

(19) Országkód:

**HU**



**MAGYAR  
KÖZTÁRSASÁG  
ORSZÁGOS  
TALÁLMÁNYI  
HIVATAL**

# SZABADALMI LEÍRÁS

(11) Lajstromszám:

**211 405 B**

(21) A bejelentés ügyszám: 7506/90  
(22) A bejelentés napja: 1990. 10. 05.  
(30) Elsőbbségi adatok:  
89/13240 1989. 10. 05. FR  
(86) Nemzetközi bejelentési szám: PCT/FR 90/00715  
(87) Nemzetközi közzétételi szám: WO 91/04876

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

**B 60 G 11/32**  
B 60 G 17/00  
B 60 G 15/06

(40) A közzététel napja: 1993. 12. 28.  
(45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi  
Közlönyben: 1995. 11. 28.

(72) Feltaláló:

Bianchi, Mauro, La Garde Freinet (FR)

(73) Szabadalmas:

Mauro Bianchi S.A., Puteaux (FR)

(74) Képviselő:

DANUBIA Szabadalmi és Védjegy Iroda Kft.,  
Budapest

(54)

## Járműkerék-felfüggesztés

(57) KIVONAT

A találmány tárgya járműkerék-felfüggesztés, több, adott esetben egymással szemben felszerelt rugalmas elemmel, rugóval (R10) vagy egyetlen rugalmas elemmel, amelyhez rugóval (R10) legalább egy, ezen rugalmas elem működését egyetlen szakaszára korlátozó ütköző (A2) van hozzárendelve, ahol a felfüggesztés a járműkerék normál üzemhelyzetéhez képesti két ellentétes irányú teljes kitérésekor két különböző rugózási

merevséggel rendelkezik és ahol a két rugózási merevség közötti töréspont a felfüggesztés normál üzemhelyzetének tartományába esik.

A találmány lényege az, hogy a normál üzemhelyzet és a kerék lefüggő helyzete közötti rugózási merevség legalább háromszor nagyobb, mint a kerék fel-ütközési véghelyzetig való besüllyedésekor jelentkező rugózási merevség.

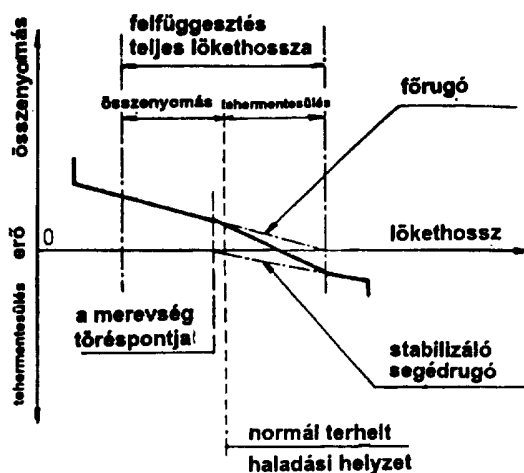


Fig.5

A leírás terjedelme: 20 oldal (ezen belül 11 lap ábra)

**HU 211 405 B**

A találmány tárgya dinamikusan változó rugózási rugalmasságú vagy merevségű járműkerék-felfüggesztés, ahol a felfüggesztés rugalmasságát a kerekek besüllyedésének tartományban, vagyis a normál üzemhelyzettől a felütközési véghelyzetig terjedő tartományban, míg a felfüggesztés merevségét a normál üzemhelyzettől a kerék lefüggő helyzetéig (vagy a kirugózás-határolóig) növeljük.

A jelenlegi technikai szint ezen a területen különféle szabadalmak által határozható meg. Ezen szabadalmak mindegyike olyan eszközöket ismertet, amelyek a rugalmasságot vagy a merevséget a jármű terhelésének függvényében változtatják. Más szabadalmak fekvéskorrigálókat ismertetnek. Ezeknél a szabadalmaknál energia hatására olyan mechanizmusok végeznek beavatkozást, amelyek a terhelés függvényében módosítják a merevséget vagy a rugalmasságot. Néhány szabadalomnál a merevség vagy a rugalmasság az alkalmazott vezetési stílus megválasztásának függvényében változik (pl. sportos vezetési stílus, higgadt vezetési stílus, stb.). Energiabevitelrel a rugalmas elemek rugalmassága különböző érzékelők (irány-fekvés, sebességérzékelők, stb.) által mért értékek függvényében változtatható. A rugalmasság vagy a merevség változása kihat a felfüggesztés teljes lökethosszára.

Az esetek túlnyomó többségében az autók felfüggesztése egy „rugó + lengéscsillapító” együttesből áll, amely a járműkerék szintjén egy felfüggesztési erőt vált ki, amely erő folyamatosan nő a felfüggesztés összenyomódásával. Másként kifejezve, a merevség vagy rugalmasság állandó (merevség =  $\Delta F$  osztva  $\Delta L$ -lel, vagyis erőváltozás osztva a hosszúság-változással), tekintet nélkül az alkalmazott rugóra (a rugalmas elem lehet fémanyagú tekercsrugó, torziós laprugó, pneumatikus rugó, stb.).

Mindazonáltal léteznek olyan felfüggesztések, amelyekben ez a merevség magától változik a járműkerék lengési kitérésével. Ezek az úgynevezett változó rugalmasságú felfüggesztések és az összes ilyen eddig ismert felfüggesztésnél növekszik a merevség, ha nő a járműkerékre ható terhelés; ez a merevség-növekedés arra szolgál, hogy hatékonyabban biztosítsa a jármű „megnövekedett” tömegének a kézbe tartását. Ezt többféle módon lehet elérni:

– a legrégebbi (laprugós) rendszer szerint a rugólapok görbületét úgy lehet kialakítani, hogy az egymás utáni rugólapok egyre hatékonyabban lépjenek működésbe;

– egy csavarrugónál az előbbihez hasonló szellemben, a menetemelkedés egyre nagyobb lehet, hogy a menetek egymás után hézagmentesen illeszkedjenek egymáshoz az összenyomás során;

– egy csavarrugónál lehetnek különböző tartományok, egyenként azonos, de szakaszonként különböző mértékű menetemelkedéssel. Az első rész a menetek hézagmentes egymáshoz illeszkedéséig nyomódik össze, ugyanakkor ezt követően már csak a második rész nyomható össze, ami két egymást követő merevséget hoz létre, ahol a legnagyobb merevség az összenyomás végén jelentkezik;

– kinematikai előterheléssel szintén lehet változtatni a merevséget a kerekek szintjén, mégpedig változtatva az áttételt a rugóhoz képest,

– egy oleo-pneumatikus felfüggesztésnél a gáztérfogató egyre csökken a rugalmas elem nyomótartályában, ami ezen térfogató egyre hirtelenebb változását idézi elő, amitől nő a merevség.

Ezekben a különböző jól ismert példákban a merevség mindig nő a felfüggesztés összenyomódásával. Ez a merevség-növekedés általában progresszív, vagyis egyre nagyobb.

A technika állását a következő szabadalmakkal lehet legjobban jellemezni: Az 1 349 851 sz. francia szabadalmi leírásból ismert egy mobil gép felfüggesztése, amely egy vagy több, szokásos deformálható elemekből, mint például rugókból álló alkatrészt vagy más, szükség szerint kiegészített és csillapított egységeket tartalmaz, amelyek rugalmas szálaik, anyagaik vagy közegeik összehúzódnása vagy kitágulása vagy csavarodása révén működnek, és úgy vannak elrendezve, hogy

– megnyúlásaik és ennek megfelelő terheléseik különbözőhetnek az egymást követő expanzióktól, melyek előre meghatározottnak tekinthetők adott terheléshatáron belül vagy egy adott esetleges túlterhelés felett;

– ezen rugalmas alkatrészek együttműködése lehetővé teszi, hogy ezen alkatrészek valamelyikére ható bármely akadály a gép arezonanciáját váltsa ki ezen akadály alatt és, hogy ki lehessen használni több alkatrészt, vagyis az alkatrészek együttesének rugalmasságát ahhoz, hogy ezeket a beállításokat és kapcsolódásokat fenn lehessen tartani a túlterhelés vagy egy adott nyugalmi teherelés által meghatározott határok között, nevezetesen a gép egy a talajhoz (vagy a mozgató síkjához) viszonyított állandó helyzetében.

Ez a szabadalom minden erőfeszítését arra koncentrálna, hogy arezonanciát biztosítson. Semmit nem ismert az azonban, de még csak nem is sejtet a különböző merevségű tartományok elhelyezkedésével és értékeivel kapcsolatban.

A 3 559 976 sz. USA-beli szabadalmi leírás olyan több rugóból álló egységet ismertet, amely lehetővé teszi többféle merevség létrehozását. A rugók sorba kötve vannak felszerelve és ugyanabban az irányban működnek. Egy bizonyos lökethosszon túl a teherelés növekedése során, egy-egy rugó kiiktatásra kerül.

Ez a működésmód teljesen elérő a találmány szerinti megoldástól.

Az 1 212 305 sz. francia szabadalmi leírás lengéscsillapító olyan továbbfejlesztésére vonatkozik, amely megoldásra mindenképp két rugó alkalmazása jellemző, egyik a megtámasztásra, másik pedig a vízszahatás biztosítására, mégpedig oly módon, hogy az egység karakterisztikája ne legyen lineáris és a vibrációval szembeni ellenállás annak amplitúdójával együtt növekedjék. A teherelés alkalmazásakor lényeges, hogy az átellenben működő rugó ne összenyomott állapotban legyen, hanem olyan állapotban, amely egyre nagyobb ellenállást tud kifejteni a dinamikus hajlítással szemben, következésképpen az őt összenyomó vibrációs erők hatása ellen.

Az arezonancia koncepciója ideálisnak tűnik ebben a szerelési összeállításban, ami azonban elsősorban nem járműfelfüggesztés, hanem rugalmas ütközők létrehozására szolgál kompresszorok vagy rögzített helyzetű gépek mechanizmusának a megóvására, ahol az elnyelendő mozgások állandó vagy növekvően változó frekvenciájúak. A merevség tehát gyorsan és szimmetrikusan nő a statikai egyensúlypont körül, „elnyomva” mindenféle, a tömeg elmozdulásából eredő hatást (például a mosógép hiányos kitöltéséből származó kiegyensúlyozatlanságot).

A 809 336 sz. francia szabadalmi leírás egy torziós felfüggesztést ismertet, főként lengő féltengelyek számára, amely megoldást az alábbi jellemzők jellemzik, egyenként vagy egymással kombinálva:

1. A torziós rúd hosszának egy része kiiktatható a működésből és csak ezen hossz maradéka működik rugóként;

2. A torziós rúd mentén egy megfelelő ponton egy kar van felerősítve, amely az elcsavarodás során felfekszik egy ütközőre, amelynek a kához képesti helyzete tetszés szerint változtatható;

3. Az ütköző egy forgatható, nem kör alakú tárcsaként van kialakítva, amelynek a kerületén fekszik fel a torziós rúd karja;

4. A tárcsa kerületén lépcsők vannak kialakítva, amelyek meghatározzák a torziós rúd karjának különböző forgatási helyzeteit.

Ez a működésmód teljesen különböző a találmány szerinti felfüggesztéstől, mivel ez ismét a járműre ható terhelés növekedése során bekövetkező merevség-növekedés klasszikus elvén alapszik (a változó rugalmasságú klasszikus felfüggesztés elve).

Az 522 734 sz. belga szabadalmi leírásban ismertetett találmány újdonsága abban van, hogy egy kamra vagy egy kisnyomású tér van a lengéscsillapító dugattyúja felett elrendezve és, hogy a kiegyenlítő kamra közvetlenül az olajsínt felett kezdődik. Ezen elrendezésnek megfelelően a nagynyomású tér a dugattyú alatt helyezkedik el és lefelé a dugattyúrúd vezetékai és tömítései által van határolva. Ez azt eredményezi, hogy szemben az ismert hidraulikus lengéscsillapító rendszerekkel, a nagynyomású térre a lengéscsillapító folyadékának csekély mértékű veszteségei, például olajvesztései, amelyek egyébként rögtön zavart okoznak a működésben, nincsenek befolyással, és ennek eredményeként a nagynyomású löket, mint a lengéscsillapító fő funkciója, megtartja teljes munkakapacitását, még olajvesztések esetén is.

Ennél a megoldásnál mindenekelőtt motorkerékpárok felfüggesztésének lengéscsillapítójáról van szó. A (tiszán hidraulikus) lengéscsillapító rész köré felszerelt rugó itt két különböző merevségű rugó által van helyettesítve, mégpedig oly módon, hogy „növekvő keménységet” lehessen elérni a felfüggesztés összelapulásának elkerülése érdekében. Itt tehát megintcsak egy „változó rugalmasságú klasszikus felfüggesztés” egyik változatáról van szó. Egy magában a lengéscsillapítóban elrendezett kis rugó szolgál a tehermentesítési (kirugózó) mozgás végének tompítására.

Végül a 2 043 512 számú német közrebocsátási irat egy rugalmas rendszert ismertet önjáró járművek számára, egymás mögött elrendezett rugókkal, amelyek alátámasztják a karosszériát, valamint egy reteszszelő szerkezettel egy vagy több rugó megakasztására a karosszériához képest, ahol egy a karosszéria tömegének lengésssebességét mérő érzékelő van felszerelve a reteszszelő szerkezet működtetésére, amely periodikusan „megnyitja” a reteszszelő szerkezetet, amikor a lengésssebesség értéke eléri a nulla értéket (vagyis a lengésátfordulási pontját) és lezárja két rugó fél lengése után, amely rugók között a megakasztó szerkezet hatása jelentkezik, és amely megoldásra az jellemző, hogy a rugalmas oleopneumatikus elemek formájában kialakított rugók hidraulikus részes hidraulikus csatlakozók által vannak egymással összekötve, és hogy a reteszszelő szerkezet folyadékáramlást lezáró vagy szabaddá tevő szelepek kombinációjából áll vagy pedig egy a hidraulikus rész nyomás alatti kamrájában szabadon lebegő reteszszelhető dugattyút tartalmaz.

A rugalmas (hidropneumatikus) elemek nem egymással szemben vannak felszerelve, hanem „egymás mögött” (vagy párhuzamosan) vannak elrendezve. Itt a merevség-változást a rugalmas elemek egyikének semlegesítése révén érik el, ami egy karosszéria lengésssebességét mérő érzékelőtől jövő információ alapján következik be.

A jelen találmány szerinti megoldás újszerűsége a korábbi megoldásokhoz képest abban van, hogy a jármű normál üzemi állapotában illetve ehhez közel a merevség maximális; pontosabban szólva végig ilyen a „lefüggő kerekek” állapotából kiindulva körülbelül a „normális üzemi helyzet” állapotig. Ez a maximális merevség lehetővé teszi, akár csak a sport- és versenykocsiknál, a jármű fekvésének igen jó kézbe tartását, mialatt a jármű vízszintesen fellépő hosszirányú és keresztirányú gyorsulásoknak van kitéve a fékek, gyorsítások, valamint a kanyarvételek során. Azonban a sportkocsikkal ellentétben, a jelen találmány szerinti felfüggesztés ezt az eredményt anélkül biztosítja, hogy ez a kényelem rovására menne, mivel a keréknek valamely útfelületen levő kiemelkedésen, bukkanón való áthaladásakor a felfüggesztés löketének azon a szakaszán nyomódik össze, amelyen a merevség a leggyengébb. A csatolt rajzokon látható jelleggörbék jól mutatják a találmány szerinti rendszer merevségi profiljának alapvető különbségét valamennyi más ismert rendszeréhez képest.

A legnagyobb rugózási merevséget tehát a „normál üzemi helyzet” és a „kerekek lefüggő helyzete” között hozzuk létre, ahol a legnagyobb merevség értékének legalább háromszor akkora kell lennie, mint amekkora a kerék felütkezés-határolóig való besüllyedése során jelentkező merevségi érték.

Egyetlen rugalmas elem (rugó) esetén célszerűen egy közbelső ütközőt vagy rugótányért alkalmazunk a rugó meghatározott helyén, hogy kétféle meredekségű merevségi jelleggörbét kapjunk. Az ütköző vagy ütközők egy a normál üzemi helyzethez közel eső helyzet esetén érintkezésbe vannak hozva, miáltal ezen hely-

zetből kiindulva, a felfüggesztés teljes összenyomódásakor az ütközők szétválnak és a rugó egésze megfeszül; ugyanakkor a tehermentesülési kirugózás során egy ütköző közbeiktatása révén a működést az említett rugó egy rövidebb szakaszára korlátozzuk.

Egyetlen rugó alkalmazása esetén célszerű, ha a rugó középső meneteinek szintjén egy kitámasztó rugótányér van felszerelve, amely lehetővé teszi a rugó rugótányér feletti rugószakaszának és ugyanezen rugó rugótányér alatti rugószakaszának megkülönböztetését. A rugó felső rugószakasza egy kamrába van zárva és össze van nyomva két támasz között, melyek mind-egyike szilárdan kapcsolódik a jármű alvázához. A rugó alsó rugószakasza ugyanakkor a kitámasztó rugótányér és egy a lengéscsillapító alaptestéhez rögzített másik rugótányér között van elhelyezve, mely alaptest a járműkerék lengéscsillapítójának végéhez kapcsolódik. A rugó ezen alsó rugószakasza biztosítja a jármű alátámasztott fenntartását, miközben felveszi a kerék nyomását és nekitámaszkodik a kitámasztó rugótányérnak, amelyet a rugó felső rugószakaszának összenyomódása által létrejövő nyomás tart a helyén, amely összenyomódás nagyobb, mint az alsó rugószakaszé, amikor a jármű természetes módon támaszkodik a kerékeire.

Abban az esetben, ha a rugalmas elem egy torziós rúd, akkor ezen torziós rúd célszerűen egy ütközővel van ellátva, amely érintkezésbe van hozva egy az alvázhöz erősített ütközővel, mégpedig oly módon, hogy ha a felfüggesztést összenyomjuk, a két ütköző elválik egymástól, aminek következtében a torziós rúd teljes hossza mentén megfeszül. Ha a felfüggesztést tehermentesítjük, a két ütköző érintkezésben marad egymással és a torziós rúd teljes hosszának csak egy szakaszán feszültségmentesül.

A találmány értelmében előnyös lehet, ha az előbbi megoldásnál az alvázon levő ütköző helyzetét a jármű tehelése határozza meg, ami biztosítja a merevségek inflexiós pontjának optimális elhelyezkedését a gördülő jármű fekvéséhez képest, bármilyen is annak terhelési állapota.

Abban az esetben, ha a rugalmas elem egyetlen laprugó, ehhez lealább egy, a laprugó tehermentesülési kirugózásával szemben ható módon elrendezett, kétféle merekségű merevségi jelleggörbét eredményező ütköző van társítva, amely egy vagy több ütköző a jármű normál üzemhelyzetében a laprugóval érintkezésbe hozott helyzetben, a felfüggesztés teljes összenyomódásakor a laprugó teljes hosszának megfeszülését megengedő módon a laprugótól elvált helyzetben, míg a tehermentesülési kirugózásakor a laprugó egy szakaszának felütköztetésével a laprugó működését ezen szakaszra korlátozó módon van elrendezve.

A találmány szerinti felfüggesztés egy másik lehetséges kiviteli alakja értelmében a felfüggesztés egy kettős működésű munkahengert tartalmaz, amelynek felső kamrája egy fő felfüggesztési gömbtartályhoz, míg alsó kamrája egy ellentétesen működő felfüggesztési gömbtartályhoz van csatlakoztatva. Itt egy villamos szelep szabályozza a munkahenger alsó kamrájához csatlakoztatott

felfüggesztési gömbtartály működésbe lépését, amely a fő gömbtartállyal ellentétes erőt vált ki, amely biztosítja a jármű alátámasztott fenntartását.

Célszerű, ha a munkahenger alsó kamrájában uralkodó nyomást folyamatosan szabályozó villamos szelep a jármű működésében megragadható különféle paraméterek függvényében van vezérelve.

A találmány szerinti felfüggesztés egyik lehetséges kiviteli változata két egymással szemben elhelyezett rugalmas elemet tartalmaz, amelyek rugalmasságának összetétele a jármű-felfüggesztés szintjén kétféle merekségű rugalmassági jelleggörbét eredményez. Éppen ezen kétféle merekség elvében van a találmány szerinti rendszer eredetisége és ez az, ami újszerű jelleggel ruházta fel valamennyi eddig ismert és alkalmazott felfüggesztési rendszerhez képest. Míg valamennyi ismert rendszer, amikor a rugalmasság változtathatóságára hivatkozik, olyan felfüggesztési merevséggel rendelkezik, amely nő a felfüggesztés összenyomódásának irányában, a találmány szerinti felfüggesztésnél viszont éppen akkor jelentkezik maximális merevség, amikor a kerék a „lefüggő kerék” helyzetből a „kerék-in levő terhelt jármű”, vagyis a „normál üzemhelyzetel” szomszédos helyzet felé halad; ez a merevség lényegesen lecsökken, ha a járműkeréket ezen „terhelt” helyzetből olyan helyzetbe hozzuk, amelyben hozzá van szorítva a felütközés-határolóhoz.

A találmány szerinti járműkerék-felfüggesztést részletesebben kiviteli példák kapcsán, a csatolt rajz alapján ismertetjük.

A rajzon az 1. ábra egy rugó karakterisztikáját szemlélteti vázlatosan, egy (az összenyomóerő és a hosszúság összefüggését tükröző) jelleggörbével,

a 2. ábra két egymással szabadon szembeállított rugót tüntet fel oldalnézetben, egyrészt külön-külön, kilazult állapotban, másrészt pedig egymással szemben felszerelve és előfeszítve,

a 3. ábra rugalmas elemként egymáshoz hozzárendelt két rugót tüntet fel egymással szemben felszerelve és előfeszítve,

a 4. ábra az egymásnak támaszkodó két rugó két jelleggörbéjének összeillesztett együttesét mutatja grafikus ábrázolásban, ahol a jelleggörbék egyike át van fordítva,

az 5. ábra egy a találmány értelmében kétféle merekséggel rendelkező merevségi jelleggörbét tüntet fel,

a 6. ábra egy találmány szerinti felfüggesztési jelleggörbét mutat, amely az abszcisszán a összenyomó erővel, míg az ordinátán a felütközéshatárolók illetve a kirugózáshatárolók helyzetével arányosan van eltolva,

a 7. ábra az inflexiós pont áthelyeződését szemlélteti a felfüggesztés működésének beállításától függően, amelynek során ez a töréspont a jármű terhelt helyzete fölé vagy alá kerül,

a 8. ábra a találmány szerinti felfüggesztés egyik kiviteli alakját mutatja, egy lengéscsillapító körül koncentrikusan felszerelt két rugóval,

a 9. ábra a találmány szerinti felfüggesztés másik

kiviteli alakját tünteti fel, egyetlen (csavart) rugóval és annak támaszaival,

a 10. ábra egy torziós rúddal megvalósított kiviteli alakot tüntet fel, perspektivikus nézetben,

11. ábra egy laprugóval megvalósított találmány szerinti kiviteli alakot tüntet fel oldalnézetben, ahol a rugó ténylegesen félrugóként van feltüntetve,

a 12. ábra egy másik találmány szerinti kiviteli alakot szemléltet, egy teljes egészében ábrázolt és két ütközővel társított laprugóval,

a 13. ábra egy hidraulikus működtetésű felfüggesztéshez adaptált találmány szerinti felfüggesztés oldalnézete,

a 14. ábra a találmány szerinti felfüggesztés egyik lehetséges kiviteli alakjának oldalnézete, ahol az egyetlen rugó vagy rugalmas elem két sorba kapcsolt rugóval van helyettesítve és ahol a felfüggesztés egyik rögzítési pontja egy fülecsben végződik, míg a másik rögzítési pontja egy menetes csapra szerelt silentblokkban,

a 15. ábra a találmány szerinti felfüggesztés egy másik lehetséges kiviteli alakjának oldalnézete, ahol az egyetlen rugó vagy rugalmas elem két sorba kapcsolt rugóval van helyettesítve és a felfüggesztés mindkét rögzítési pontja fülecsben végződik,

a 16. ábra a találmány szerinti kerékfelfüggesztés egyik gyakorlati alkalmazási lehetőségét tünteti fel, egy MacPherson-féle felfüggesztésnél, míg

a 17. ábra a találmány szerinti felfüggesztés gyakorlati alkalmazásának egyik változatát mutatja be egy MacPherson-féle felfüggesztésnél.

A találmány szerinti járműkerék-felfüggesztés működésének ismertetését a két egymással ellentétes irányban működő rugót tartalmazó rendszer elemzésével kezdjük.

Mindenekelőtt vizsgáljuk meg az egymással szemben felszerelt két rugóval rendelkező rendszer működési elvét az 1. és 2. ábra kapcsán:

Képzelnünk el két egymással szemben előfeszített R1, R2 rugót, amelyek két támasz közé vannak beépítve. A könnyebb érthetőség kedvéért a két R1, R2 rugó azonos és külön-külön is fel van tüntetve, egymástól függetlenül, kilazult állapotban.

Ha a 6 érintkezési pontot felfelé vagy lefelé kényszerítjük, akkor az egyik rugó összenyomódik, míg a másiknak csökken a nyomóereje, illetve feszültsége. Az összenyomott rugóban nő az elmozdulással szemben ható erő, míg a másik rugóban csökken az elmozdulást elősegítő erő. Ez két erőváltozásként jelenik meg, amelyek tulajdonképpen annyit tesznek ki, mint ha a két R1, R2 rugót együtt nyomnánk össze. Így tehát a két merevség összeadódik.

Az  $x$  lökethosszon túl a szétnyíló, tehermentesülő rugó eléri szabad állapotát és nyomóereje (amely hozzáadódik a 6 érintkezési pontban ható nyomóerőhöz) elenyészik. Ettől a pillanattól kezdve egyetlen rugó van már csak előfeszítve és ennélfogva csak egyféle merevség jelentkezik; innentől kezdve egy törése van a teljes jelleggörbének a nagyobb rugalmasság irányába.

I - Vizsgáljuk meg először egy klasszikus, állandó

merevségű R1, R2 csavarrugó karakterisztikáját az 1. ábra alapján. Itt egy állandó merevségi merevedésséget figyelhetünk meg a szabad állapot és azon állapot között, amikor a rugómenetek felütköznek egymáson.

A jelleggörbéből az alábbi összefüggések olvashatók ki:

$$\text{Rugalmasság} = \frac{\Delta L}{\Delta F}$$

$$\text{Merevség} = \frac{\Delta F}{\Delta L}$$

II - Legyen két R1, R2 rugó egymással szemben felszerelve és előfeszítve, amint az a 3. ábrán látható, és képzeljük el, hogy egy a felfüggesztés részét képező kar van ezen két R1, R2 rugók ugyanakkor rögzített végükkel a 15 alvázra támaszkodnak). Ez grafikailag úgy fordítható le, hogy szembefordítva egyesítjük az egymásra támaszkodó R1, R2 rugók két karakterisztikáját, ahol is ezek egyikét átfordítjuk, amint az a 4. ábrán látható.

Itt kétféle merevségi értékeket figyelhetünk meg:

– egy nagy merevséget, mialatt mindkét rugó feszültség alatt van (az R1, R2 rugók kétféle merevségének összege érvényesül),

– egy kisebb merevséget, ha az R1, R2 rugók elérik szabad állapotukat (egyetlen R1, R2 rugó merevsége érvényesül).

III - Az egyes R1, R2 rugók megfelelő karakterisztikai adaptálásával és az igénybevételi görbék megfelelő elhelyezésével az 5. ábrán látható módon olyan kétféle merevedésséget merevségi jelleggörbét kapunk, amely a találmány szerinti felfüggesztésre alapvetően jellemző.

Ezután már csak megfelelően változtatni kell a fentiek 5. ábra szerinti grafikai kifejezésén, hogy az ismeretekkel összehasonlítható felfüggesztési karakterisztikát kapjunk, a 6. ábrán látható módon.

Fontos megjegyezni, hogy a találmány szerinti felfüggesztés működésének nincs semmi hasonlósága az eddigi felfüggesztési megoldásokkal, amelyek célja szintén a járműfekvés korrekciója. A találmány szerinti megoldásnál nincs szükség külön energiafelhasználásra a megállítandó jármű terhelésváltozása során. A találmány szerinti megoldás lényege egyedül a két különböző és a jármű kerékfelfüggesztés tehermentesülése során behatárolható merevség dinamikus kihasználásában van.

A találmány szerinti felfüggesztés módosított változatainál elő lehet irányozni a merevségi jelleggörbe inflexiós pontjának (töréspontjának) beállítását a jármű terhelésének függvényében.

A találmány szerinti megoldás alapvető különbsége bizonyos járműfekvés-korrigáló rendszerekhez képest, amelyeknél egymással szemben ható közegnyomásokat alkalmaznak, abban van, hogy ez utóbbiaknál egy lassú korrekció árán a felfüggesztés egy általános (és a két szembeállított merevségből eredő) merevsége jön létre és a merevségváltozás kiterjed a felfüggesztés teljes lökethosszára a jármű terhelésének függvényében.

A kétféle felfüggesztési merevség illetve kétféle meredekségű rugalmassági jelleggörbe elvét a 6. ábrán látható görbe kapcsán mutatjuk be.

a) Ezen a görbén a klasszikus felfüggesztés profilját az A, B, C pontok által meghatározott egyenes vonal érzékelteti (B pont-tól A pont-ig szaggatott vonallal). Itt a terhelés változása állandó, vagyis a rugalmasság (vagy merevség) is állandó. Többnyire már fennáll az R1 rugó bizonyos előfeszítettsége a tehermentesülést korlátozó 5 kirugózás-határoló által meghatározott helyzetben is. Ha a jármű áthalad egy bukkanón, a felfüggesztés szükség esetén ki tud térni az 5 kirugózás-határolókon való felütközésig és a rugalmas elem (vagy rugó) nyomóereje a tehermentesülés (szétnyílás) teljes lökete során fennállna.

b) A görbe B-C pontok által meghatározott szakaszán a felfüggesztés merevsége azonos az ismert járművekével. A bukkanón való áthaladás tehát lényegében hasonló kényelmi feltételek mellett történik. Ezzel szemben a merevség lényegesen nagyobb a D, E, B pontok által meghatározott tehermentesülési löket (kirugózás) során. Nemcsak hogy nem észlelhető előfeszítettség a „lefüggő kerék” helyzetben, hanem éppen ellenkezőleg, egy ellentétes irányú erő szükséges a felfüggesztés 5 kirugózás-határolóhoz való juttatásához. Ha a jármű áthalad egy bukkanón, a rugalmas elem (vagy inkább a rugalmas elemek együttesének) nyomóereje csak a (B pont-tól E pont-ig terjedő) tehermentesülési löket egy részén van jelen. Az E ponttól a járműkerék ahelyett, hogy felütközne egy visszatartó ütközőn, ellentett merevséggel fog rendelkezni E ponttól D pontig, amely ugyanolyan értékű, mint a merevség értéke B ponttól E pontig.

Az ábrán látható diagramon fel van tüntetve a merevségváltozást jelző B pont, mégpedig a jobb megértés érdekében, nagyon közel a jármű terhelt (normál üzemmód) felfüggesztésű helyzetéhez.

A gyakorlatban ez a B pont a felfüggesztés működése alatti szabályozás elősegítése érdekében ettől eltérően is elhelyezkedhet valamely B1 pontban a jármű ezen említett terhelt helyzeténél feljebb vagy lejjebb, amint azt a 7. ábra mutatja.

Az ábrán a 3 pont jelöli a jármű referenciapontját, X jelzi az összenyomó erőt, Y pedig a felfüggesztés löketét a 4 pont által jelzett felütközés-határolóval és az 5 pont által jelzett kirugózás-határolóval. Megfigyelhetjük, hogy az 1 felfüggesztési löket normális minőségű útfelületen haladó jármű esetében teljes egészében a nagy merevségű 2 tartományba esik. Ez az elrendezés megfelel a sportkocsikban használatos műszaki normáknak, amely járművek arról ismertek, hogy menettulajdonságaik közül a jó úttartás fontosabb szempont a kényelemnél. Ezekre a járművekre a kilengés hiánya jellemző, és ezek a járművek fekvésük jelentősebb változása nélkül fékezhetők illetve gyorsíthatók. Másrészt viszont felfüggesztésük nem kompenzálja az útfelület egyenetlenségét.

A találmány szerinti járműkerék-felfüggesztéssel biztosítható a jármű fentiek szerinti előnyös úttartása. Ugyanakkor viszont, ha a járműkerék egy bukkanóval,

kiemelkedéssel találkozik, a felfüggesztés azonnal elhagyja a nagy merevségű 2 tartományt, hogy a szokásos kényelmet biztosító merevséggel működjön, ami lehetővé teszi a jármű számára, hogy megőrizze azt a kényelmi szintet, amely eddig összeegyeztethetetlen volt a stabil úttartás magasabb követelményeivel.

#### *KIVITELI PÉLDA A LENGÉSCSILLAPÍTÓ KÖRÉ KONCENTRIKUSAN FELSZERELT KÉT RUGÓVAL (8. ábra)*

Ez a szerelési elrendezés azért érdekes, mivel nem igényel nagyobb módosításokat a jármű szerkezeti felépítésében.

A 8. ábrán megfigyelhető, hogy a két rugó egy 48 csőelemen keresztül van egymásnak szorítva, ahol a 48 csőelem egyik 49 támasza be van fogva az R10 főrugó felső 50 vége és az alvázon levő támasztófelülete közé, míg ugyanezen 48 csőelem másik, belső 51 támasza az R200 segédrugót hordozza. Egy az 53 lengéscsillapító alaptestére erősített 52 fedélsapka támaszkodik fel az R200 segédrugóra a felfüggesztés tehermentesülési kiugrása során. Ez a feltámaszkodás egy elastomer 54 betétgyűrűn keresztül valósul meg, hogy kiküszöböljük az R200 segédrugó és az 52 fedélsapka érintkezésekor keletkező zajt.

#### *A TALÁLMÁNY SZERINTI FELFÜGGESZTÉS ELŐZŐVEL AZONOS MŰKÖDÉSŰ KIVITELI PÉDÁJA, AHOL EGYETLEN RUGÓ VAN MEGFESZÍTVE KÖZÉPSŐ RÉSZÉNEK EGYIK MENETÉVEL (9. ábra)*

A 9. ábra egyetlen R10 rugó szerelési elrendezését mutatja, amely lehetővé teszi egy találmány szerinti felfüggesztés létesítését.

Az R10 rugó középső meneteinek egyikére egy kitámasztó 32 rugótányér van felerősítve, amely lehetővé teszi az R10 rugó 32 rugótányér feletti R30 rugószakaszának és a 32 rugótányér alatti R20 rugószakaszának a megkülönböztetését. Az R10 rugó R30 rugószakasza be van zárva egy 19 kamrába és össze van nyomva két támasza között, amelyek mindegyike a jármű 15 alvázához van erősítve.

Ugyanezen R10 rugónak az R20 rugószakasza a 32 rugótányér és egy lengéscsillapító 16 dugattyúrudat befogadó 17 alaptestéhez erősített másik rugótányér között helyezkedik el, ahol a lengéscsillapító 17 alaptestről viszont a lengéscsillapító fülecsként kialakított 18 végéhez van erősítve. Az R10 rugó ezen R20 rugószakasza biztosítja a jármű alátámasztott fenntartását, amikor felveszi a kerék nyomóerejét és átadja azt a 32 rugótányérnak, amelyet az R10 rugó R30 rugószakaszának az összenyomódása által létrejövő nyomóerő tart a helyén; ez utóbbi említett összenyomódás nagyobb, mint az R20 rugószakaszé, amikor a jármű természetes módon támaszkodik a kerekeire.

Ezen normál üzemi helyzethez közeli pozícióban az (L30 hosszúságú) R30 rugószakasz „be van zárva” és össze van nyomva, így tehát inaktív.

A felfüggesztés ezen helyzete és a „lefüggő kerék” helyzet között csak az R10 rugó L20 hosszúságú R20

rugószakasza képezi aktív részét a rendszernek, amiből nagy merevség adódik.

Ezen helyzet és a felfüggesztés teljes összenyomódása között az R10 rugóhoz erősített kítámasztó 32 rugótányér elhagyja a 31 támaszt és az R10 rugó teljes L10 hossza úgy működik, hogy annak eredményét csökkentett merevségként lehet említeni. Itt tehát kétféle merevedésgű rugalmasság jelleggörbét lehet megfigyelni, ahol a legnagyobb rugalmasság a felfüggesztés normál üzemhelyete és a felütközésig összenyomott helyzet között jelentkezik.

**AZ ELŐBBIEKHEZ HASONLÓ MŰKÖDÉS ELÉRÉSE EGY TORZIÓS RÚDDAL RENDELKEZŐ KIVITELI PÉLDÁNÁL (10. ábra)**

A torziós rúd a jármű tehelt, normál üzemi állapotához közeli helyzetben van feltüntetve, ahol a torziós rúddhoz erősített B1 ütköző érintkezésben áll az alváshoz erősített B2 ütközővel.

Ha a felfüggesztés össze van nyomva (az F nyíl irányában), akkor a két B1, B2 ütköző elválik egymástól és a 7 torziós rúd teljes L1 hosszában igénybe van véve (meg van feszítve). Ha a felfüggesztést tehermentesítjük, akkor a két B1, B2 ütköző érintkezésbe kerül és a 7 torziós rúd hosszának csupán egy L2 szakaszán feszültségmentesül.

Megfigyelhető tehát, hogy akárcsak a két egymással szemben felszerelt két R1, R2 rugónál, itt is a rugalmassági görbe elhajlása (törése) jelentkezik a B1, B2 ütközők érintkezési szintjén; a legnagyobb rugalmasság a „normál üzemhelyet” és a „felütközésig összenyomott” helyzet között található.

A felfüggesztés tökéletesítése érdekében az alvázon levő B2 ütköző helyzetét függővé lehet tenni a jármű terhelésétől, ami garantálja a merevségek töréspontjának optimális elhelyezkedését a gördülő jármű fekvéséhez képest, bármilyen is annak terhelési állapota. KIVITELI PÉLDA UGYANEZEN MŰKÖDÉS BIZTOSÍTÁSÁRA EGY LAPRUGÓNÁL (11. és 12. ábra)

Hasonlóképpen, mint a torziós rúdnál, egy B3 ütközőnek egy 8 laprugó pontosan meghatározott helyén való elhelyezésével kétféle merevedésgű merevségi jelleggörbét kaphatunk.

Akárcsak a 7 torziós rúdnál, a B3 ütköző vagy ütközők egy a jármű normál üzemhelyetének közel eső helyzetben érintkezésben állnak a 8 laprugóval. Ezen helyzet elhagyása esetén a B3 ütközők elválnak a 8 laprugótól és a 8 laprugónak a teljes L1 hossza igénybevételre kerül a felfüggesztés teljes összenyomódása során; ugyanakkor a tehermentesülési kirugózás alatt egy vagy több B3 ütköző jelenléte behatárolja a 8 laprugó működését annak egy rövidebb L2 szakaszára.

**KIVITELI PÉLDA UGYANEZEN MŰKÖDÉS ELÉRÉSÉRE EGY HIDRAULIKUS FELFÜGGESZTÉSSEL (13. ábra)**

A kívánt hatást egy kettős működésű 9 munkahengerrel érjük el, amelynek mindegyik (felső 10 illetve alsó 11) kamrája egy-egy 12. 13 felfüggesztési gömbtartállyal van összekötve.

Egy 14 villamos szelep működteti vagy sem, a 9 munkahenger alsó részéhez kapcsolt 13 felfüggesztési gömbtartályt. Ez a 13 felfüggesztési gömbtartállyal ellentétes erőt vált ki, amely biztosítja a jármű alátámasztott fenntartását. Ez a 14 villamos szelep legegyszerűbb kiviteli változatában működhet például a felfüggesztés által vezérelve.

Egy másik, bonyolultabb változatnál a 14 villamos szelep elektronikusan vezérelhető a jármű működésében megragadható különféle paraméterek függvényében.

Ez a 9 munkahenger alsó 11 kamrájában uralkodó nyomás állandó szabályozásával valósítható meg.

A találmány szerinti felfüggesztés alapvető újdonsága a kétféle rugózási merevség alkalmazásában van a járműkerék kitérése során: a kétféle merevségben, amelyek elrendezése ellentétes mindazzal, ami eddig a változó rugalmasságú felfüggesztés témájában történt és amely kétféle merevség rendkívüli pontossággal van elrendezve a felfüggesztés lökete mentén. Ez a két merevség, amely grafikusan van szemléltetve az 5., 6. és 7. ábrán, két egymást követő ferde egyenes által képzett görbeként van leképezve, ahol a két különböző merevedésgű ferde egyenes egy törésponton keresztül van egymással összekötve, amint az a 7. ábrán látható.

A töréspont általában a jármű üzemhelyzetének legközelebbi szomszédságában található. Elhelyezkedése meghatározó a találmány szerinti felfüggesztés jó működése szempontjából. Ez egyértelműen bebizonyosodott a teszttárművekre felszerelt különféle kiviteli alakoknál. A tesztelés lehetővé tette, hogy meggyőződjünk arról, hogy a „normál üzemhelyet” és a „lefüggő kerék” helyzet között létrehozott nagyobb merevség értékének legalább háromszor akkorának kell lennie, mint a kerék 4 felütközés-határolóig való besüllyedésének során jelentkező merevségé. A két rugózási merevség értékének egymáshoz képesti aránya legalább 3:1. Két, találmány szerinti felfüggesztéssel ellátott járművön, ahol a felfüggesztések már nagyon kielégítő színvonalon működtek, az alábbi mérési eredményeket kaptuk:

I - Egy kis „GTI” jellegű sport coupé-nál, amelynek súlya kb. 890 daN és amelynél az elöl/hátul súlyeloszlás szerint mintegy 525 daN jut az első tengelyre, 365 daN pedig a hátsó tengelyre, a felfüggesztés merevségi értékei a következőképpen alakultak:

MEREVSÉG	ELÜLSŐ FELFÜGGESZTÉS (kerekenként)	HÁTSÓ FELFÜGGESZTÉS (kerekenként)
összenyomódási löket	1,43 daN/mm	1,55 daN/mm
tehermentesülési löket	4,70 daN/mm	6,09 daN/mm
arány	3,29	3,93

II - Egy nagyméretű szedánál, amelynek súlya kb. 1350 daN, és amelynél az elöl/hátul súlyeloszlás szerint mintegy 800 daN jut az elülső tengelyre és 550 daN a hátsó tengelyre, az alábbi merevségi értékek alakultak ki:

MEREVSÉG	ELÜLSŐ FEL-FÜGGESZTÉS (kerekenként)	HÁTSÓ FELFÜGGESZTÉS (kerekenként)
Összenyomódási löket	2 daN/mm	2,13 daN/mm
tehermentesülési löket	7 daN/mm	6,66 daN/mm
arány	3,5	3,12

A találmány ismertetése során különböző, főleg mechanikus rendszereket vázoltunk, amelyek azonban hidraulikusan és elektronikusan is működtethetők. Az első kiviteli változat, ahol két egymással szembeállított rugót alkalmazunk, azzal az előnnyel rendelkezik, hogy a merevség mértékében kifejezve teszi lehetővé a paraméterek különválasztását, ami megkönnyíti a használatát. Az első gyakorlatban megvalósított kiviteli alakok is ennek megfelelően készültek, azonban könnyen elképzelhető, hogy az ipari mértékű megvalósítás során jóval egyszerűbb rugókat fognak alkalmazni, anélkül, hogy túllépnének a jelen találmány keretein.

A 14., 15. és 16. ábrák egyetlen rugónak, amilyen például a 9. ábrán is látható, két R20, R30 rugó általi helyettesítését mutatják, ahol a két R20, R30 rugó egymás után van felszerelve egy lebegő rugótányér segítségével. Itt a szerelési egység teljes hossza L10, amiből L20 hosszúság jut a sorba szerelt rugók egyikére, míg L30 hosszúság a másikra.

#### SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Járműkerék-felfüggesztés, a jármű alvázával összekötésben álló több, adott esetben egymással szemben felszerelt rugalmas elemmel, vagy egyetlen rugalmas elemmel, amelyhez legalább egy, ezen rugalmas elem működését annak egy szakaszára korlátozó ütköző van hozzárendelve, ahol a felfüggesztés a járműkerék normál üzemhelyzetéhez képesti két ellentétes irányú teljes kitérésekor két különböző rugózási merevséggel rendelkezik, és ahol a két rugózási merevség közötti töréspont a felfüggesztés normál üzemhelyzetének tartományába esik, *azzal jellemezve*, hogy a normál üzemhelyzet és a kerék lefüggő helyzete közötti rugózási merevség legalább háromszor nagyobb, mint a kerék felütközési véghelyzetig való besüllyedésekor jelentkező rugózási merevség.

2. Az 1. igénypont szerinti járműkerék-felfüggesztés, *azzal jellemezve*, hogy az egyetlen rugalmas elem egy csavarrugó (R10), amely hosszának egy meghatározott helyén egy kétféle mereedségű merevségi jelleggörbét előidéző közbenső ütközővel (A1) van ellátva, amely a jármű normál üzemhelyzetében egy másik ütközővel (A2) érintkezésbe hozott, a felfüggesztés teljes besüllyedésekor a csavarrugó (R10) teljes hosszának (L20 + L30) igénybevitelét megengedő módon ezen másik ütközőről (A2) leemelkedő, míg a tehermentesülési kirugózásakor a másik ütközőn (A2) felütközve a csavarrugó (R10) működését annak egy szakaszára (R20) korlátozó módon van elrendezve.

3. A 2. igénypont szerinti járműkerék-felfüggesztés, *azzal jellemezve*, hogy a csavarrugó (R10) közbenső meneteinek tartományában közbenső ütközőként (A1) egy a csavarrugót (R10) egy felső rugószakaszra (R30) és egy alsó rugószakaszra (R20) osztó kitémasztó rugótányér (32) van felszerelve, ahol a csavarrugó (R10) felső rugószakasza (R30) egy kamrába (19) van bezárva és két támasz (30, 31) közé van befeszítve, amelyek mindegyike szilárdan össze van kötve a jármű alvázával (15), ugyanakkor a csavarrugó (R10) alsó rugószakasza (R20) a felső rugószakasz (R30) egyik támaszának (31) nekifeszített kitémasztó rugótányér (32) és egy további rugótányér (33) között van elrendezve, amely a lengéscsillapító alaptestével (17) van szilárdan összekötve, amely lengéscsillapító vége (18) viszont a járműkerékkel van szilárdan összekötve.

4. Az 1. igénypont szerinti járműkerék-felfüggesztés, *azzal jellemezve*, hogy a rugalmas elem egy torziós rúd (7), amely torziós rúd (7) egy az alvázhöz (15) erősített másik ütközővel (B2) együttműködő ütközővel (B1) van ellátva, ahol a két ütköző (B1, B2) a felfüggesztés teljes összenyomódásakor, vagyis besüllyedésekor egymástól eltávolodva vagy a torziós rudat (7) annak teljes hossza (L1) mentén megfeszítő módon, míg a felfüggesztés tehermentesülési kirugózásakor egymással érintkezésben maradva és a torziós rúd teljes hosszának (L1) csak egy szakaszán (L2) bekövetkező feszültségmentesülést megengedő módon van elrendezve.

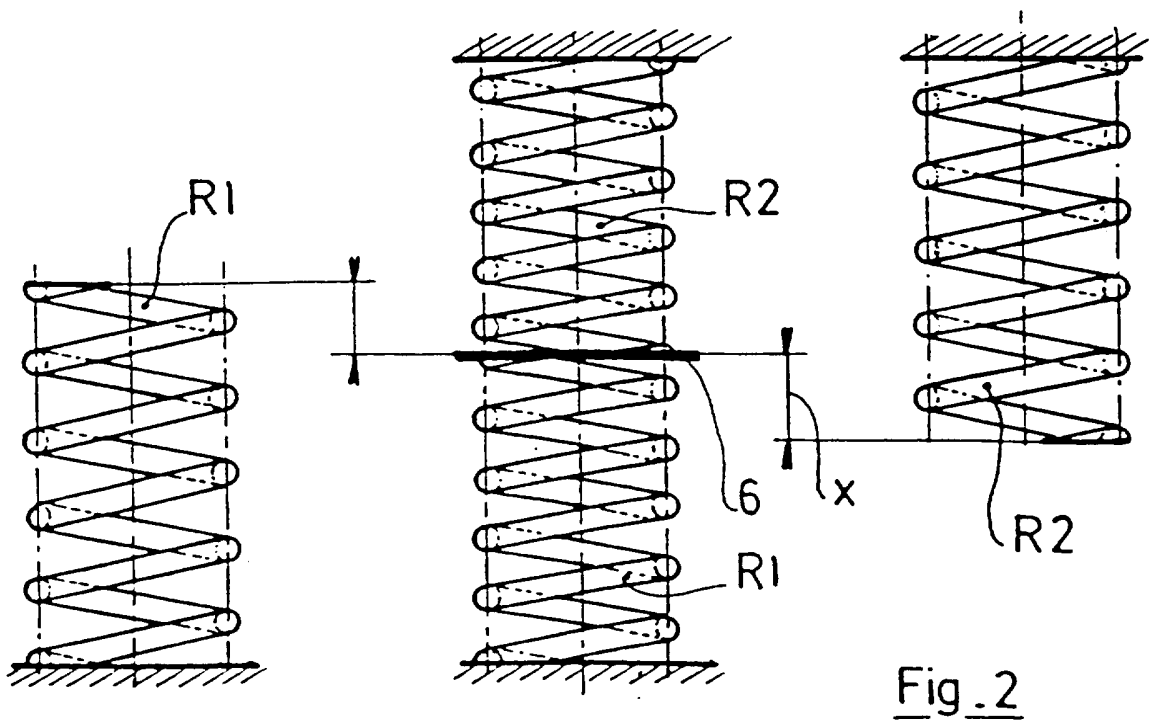
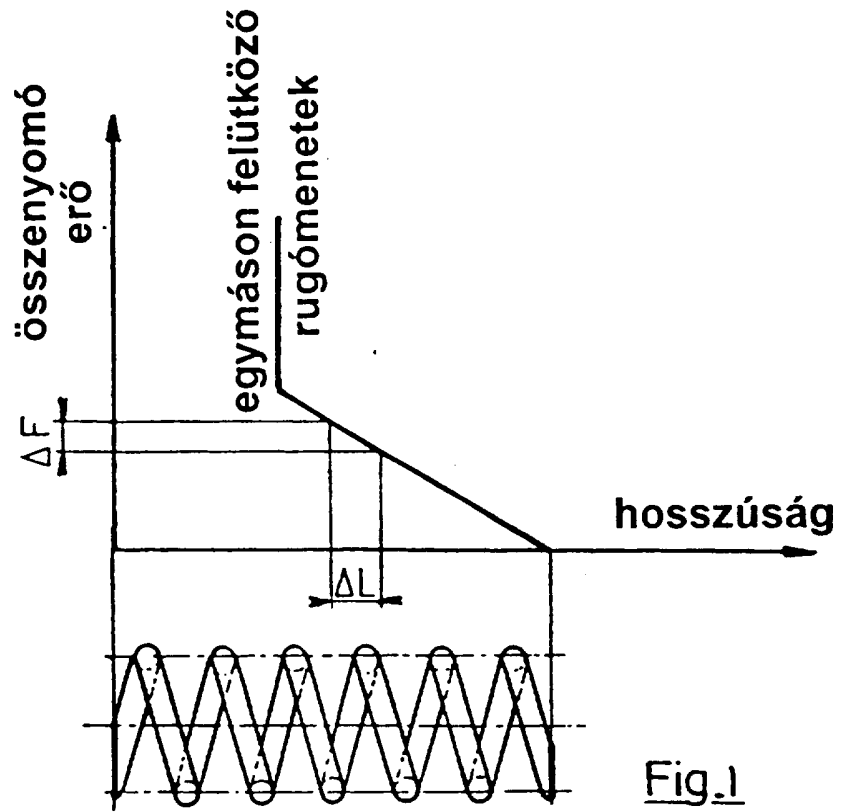
5. A 4. igénypont szerinti járműkerék-felfüggesztés, *azzal jellemezve*, hogy az alvázon (15) levő ütköző (B2) a jármű terhelése által meghatározott helyzetben van elrendezve.

6. Az 1. igénypont szerinti járműkerék-felfüggesztés, *azzal jellemezve*, hogy a rugalmas elem egyetlen laprugó (8), amelyhez legalább egy, a laprugó (8) tehermentesülési kirugózásával szemben ható módon elrendezett, kétféle mereedségű merevségi jelleggörbét eredményező ütköző (B3) van társítva, amely egy vagy több ütköző (B3) a jármű normál üzemhelyzetében a laprugóval (8) érintkezésbe hozott helyzetben, a felfüggesztés teljes összenyomódásakor a laprugó (8) teljes hosszának (L1) megfeszülését megengedő módon a laprugótól (8) elvált helyzetben, míg a tehermentesülési kirugózásakor a laprugó (8) egy szakaszának (L2) felütköztetésével a laprugó (8) működését ezen szakaszra (L2) korlátozó módon van elrendezve.

7. Az 1. igénypont szerinti járműkerék-felfüggesztés, *azzal jellemezve*, hogy a felfüggesztésben egy felső és egy alsó kamrát (10, 11) tartalmazó kettős működésű munkahenger (9) van felszerelve, amelynek felső kamrája (10) egy fő felfüggesztési gömbtartályhoz (12), míg alsó kamrája (11) egy ellentétesen működő felfüggesztési gömbtartályhoz (13) van csatlakoztatva, ahol a munkahenger (9) alsó kamrájához (11) csatlakoztatott felfüggesztési gömbtartály (13) elé egy annak működésbe lépését szabályozó villamos szelep (14) van beépítve.

8. A 7. igénypont szerinti járműkerék-felfüggesztés, *azzal jellemezve*, hogy a munkahenger (9) alsó kamráját (11) a hozzá csatlakoztatott felfüggesztési gömbtartállyal (13) összekötő vezetékbe egy a munkahenger

(9) alsó kamrájában (11) uralkodó nyomást folyamatosan szabályozó, a jármű működésében megragadható különféle paraméterek függvényében vezérelt villamos szelep (14) van beépítve.



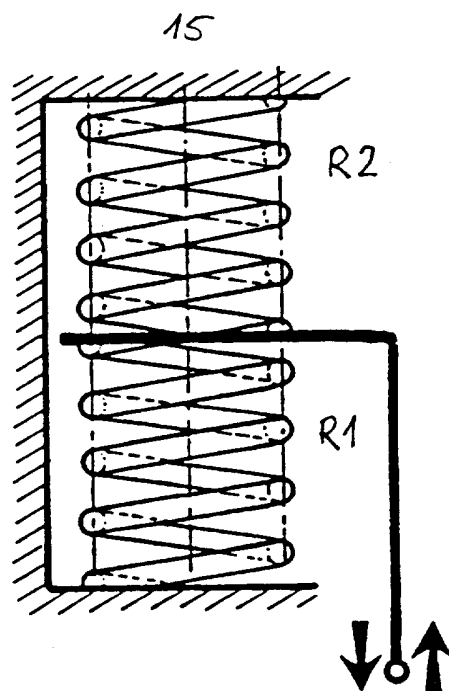


Fig. 3

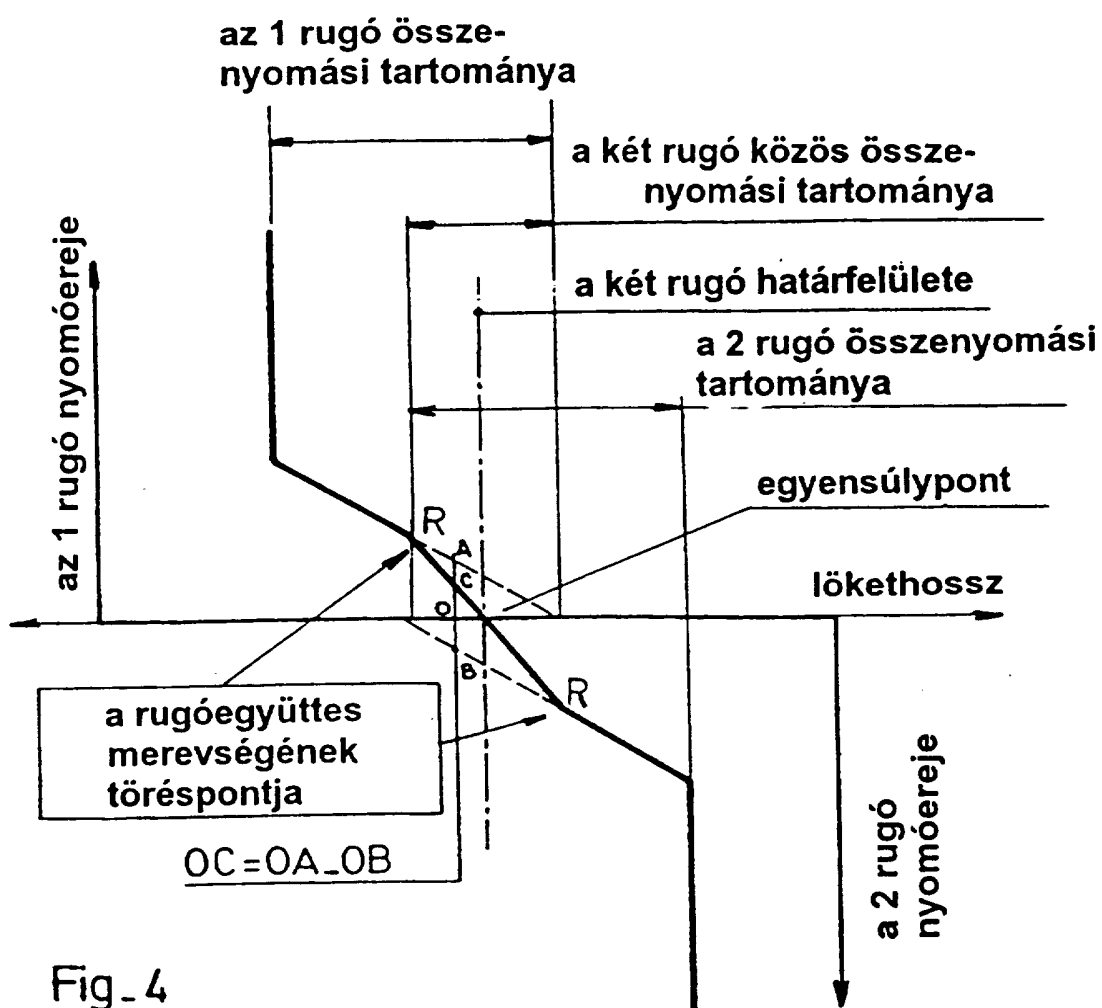


Fig. 4

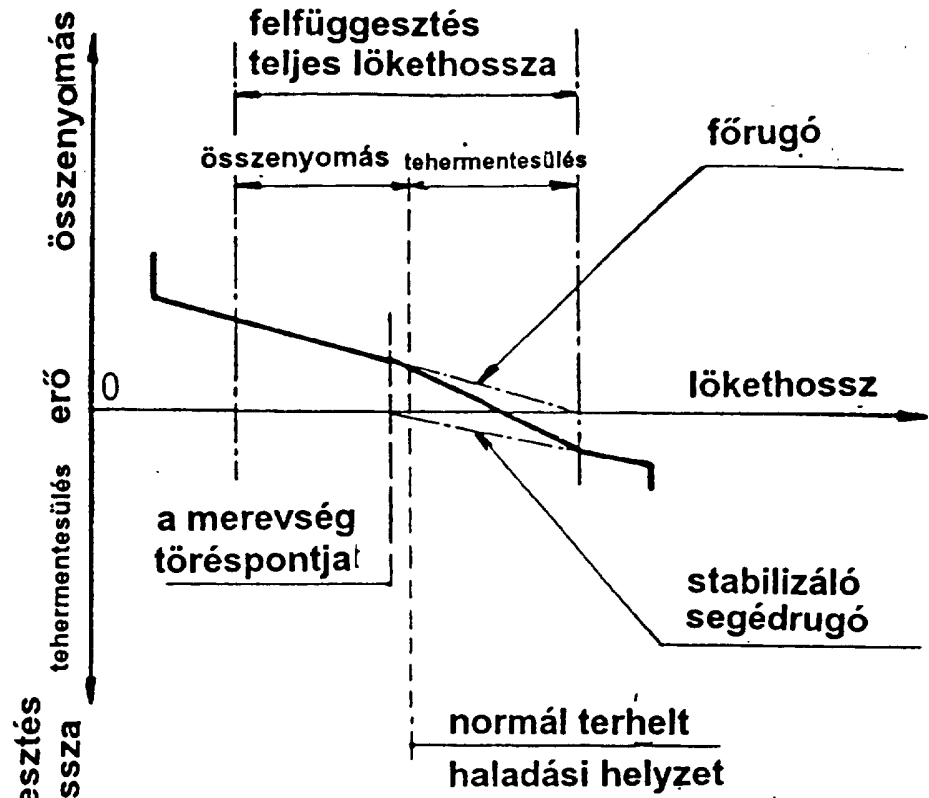


Fig. 5

összenyomás iránya

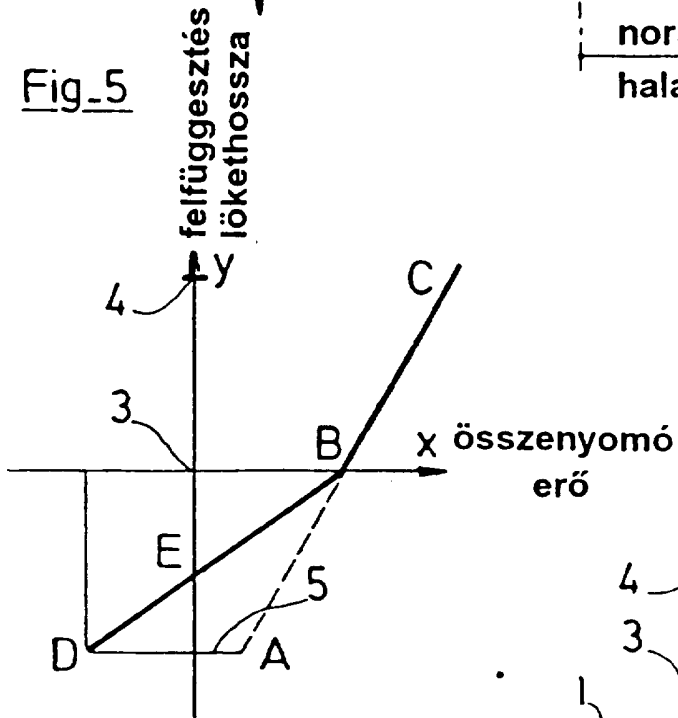


Fig. 6

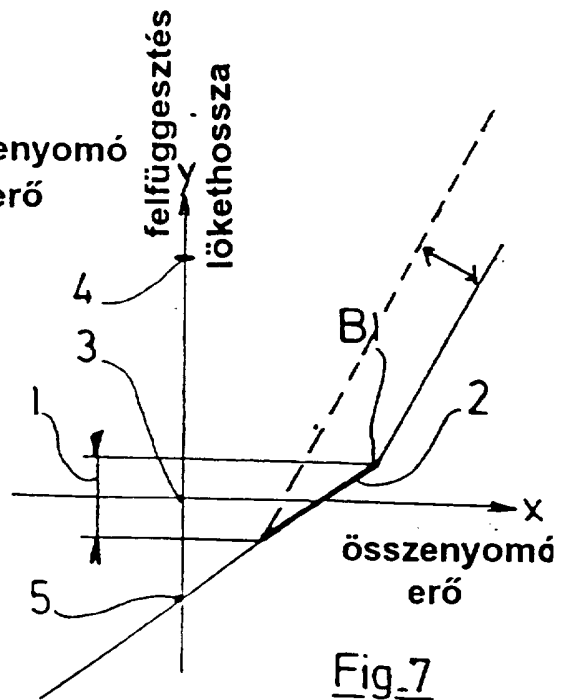
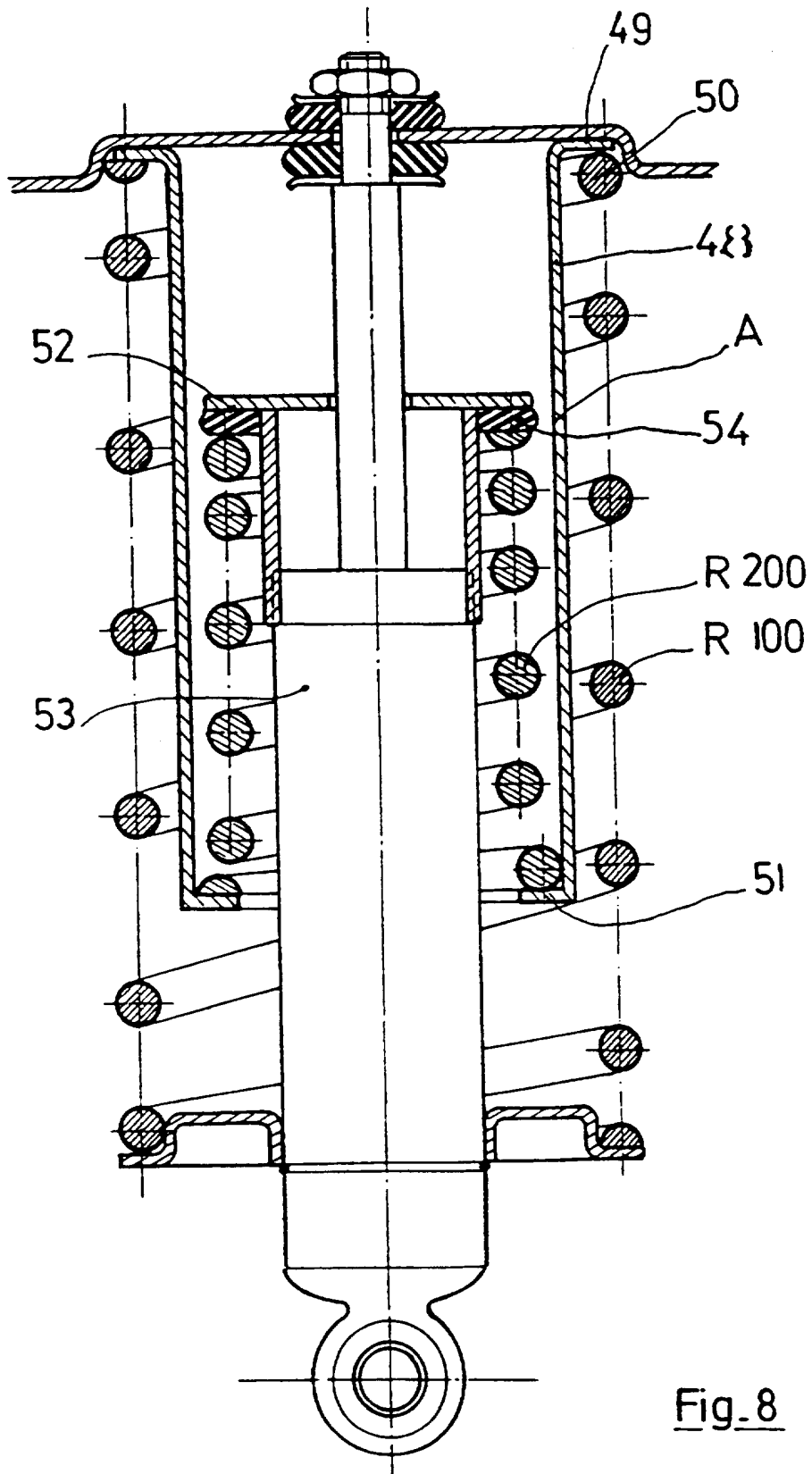


Fig. 7



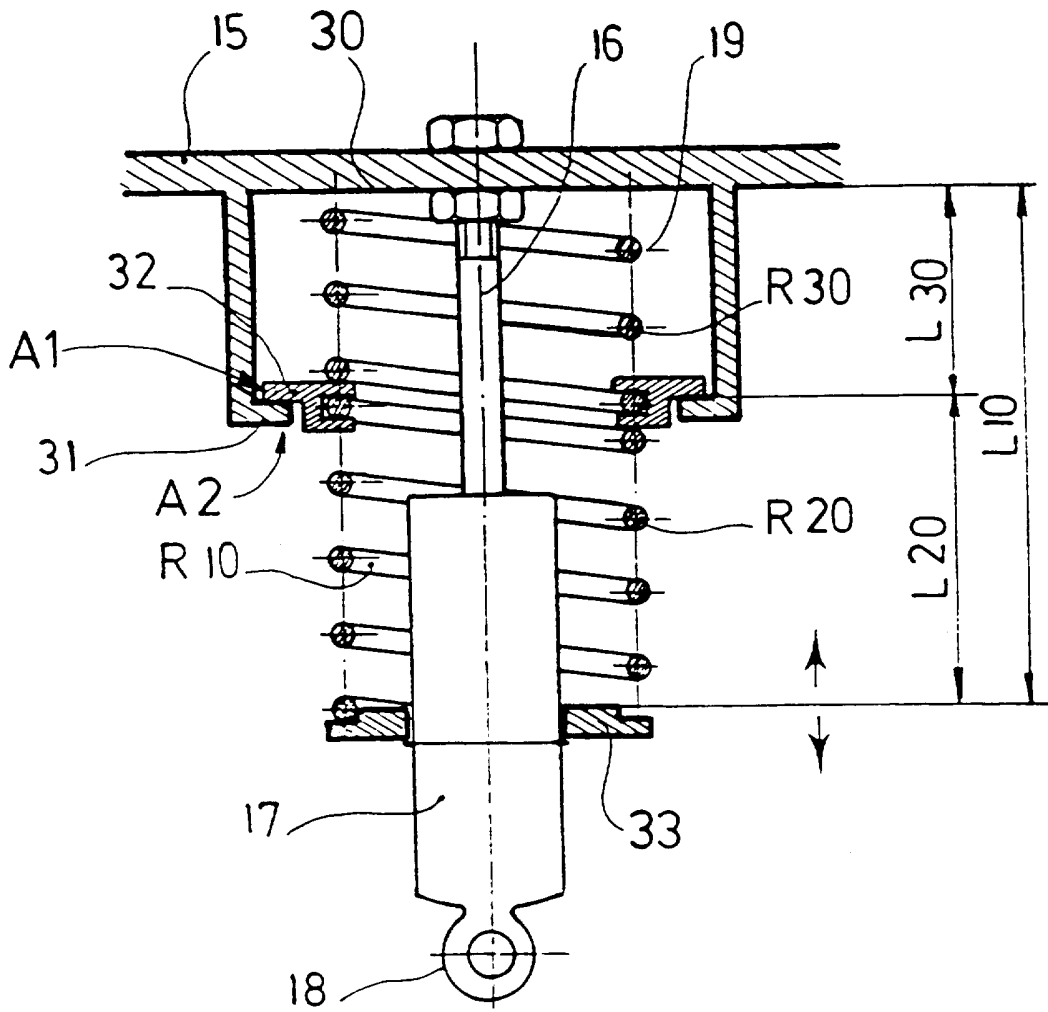


Fig. 9

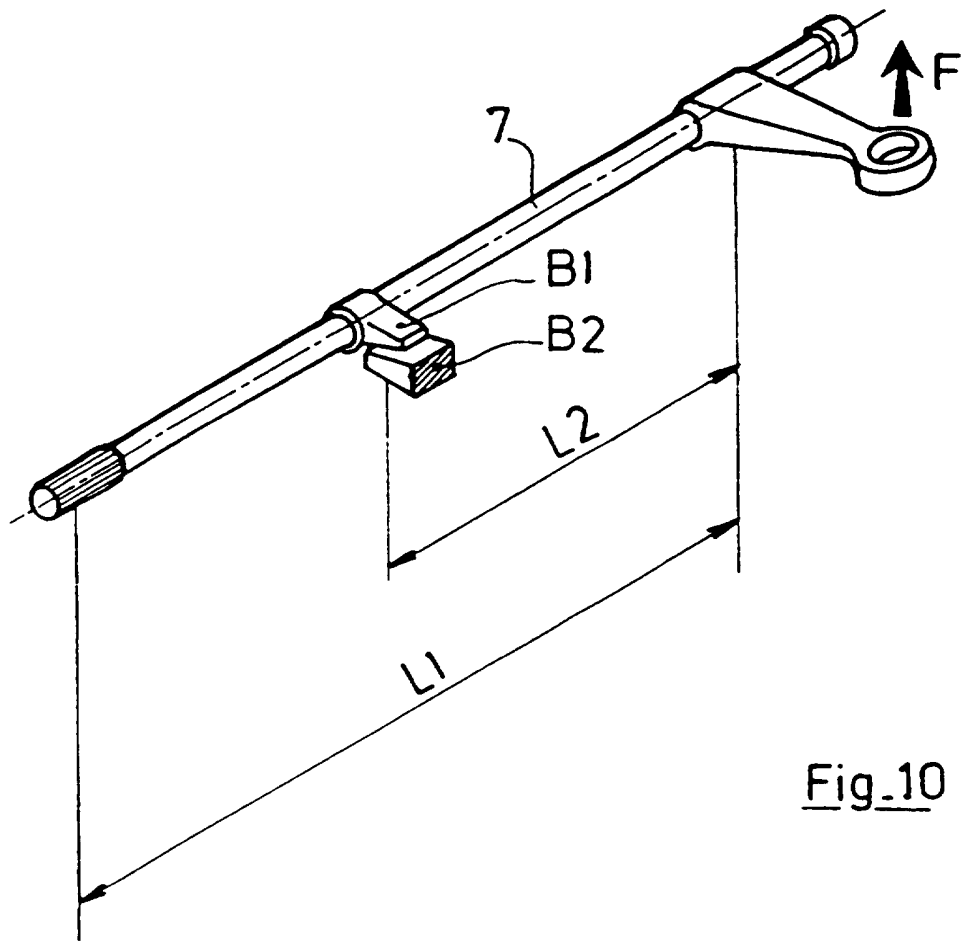


Fig.10

Fig. 11

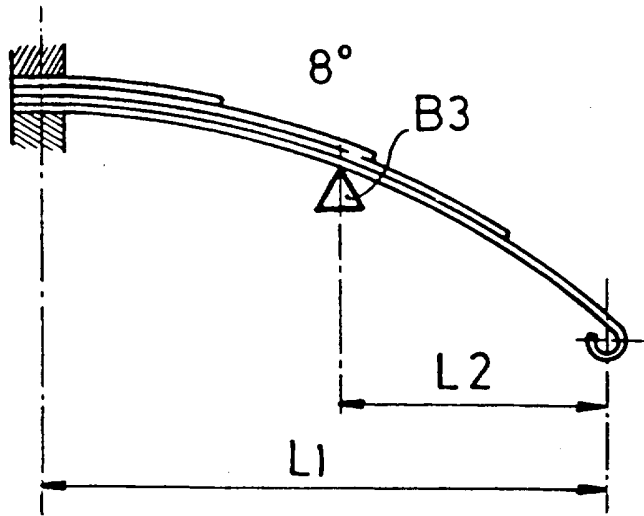


Fig. 12

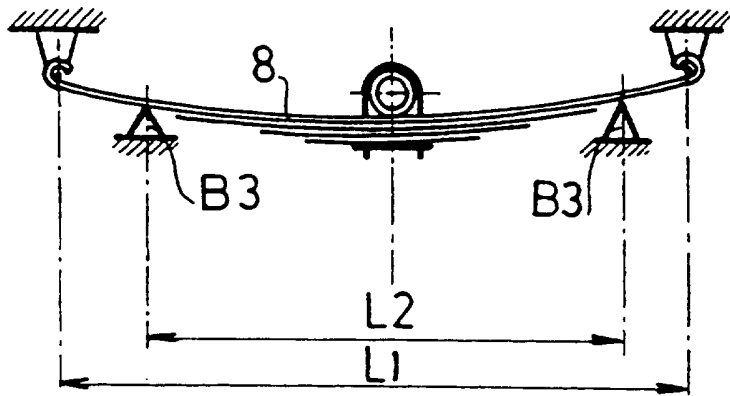
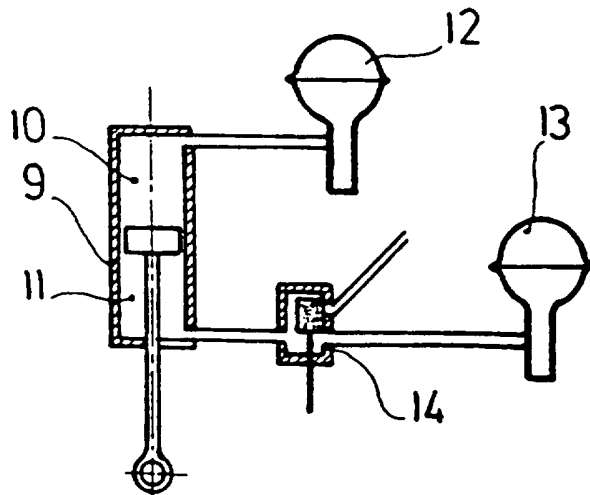


Fig. 13



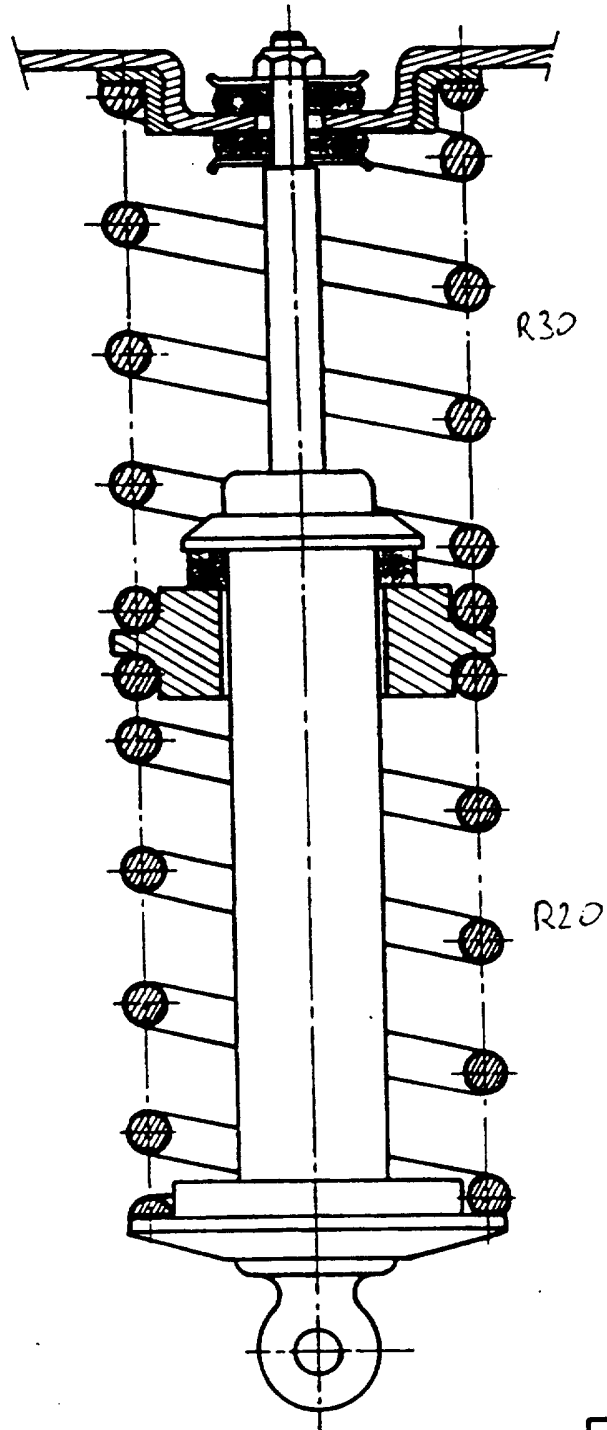


Fig. 14

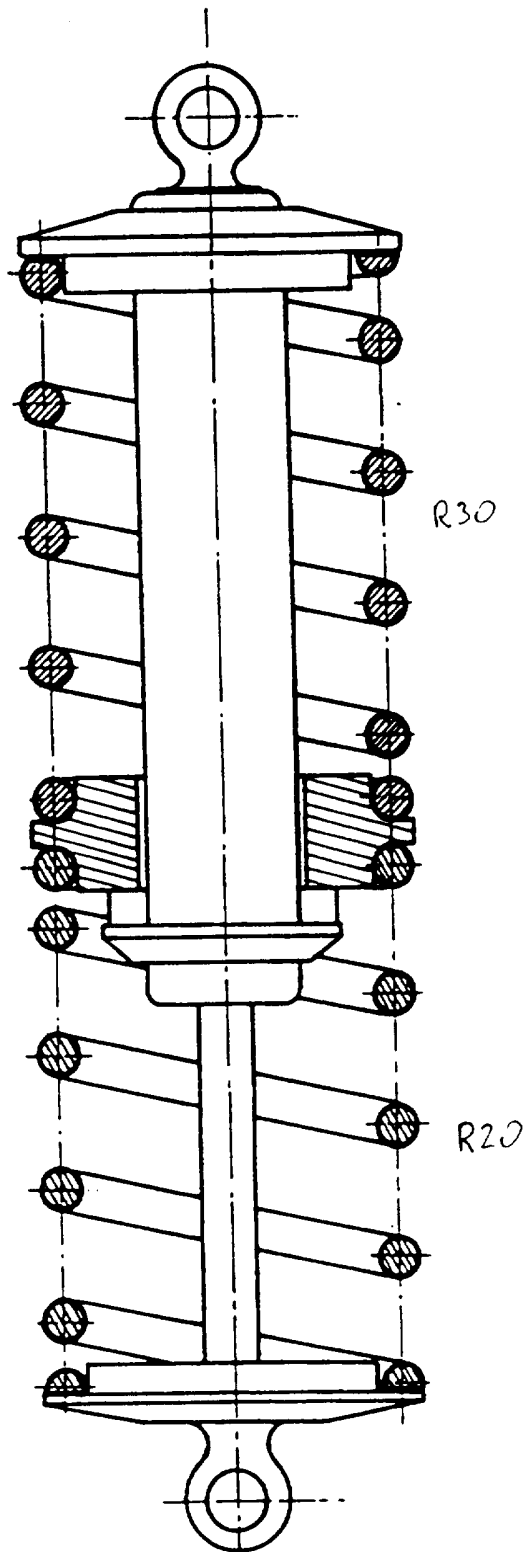


Fig.15

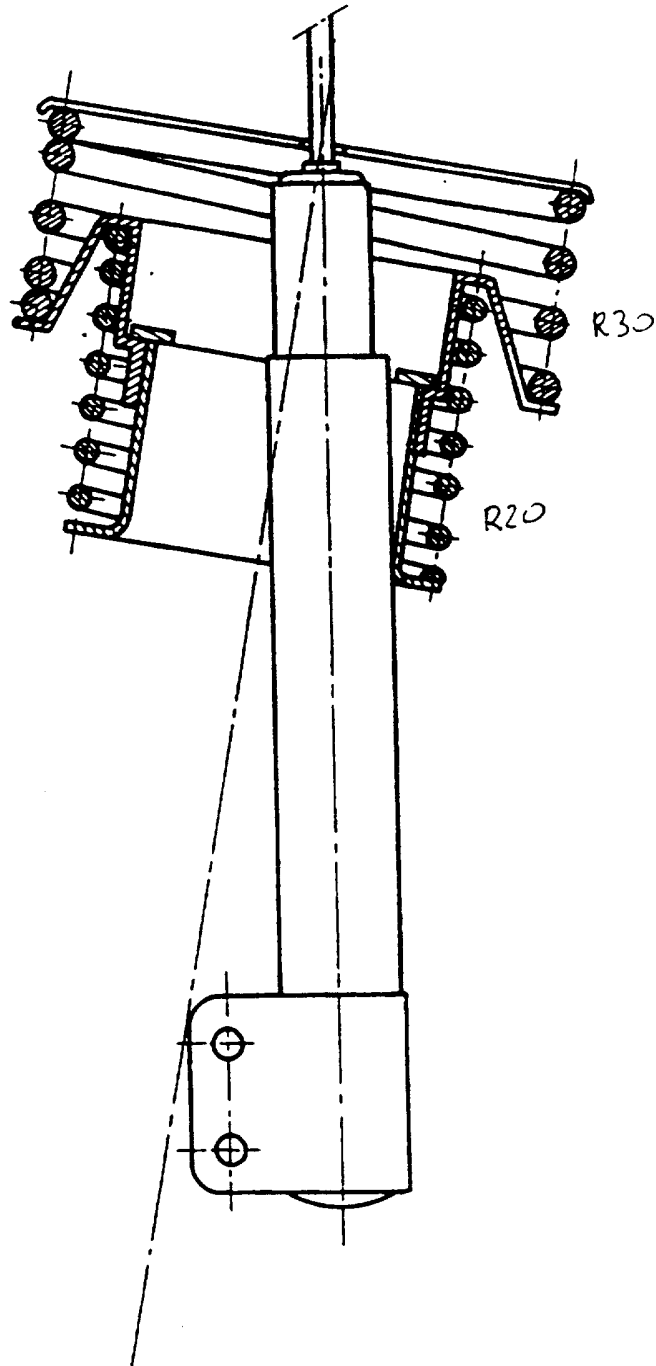


Fig. 16

