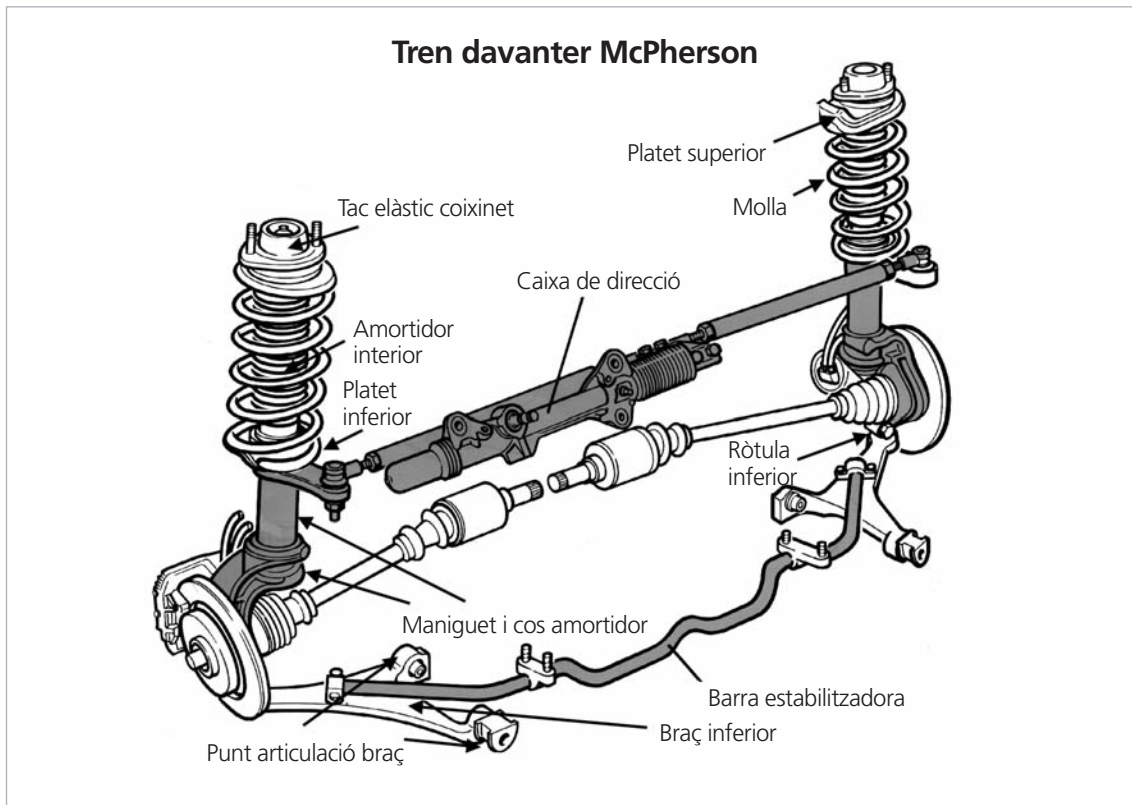


Fig. 10.7

net intern o tac elàstic per permetre que tot el conjunt giri amb l'orientació de la roda.

Aquesta disposició, per tant, a més a més de la funció estrictament de suspensió, serveix també com a eix de gir vertical de les rodes.

Els moviments de pujada i baixada de la roda són absorbits per la molla i l'amortidor, amb l'avantatge que l'angle que formen les rodes amb el sòl varia molt poc en qualsevol circumstància. El sistema necessita d'un reforçament de la carrosseria en la seva unió amb l'amortidor i la molla, ja que és aquí on es transmeten tots els esforços de la suspensió.

10.4.2. Suspensió de l'eix del darrere

Les suspensions mecàniques o convencionals a l'eix del darrere es poden classificar en tres tipus:

- Suspensions rígides
- Suspensions semirígides
- Suspensions independents

Suspensions rígides

Les dues rodes van muntades sobre un mateix eix, de manera que el moviment d'una roda repercuteix sobre l'altra, amb l'inconvenient que, en passar un obstacle, la carrosseria no es manté horitzontal. En la fig.10.8 es mostra un eix de darrere no propulsor, és a dir, per a vehicles amb tracció davantera. Aquests sistemes requereixen, excepte el de ballesta, uns braços de tracció longitudinals per guiar tot el pont i evitar els moviments transversals mitjançant tirants de reacció que reforcen, en aquest cas, la recepció de la barra Panhard. Les puntes de les barres estan dotades de tacs silenciadors (silent blocs) de cautxú, que permeten moviments articulats i aïllen la carrosseria de les vibracions.

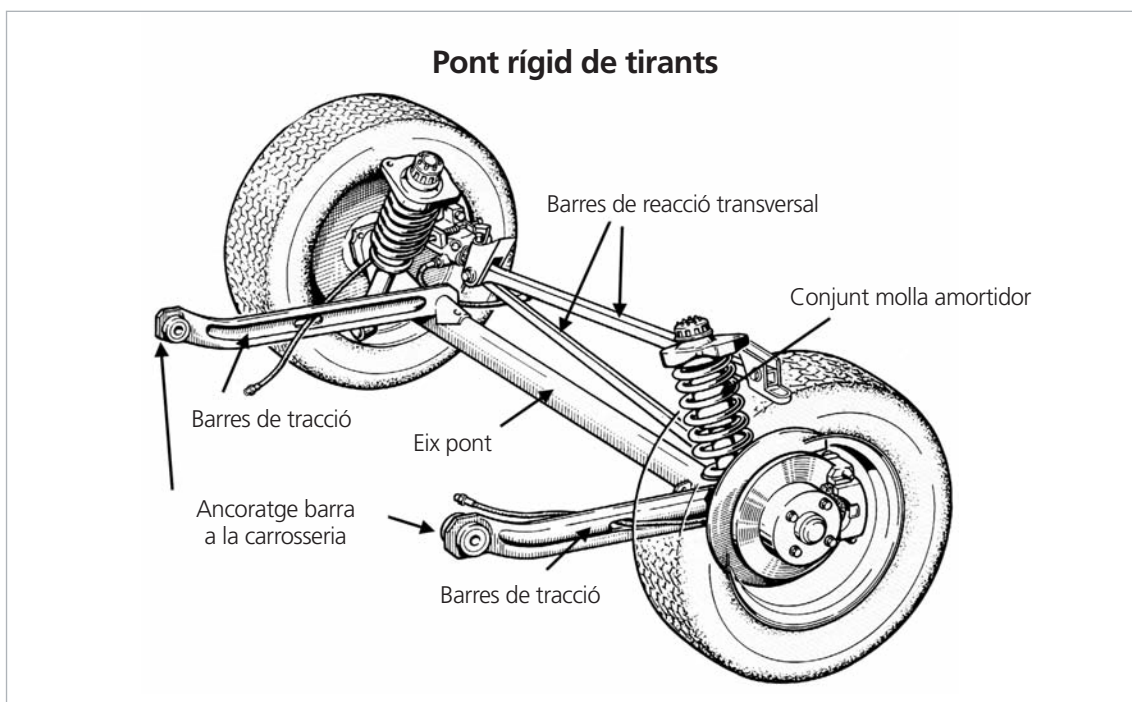


Fig. 10.8

Suspensions semirígides

Aquestes suspensions es caracteritzen perquè les rodes estan unides entre elles com en l'eix rígid, però transmeten menys les irregularitats rebudes a la resta del vehicle.

Pont semirígid amb corrector de via: Aquest sistema combina al mateix temps la robustesa d'un pont rígid i la sensibilitat d'una suspensió independent.

Els braços (fig. 10.9) formen un únic cos amb l'eix travesser i es fixen al xassís mitjançant dos suports articulats dotats d'un element molt elàstic de material goma-metall. La forma en "V" del perfil del pont és flexible i cedeix a les diferències de nivell entre les rodes, estabilitzant la carrosseria horitzontal a terra.

La missió dels coixinets goma-metall és corregir la via del vehicle en els revolts, de manera que l'adherència dels pneumàtics augmenta i, per tant, millora l'estabilitat posterior del vehicle.

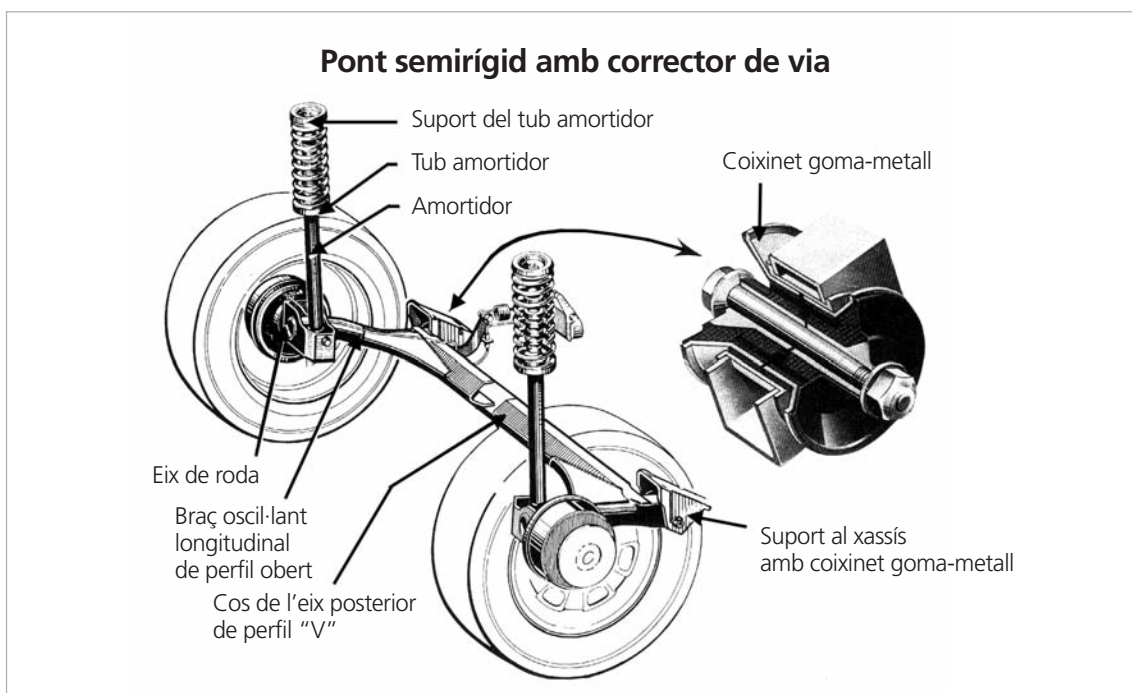


Fig. 10.9

Suspensions independents

La tendència actual dels fabricants de turismes és muntar suspensions independents (fig. 10.10) a les quatre rodes.

Amb aquest tipus de suspensió, en reduir la transmissió de les oscil·lacions del sòl al vehicle i d'una roda a l'altra, es millora l'estabilitat i el confort, aconseguint també un desplaçament menor de la carrosseria.

N'hi ha de tipus diferents: McPherson, Multilink, braços tirats i molles helicoïdals, braços oscil·lants i molles helicoïdals, paral·lelogram deformable, etc.

10.5. Suspensió amb gestió electrònica

La suspensió amb gestió electrònica és pilotada per un ordinador que fa la funció de commutar automàticament les característiques dels amortidors d'un estat suau (confort) a un estat dur

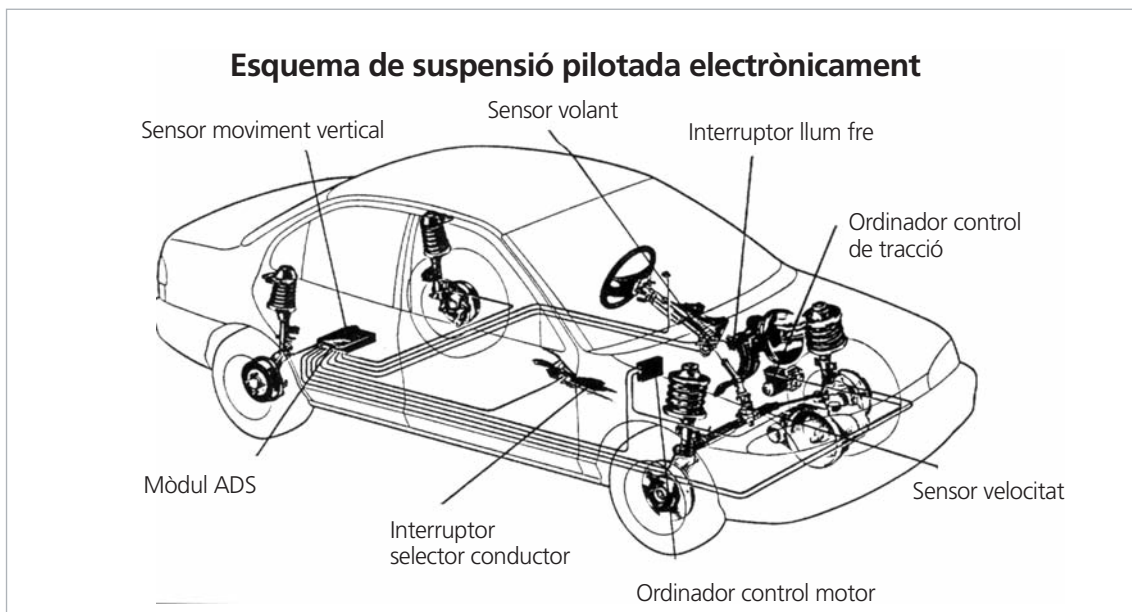


Fig. 10.10

(esportiu) i viceversa, en funció de la informació de diferents captadors implantats al vehicle.

Aquests captadors determinen amb anticipació les acceleracions transversals, longitudinals o verticals del vehicle, per tal de millorar el confort dels passatgers.

La gestió electrònica es fa sobre les dues electrovàlvules amb què van equipats els amortidors, variant el pas de l'oli mitjançant uns potents electroimants que, amb una velocitat de resposta molt gran, modifiquen contínuament la característica de duresa dels amortidors segons les condicions de treball instantànies.

Aquesta modificació permet que la suspensió treballi entre tres tipus d'amortiment:

- Suau o confortable
 - Mitjana o normal
 - Endurida o esportiva
- **Confortable:** Els amortidors es regulen de manera que resultin tous, prioritzant el confort. Per circular per carreteres mal pavimentades sense que es transmetin massa vibracions als passatgers. Només actua l'electrovàlvula que permet un gran pas d'oli; l'altra està tancada.
 - **Normal:** Els amortidors es regulen amb una duresa mitjana, buscant el compromís entre l'estabilitat i el confort. Actua l'altra electrovàlvula.
 - **Esportiva:** Es regulen els amortidors de manera que resultin durs, prioritzant l'estabilitat per sobre de la comoditat. Les dues electrovàlvules estan tancades.

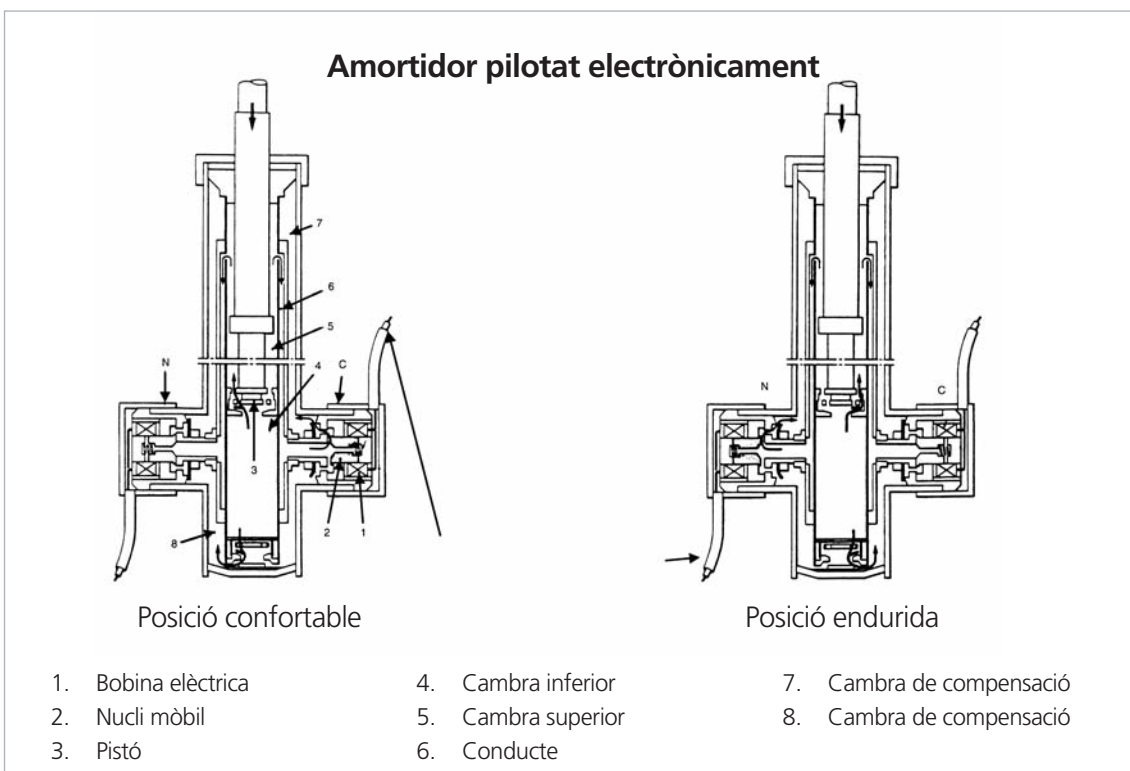


Fig. 10.11

10.6. Missió de la direcció

La direcció té com a missió orientar les rodes directrius amb seguretat i precisió, perquè el vehicle segueixi la trajectòria desitjada pel conductor. Per tant, té una incidència fonamental en el comportament del vehicle.

Per tal que el conductor no hagi de fer un esforç excessiu en l'orientació de les rodes, el vehicle disposa d'un mecanisme desmultiplicador en la transmissió del moviment del volant a les rodes i, en la majoria dels casos, també d'un dispositiu d'assistència.

10.7. Qualitats que ha de reunir la direcció

La direcció ha de complir un seguit de condicions que són imprescindibles per al bon govern del vehicle.

- **Seguretat:** Els mecanismes han de ser fiables i susceptibles d'un manteniment adequat.
- **Suavitat:** S'aconsegueix amb un muntatge precís, una desmultiplicació adequada i un bon manteniment.
- **Precisió:** La direcció no ha de ser gaire dura ni gaire suau i els seus mecanismes s'han de veure lliures de jocs i de desgasts irregulars dels pneumàtics, de pressions inadequades, etc.
- **Irreversibilitat:** Ha de ser insensible a factors externs que repercuteixin sobre el volant.

10.8. Mecanismes i sistemes de direcció

Els mecanismes de comandament de la direcció es poden distribuir en quatre blocs (fig.10.12):

- **Volant:** El volant ha de tenir un disseny ergonòmic, per tal de ser còmode de manejar. Amb el seu radi contribueix a reduir l'esforç que el conductor hi ha d'aplicar, de manera que com més gran sigui, menor serà l'esforç que caldrà fer. Incorpora el dispositiu de seguretat passiva del conductor o coixí de seguretat (airbag).
- **Eix o columna de direcció:** Està format per un arbre articulat que uneix el volant amb el mecanisme de direcció. Va dotat de juntes elàstiques i Cardan per tal que sigui deformable, produint la desviació del volant en cas de col·lisió. En la majoria dels casos permet ajustar el volant en alçada i profunditat per facilitar la conducció.
- **Caixa de direcció:** Transforma el moviment giratori del volant en rectilini transversal al vehicle. Constitueix un mecanisme desmultiplicador del gir del volant i, per tant, multiplicador de l'esforç realitzat sobre ell.
- **Palanques, barres i reenviaments:** Transmeten el moviment des de la caixa de direcció fins a les rodes, constituint el sistema direccional per orientar-les.

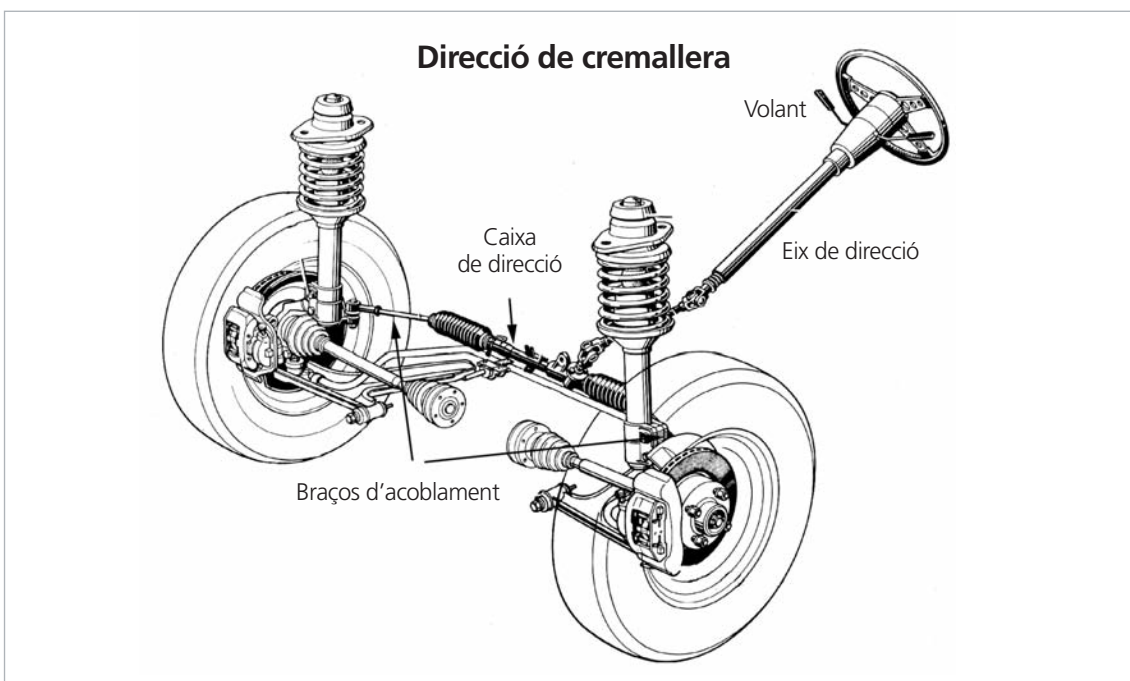


Fig. 10.12

Altres elements, com les ròtules (fig.10.13), han de permetre el moviment en diferents sentits per poder fer els canvis de direcció i el moviment relatiu de la suspensió, a la vegada que aïllen el conductor de les vibracions que repercuteixen a les rodes.

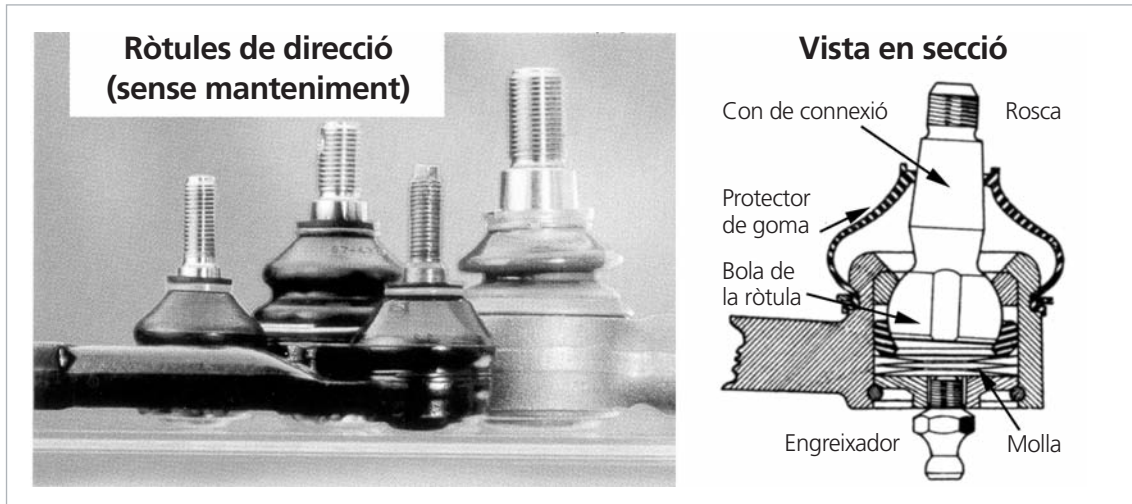


Fig. 10.13

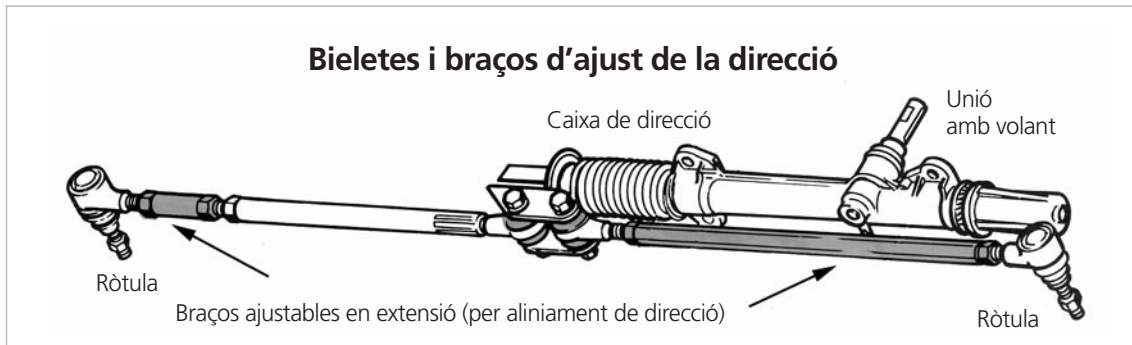


Fig. 10.14

10.9. Caixes de direcció

Segons la forma i els elements utilitzats podem distingir dos tipus principals de mecanismes o caixes de direcció:

- Cargol sense fi.
- Cremallera.

10.9.1. Cargol sense fi

És un mecanisme basat en un cargol sense fi (fig. 10.15), que pot ser cilíndric o globoide, unit a l'eix de direcció per transmetre el gir del volant a un dispositiu de translació que hi engrana. Aquest dispositiu, que pot ser un sector dentat, una femella, un rodet o un dit, transmet el moviment a la palanca d'atac i aquesta a les barres d'acoplament.

10.9.2. Cremallera

Aquest tipus de direcció (fig. 10.16) es caracteritza per la seva senzillesa, tant del mecanisme desmultiplicador com del muntatge en el vehicle, eliminant gran part de la tiranteria direccional. Va unida directament a les barres d'acoblament de les rodes, a través de les bieles de direcció, dotades de ròtules en els extrems per tal de poder regular la convergència. És la més utilitzada en els vehicles de turisme i té un gran rendiment mecànic.

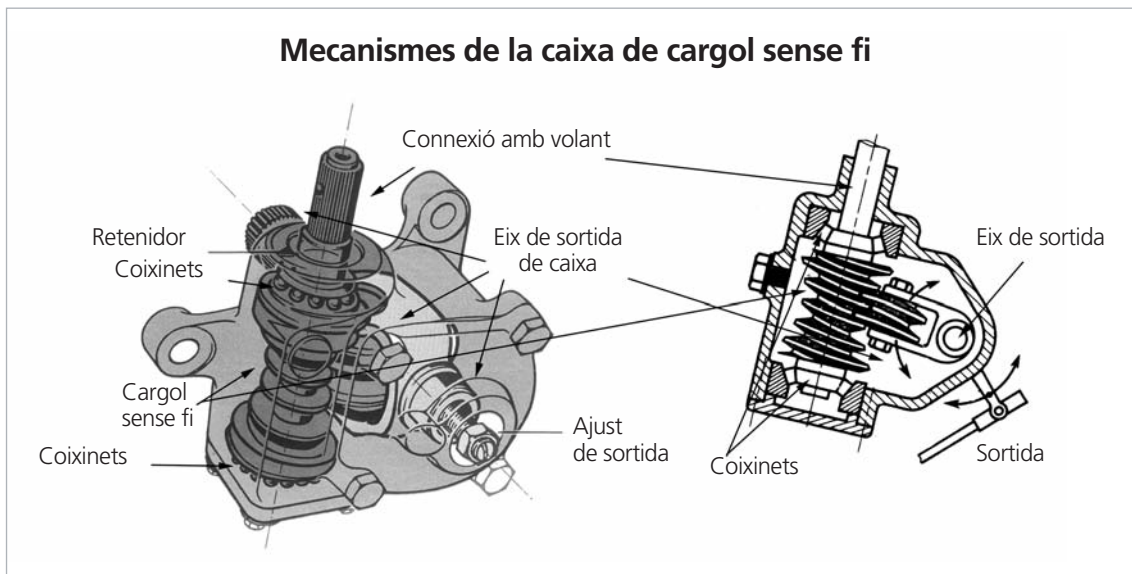


Fig. 10.15

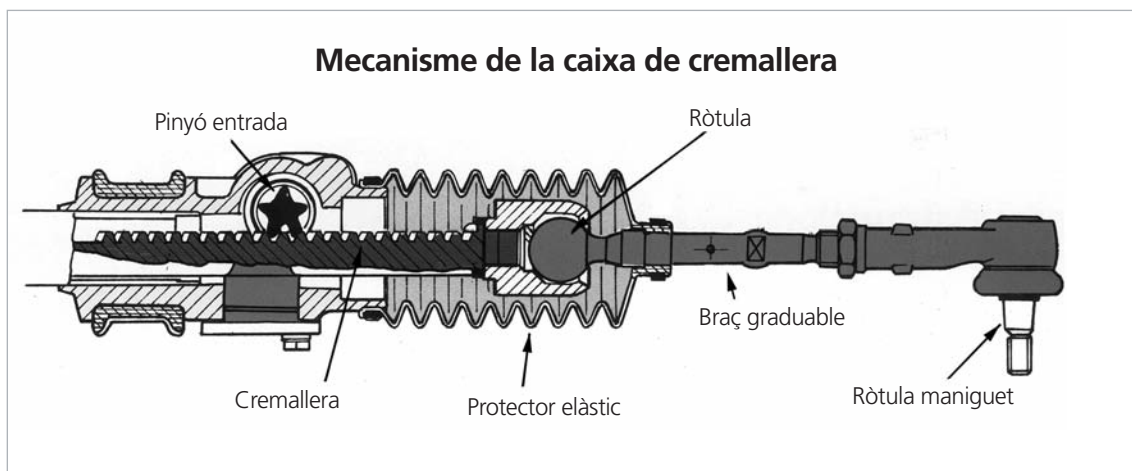


Fig. 10.16

10.10. Direccions assistides

El pes que gravita sobre les rodes directrius, la geometria del tren davanter i el tipus de pneumàtic (cada vegada més ample i de baixa pressió) determinen, en funció de la relació de desmultiplicació del mecanisme de direcció, l'esforç que cal fer sobre el volant per orientar les rodes.

Per tal de fer més suau la conducció i evitar esforços importants sobre el volant, sobretot en el vehicle parat, s'utilitzen mecanismes servoassistits, consistents en afegir un grup d'assistència al sistema de direcció per multiplicar la força exercida sobre el volant.

Aquest mecanisme, que va muntat a la columna de direcció o sobre la caixa de direcció (cargol sense fi o cremallera), generalment és d'accionament hidràulic, tot i que l'assistència pot ser també elèctrica o pneumàtica.

Es disposa també en molts casos d'assistència variable, de manera que a baixes velocitats i en maniobres d'aparcament, l'assistència és gran per poder orientar les rodes amb poc esforç, però a mesura que augmenta la velocitat del vehicle l'assistència va disminuint, augmentant, per tant, la força que ha de fer el conductor, afavorint les maniobres a altes velocitats en millorar la seguretat activa.

10.10.1. Servodirecció de cremallera

En accionar el volant es posiciona la vàlvula distribuïdora, de manera que la bomba proporciona líquid a pressió a un costat o l'altre del pistó d'assistència, en funció del gir del volant en un sentit o altre, ajudant així al moviment de la direcció. La bomba de pressió d'oli és capaç de proporcionar un cabal de 10 litres per minut i una pressió de treball prop dels 100 bars.

La servodirecció de cargol sense fi actua de manera molt similar.

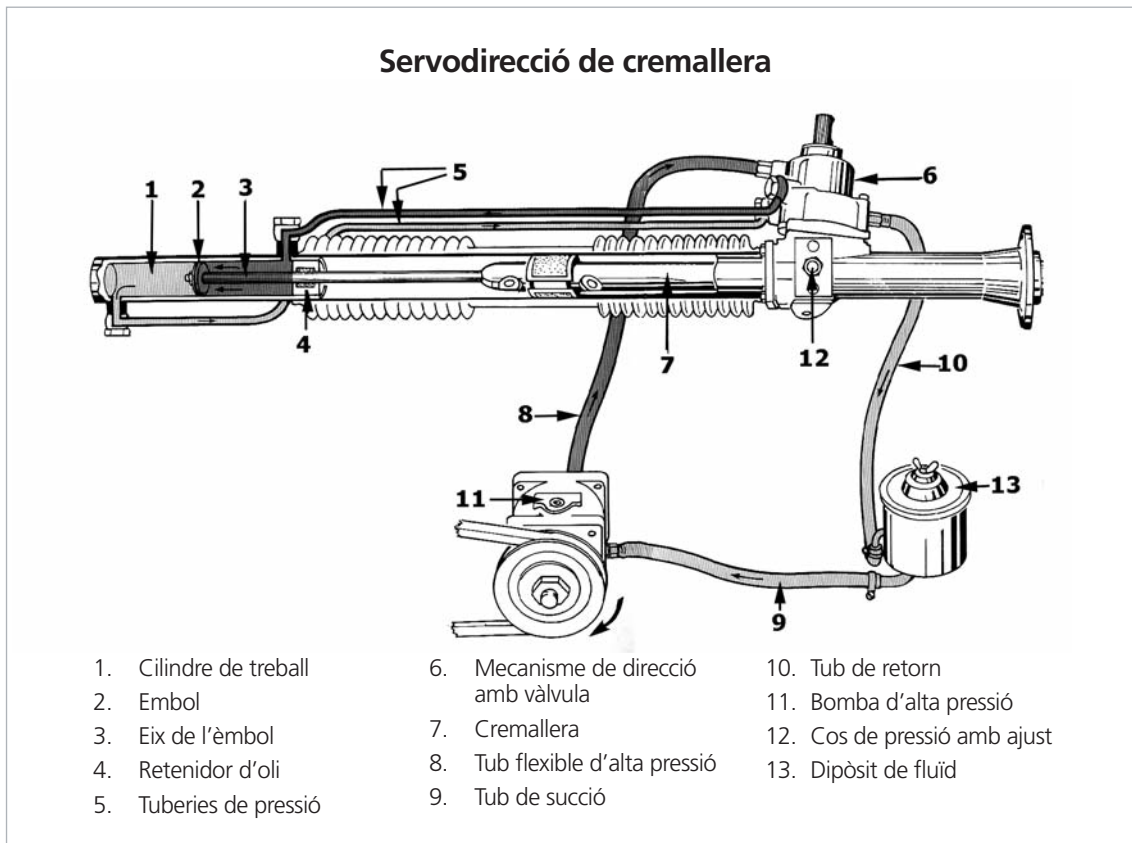


Fig. 10.17

10.10.2. Direcció d'assistència variable

És una evolució de la direcció assistida gràcies a l'aplicació de l'electrònica. Fa variar la força d'assistència aplicada en funció de la velocitat, de manera que l'assistència disminueix en augmentar la velocitat, proporcionant més sensibilitat en el volant i, per tant, un millor control.

- **Assistència hidràulica variable:** funciona mitjançant un regulador hidràulic de cabal intercalat al circuit i comandat per un motor elèctric governat electrònicament.
- **Direcció assistida elèctricament:** disposa d'un motor elèctric, muntat sobre la columna de direcció o directament sobre la caixa de direcció, que se suma en esforç al gir d'aquesta. El motor elèctric produeix un parell d'assistència variable en funció de l'esforç exercit pel conductor sobre el volant i la velocitat del vehicle. Aquestes dues magnituds físiques són mesurades respectivament pel captador de parell de gir i el captador de velocitat (fig.10.18).

El captador de parell de gir és un captador potenciomètric que transforma el gir d'una barra de torsió en un moviment rectilini, que pot ser mesurat pel potenciómetre. A partir d'aquí, el calculador determina el parell i alimenta en conseqüència el motor elèctric.



Fig. 10.18

10.11. Geometria de la direcció

S'entén per geometria de la direcció la condició geomètrica que han de complir tots els òrgans que afecten la direcció (elements de comandament, pneumàtics i suspensió) i que determina la posició de les rodes sobre el terra, en qualsevol tipus de trajectòria.

10.11.1. Geometria de gir

Perquè un vehicle pugui descriure una trajectòria curvilínia correcta s'ha de complir la condició geomètrica que totes les rodes, en qualsevol posició, tinguin un mateix centre de rotació, anomenat centre instantani de gir (principi d'Ackerman (fig.10.19)).

Això s'aconsegueix donant a les bieletes de comandament una inclinació tal que, circulant en línia recta, la prolongació dels seus eixos es trobin en el centre de l'eix del darrere (trapezi de Jeantaud, fig. 10.19). D'aquesta manera, en agafar un revolt, els eixos de les rodes coincideixen en un mateix centre, situat en la prolongació de l'eix del darrere.

Per tant, per a una determinada trajectòria, el mecanisme de direcció ha de proporcionar angles de gir diferents per a les rodes davanteres, essent sempre més gran l'angle de la roda interior que el de l'exterior.

La distància entre pivots o via i la distància entre eixos o batalla determinen una de les característiques de la direcció, com és el radi de gir.

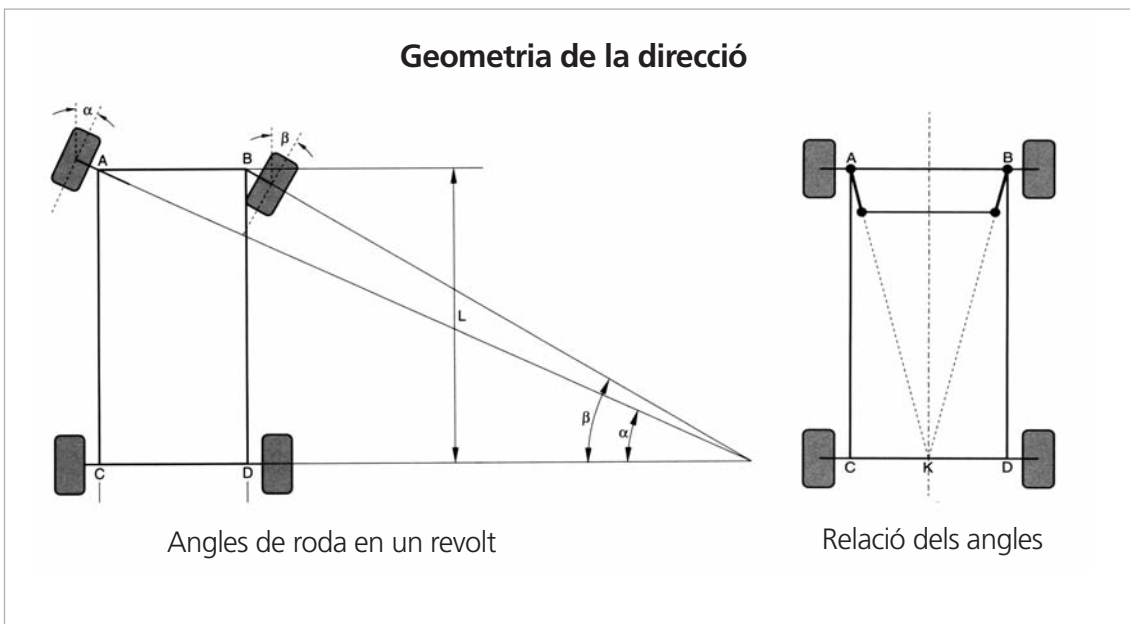


Fig. 10.19

10.11.2. Geometria de les rodes

Per tal que el funcionament del sistema sigui l'adequat, cal que les rodes directrius compleixin unes condicions geomètriques determinades, anomenades cotes de direcció, a través de les quals s'aconsegueix que les rodes s'orientin fàcilment, sense que les irregularitats del terreny n'afectin la direccionalitat, de manera que en resulta una direcció còmoda i segura.

Les cotes que determinen la geometria de la direcció són les següents:

- Angle de sortida
- Angle de caiguda
- Angle d'avangç
- Convergència i divergència

Angle de sortida

És l'angle que forma la prolongació de l'eix del pivot sobre el qual gira la roda per orientar-se, amb la prolongació de l'eix vertical que passa pel centre de contacte del pneumàtic amb el terra.

Segons el punt d'intersecció de l'eix de gir i la roda (fig. 10.20), l'angle de sortida pot ser:

- **Sortida positiva:** Quan la intersecció de l'eix de gir de la roda amb el terra **B** queda a l'interior del punt de pas de la roda **A**.
- **Sortida negativa:** Quan la intersecció de l'eix de gir de la roda amb el terra **A** queda a l'exterior del punt de pas de la roda **B**.

L'angle de sortida facilita el retorn de la direcció a la posició de marxa en línia recta, ja que la inclinació del pivot obliga a aixecar la carrosseria durant el gir. En deixar anar el volant i, per tant, desaparèixer la causa que produïa aquest efecte, el pes de la carrosseria actua fent que les rodes recuperin la posició de línia recta.

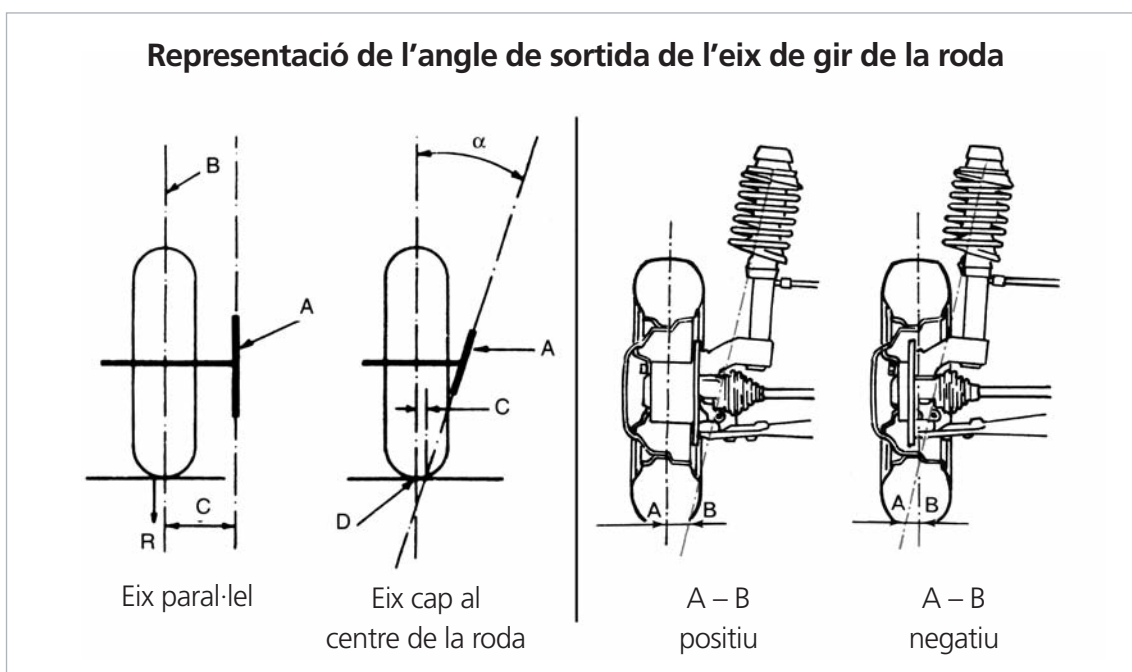


Fig. 10.20

Angle de caiguda

És l'angle que forma la prolongació de l'eix de simetria de la roda amb l'eix vertical que passa pel centre del punt de contacte de la roda amb el terra.

S'aconsegueix donant a l'eix del maniguet una certa inclinació respecte a l'horitzontal (fig. 10.21).

Angle d'avanç

S'anomena així l'angle que forma la prolongació de l'eix del pivot amb l'eix vertical que passa pel centre de la roda, en el sentit d'avanç.

L'objectiu d'aquest angle és que la prolongació de l'eix del pivot estigui a la intersecció amb el sòl, per davant del centre de la superfície de contacte del pneumàtic, i que provoqui un efecte de remolc de les rodes conservant-les orientades cap al sentit de marxa (fig. 10.22).

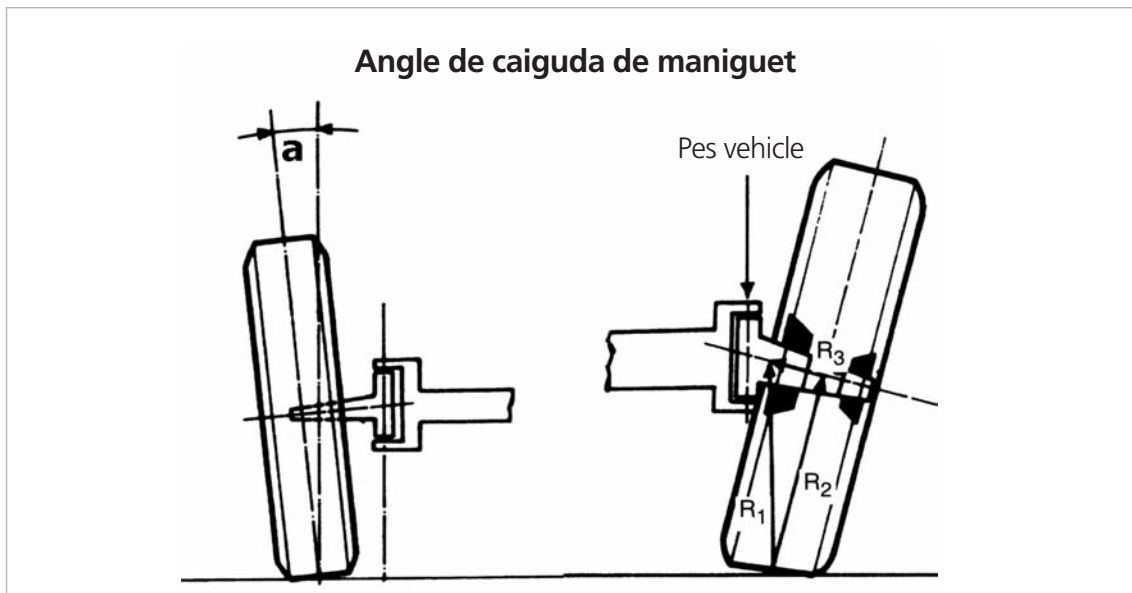


Fig. 10.21

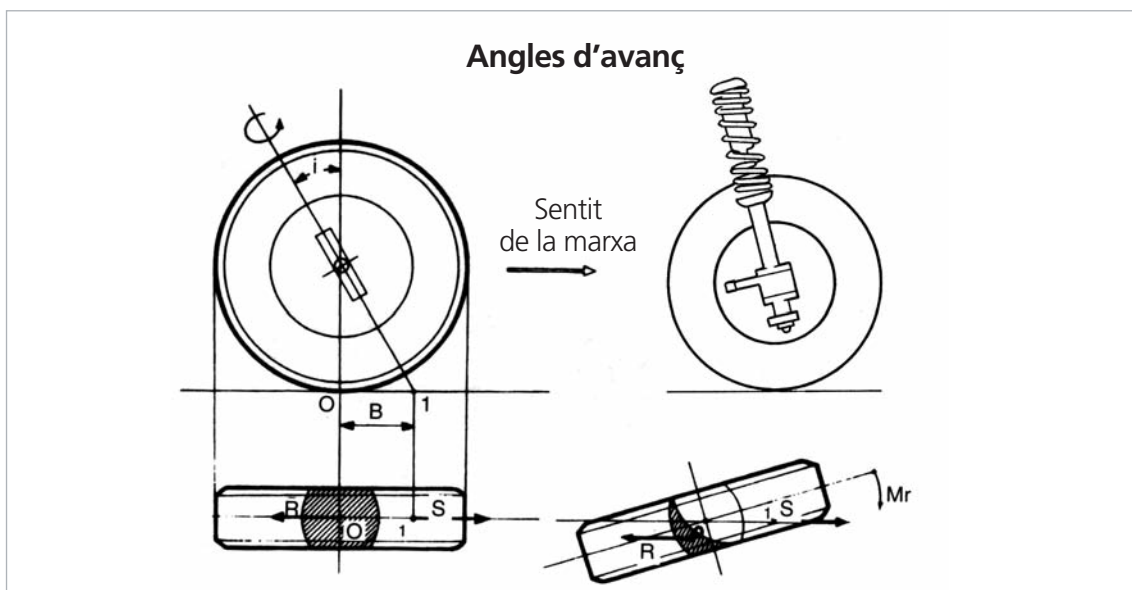


Fig. 10.22

Convergència i divergència

És la diferència de distància mesurada entre la part davantera i de darrere de les rodes d'un mateix eix en sentit de marxa, a dos punts diametralment oposats de la llanda i a l'altura del centre de la roda (fig.10.23). Les diferències poden ser de dos tipus.

- **Convergència:** Quan la mesura davantera és menor que la del darrere o, dit d'una altra manera, si $A > A'$ respecte a la paral·lela a **C**.
- **Divergència:** Quan la mesura davantera és major que la del darrere o, dit d'una altra manera, si $A < A'$ respecte a la paral·lela a **C**.

Quan la distància entre les dues mesures és igual ($B=B'$), es diu que la convergència és zero (**0**). La convergència la determinen els fabricants per compensar els efectes dinàmics del moviment del vehicle en matèria de suspensions, forces del motor sobre les rodes i resistència a l'avanç, de manera que, en funcionament normal, les rodes tendeixin a circular de la manera més paral·lela possible entre elles.

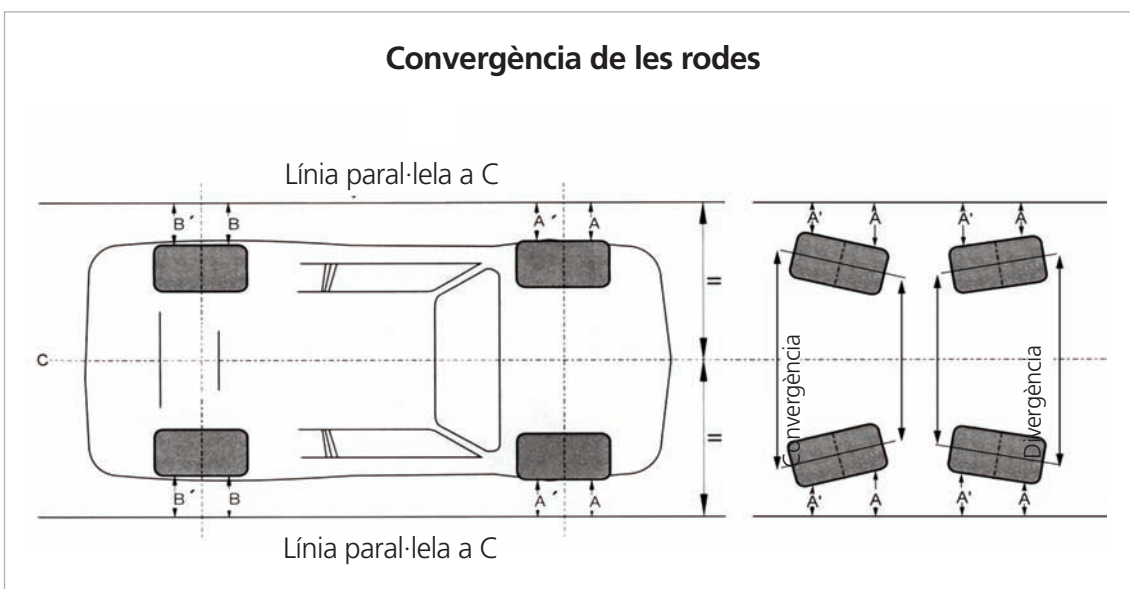


Fig. 10.23

10.12 Activitats

10.12.1 Activitats de millora de la informació.

Activitat 1

Completa aquest quadre:

Aspectes del sistema de suspensió del meu vehicle	Risc	Principals comportaments de seguretat
Principi de funcionament de la suspensió	Manca d'elasticitat i amortiment. Duresa. Manca d'adherència	Domini dels problemes dels amortidors amb la reducció de velocitat. Manteniment
Elements i mecanismes de la conducció	Nota les irregularitats del terreny. Massa còmode. Manca de contacte amb el sòl	1. 2. Control de velocitat a les limitacions de la suspensió
Sistemes de suspensió convencionals i sistemes especials	Possible duresa i manca adherència dels convencionals	1. Manteniment, elecció. 2.
Suspensions actives de gestió electrònica	Menys riscos. Possible efecte rebot. Sentir-se segur i córrer més.	Autocontrol de la velocitat

Activitat 2

Completa aquest quadre:

Aspectes del sistema de direcció dels vehicles	Risc	Principals comportaments de seguretat
Principi de funcionament de la direcció	Pèrdua adherència del sòl	
Diferents sistemes de direcció. 1. Per cargol sense fi. 2. De cremallera	1. Joc de la direcció i desmultiplicació inadequada. 2. Menys problemes 3.	1. Revisió i manteniment. 2. Escollir si és possible la de cremallera. 3.
Diferents sistemes de direcció assistida	Pèrdua de la direcció assistida: a) amb el motor aturat b) sense alimentació elèctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptar-se al tipus de direcció assistida del vehicle. • No compensar la facilitat de gir amb l'increment de velocitat
Cotes de direcció	Pèrdua del contacte permanent de les rodes al ferm	Conèixer les limitacions de la direcció i tenir control de la velocitat

10.12.2. Activitats de millora de les destreses i emocions

Activitat 1

Confecciona un dossier on es descriguin les principals activitats que ha de fer un preconductor amb relació als sistemes de suspensió.

Activitat 2

Pràctiques de conducció per vies amb irregularitats per aprendre a trobar la velocitat ideal per tal que els sistemes de suspensió siguin segurs.

Activitat 3

Presentació de testimonis. Conductors que han patit un accident degut a problemes amb els sistemes de suspensió.

Activitat 4

Confecciona un dossier on constin les principals activitats que ha de fer el preconductor en relació als sistemes de direcció.

Activitat 5

Descriu un conjunt d'activitats relacionades amb les pràctiques de millora de les destreses amb la direcció del vehicle del preconductor.

Activitat 6

Contacta amb persones que hagin patit les conseqüències d'un accident degut a problemes o al mal ús de la direcció del vehicle.

10.12.3. Nivell de sortida

Activitat 1

Adapta aquest qüestionari a la tipologia de preconductors.

Qüestionari

1. Escolliria un vehicle amb un tipus de suspensió que em permetés mantenir un equilibri entre la comoditat, l'activitat de la conducció i la seguretat.
 - a. Gens
 - b. Poc
 - c. Bastant
 - d. Totalment

2. En cas que hagués d'escollir, m'estimaria més una suspensió que mantingués més l'adherència de les rodes a la via que la comoditat durant la conducció.
 - a. Gens
 - b. Poc
 - c. Bastant
 - d. Totalment

3. Crec que m'agradarà conèixer les funcions de les ballestes, molles helicoides, barres de torsió i amortidors.
 - a. Gens
 - b. Poc
 - c. Bastant
 - d. Totalment

4. M'agradaria aprendre com amb el control de la velocitat puc conduir amb seguretat tant amb els sistemes de suspensió convencionals com amb els sistemes especials.
 - a. Gens
 - b. Poc
 - c. Bastant
 - d. Totalment

5. Si conduís un vehicle amb suspensió activa de gestió electrònica o amortidor pilotat elèctricament, aniria a més velocitat.
- a. Gens
 - b. Poc
 - c. Bastant
 - d. Totalment

Interpretació

a = 1 b = 2 c = 3 d = 4

Més de 17 punts, alt nivell de seguretat.

Entre 11 i 17 punts, nivell normal alt de seguretat.

Entre 6 i 10 punts, nivell normal baix de seguretat.

Menys de 6 punts, baix nivell de seguretat.

Compara els resultats obtinguts amb els de la situació d'entrada i analitza'n els canvis.

Activitat 2

Adapta aquest qüestionari als tipus de direcció dels vehicles dels preconductors.

Qüestionari

1. Quan conduïxi tindrà present que amb el sistema de direcció puc circular amb seguretat per la via, segons el trànsit i el clima.
 - a. Gens
 - b. Poc
 - c. Bastant
 - d. Totalment

2. Tindrà present que el sistema de direcció resol diferents angles de roda als revolts, sempre que s'agafi el revolt amb la velocitat adequada.
 - a. Gens
 - b. Poc
 - c. Bastant
 - d. Totalment

3. Crec que amb el control de la velocitat adequada podré conduir amb seguretat amb tots els diferents sistemes de direcció.
 - a. Gens
 - b. Poc
 - c. Bastant
 - d. Totalment

4. Penso que aniré a més velocitat als revolts amb els sistemes de direcció assistida.
 - a. Totalment d'acord
 - b. Bastant d'acord
 - c. Bastant en desacord
 - d. Totalment en desacord

5. Crec que m'agradarà conèixer quan les cotes de la direcció són correctes per aconseguir el contacte permanent de les rodes amb totes les condicions de gir.
- a. Gens
 - b. Poc
 - c. Bastant
 - d. Totalment

Interpretació

a = 1 b = 2 c = 3 d = 4

Més de 17 punts, alt nivell de seguretat.

Entre 11 i 17 punts, nivell normal alt de seguretat.

Entre 6 i 10 punts, nivell normal baix de seguretat.

Menys de 6 punts, baix nivell de seguretat.