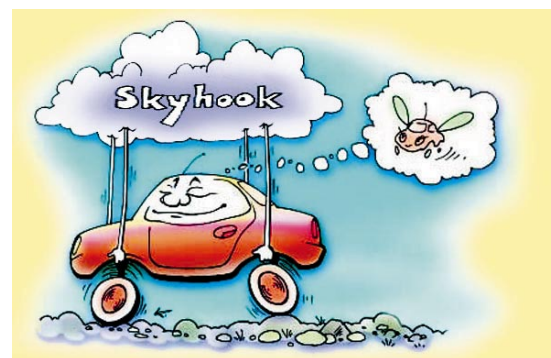


Rugózás és lengéscsillapítás

Az európai luxusgépkocsik futóművein az állíthatóság hódít, főképp légrugózás és adaptív csillapítás formájában. Ez a kombináció ugyanis a divattá vált Skyhook-szintű lengéskényelem és a felépítmény magasságállíthatóságának az igényét is jól kielégíti.

Az amerikaiak mágneses térrel változtatható folyási tulajdonságú lengéscsillapítókkal próbálják elérni ugyanezt. Törekvésük kevésbé látványos, ám villamosan jóval egyszerűbben vezérelhető megoldást jelent.

A japánok mindkét technikára felkészültek. Csúcsmodelljeik mégsem gyökeresedtek meg a luxuskategóriában.



A Skyhook elnevezés „égi kampóra” függesztett felépítménylengésre utal

Egy kis összehasonlítás

A kényelmi igények növekedése ismét előtérbe hozta a légrugózást és a pneumatikus csillapításszabályozást, amelynek szolgáltatáskínálatán sokat javított a rohamléptékekkel fejlődő elektronika.

Az elektronika ennél is kifinomultabb lengés- és csillapításszabályozást tesz lehetővé.

A legkifinomultabb, egyben a legdrágább kombinációt ezért az egymást kiegészítő pneumatikus és elektronikus szabályozású hidraulikus változatok egyesítése, nem pedig a hidro-

pneumatikus variáns adja, megalapozva luxusgépkocsikon való elterjedésüket.

Az elektronikus rendszerek a többféle, szabályozásba vonható paraméter miatt kedvezőbbek a pneumatikus működésszabályozásúaknál.

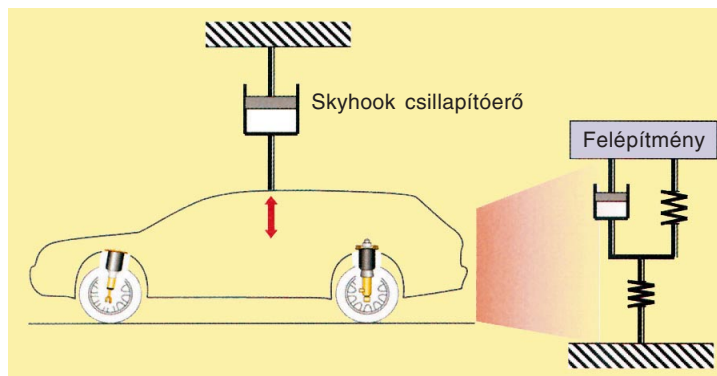
Ma a folytonos működésvezérlésű, villamos lengéscsillapító rendszerek közül a finomabb

beavatkozásra alkalmas, Skyhook-stratégián alapuló (félig aktív), csillapításszabályozású rendszerek nyújtják a legsokoldalúbb szolgáltatásokat.

A luxuslimuzinok osztályában, tavaly, a Phaeton mutatkozott be ilyen rendszerű rugózással.

Rugózási rendszerek összehasonlítása

A rugózás rendszere	Költsége	Sebessége
Hidraulikus	Kicsi	Nagy
Hidropneumatikus	Nagy	Kicsi
Pneumatikus	Közepes	Kicsi
Elektrohidraulikus	Nagy	Nagy



A Skyhook szintszabályozás úgy avatkozik be a lengéscsillapítók működésébe, hogy a felépítmény kitérése minimális legyen

Pneumatikus és villamos lengéscsillapító rendszerek főbb jellemzőinek összehasonlítása

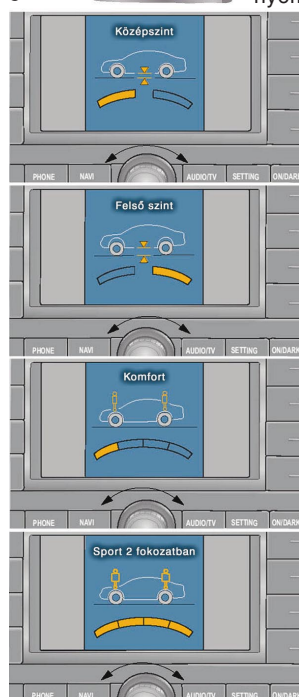
Rendszerfajta	PDC	CDC
A csillapítás módosítása	Pneumatikus	Elektronikus
A csillapítóerő állítása	A terhelés függvényében	A terhelés, a sebesség, a hosszanti és az oldalirányú gyorsulás függvényében
Állítójel	Légrugónyomás	Elektronikus szabályozású villamos jel
Állítóeszköz	Külső szelep	Beépített vagy külső szelep
Az állítás fokozatossága	Fokozatmentes	Fokozatmentes
A csillapítás beavatkozó eszköze	PDC-lengéscsillapító	CDC-csillapító, érzékelők, elektronika, szabályozóstratégia

A folytonos működésvezérlésű, villamos lengéscsillapító rendszerek főbb jellemzői	
Küszöbérték-stratégiájú (adaptív)	Skyhook-stratégiájú (félíg aktív)
A csillapításszabályozás főbb jellemzői	
A húzó- és nyomóütemű erők csillapítása azonos nagyságú	A húzó- és nyomóütemű erők csillapítása eltérő nagyságú
A csillapításszabályozás hatóköre az egyes tengelyekre terjed ki	A csillapításszabályozás hatóköre az egyes kerekre terjed ki
Jeladói érzékelik a felépítmény kitéréseit	Jeladói, a felépítmény kitérésein túl, a kerékelmozdulásokat is érzékelik
Jeladói a felépítmény liftező elmozdulásait érzékelik	Jeladói a felépítmény liftező elmozdulásain túl, a bólintó és billenő elmozdulásokat is felismerik
A csillapításszabályozás javítja a jármű úttartását	A csillapításszabályozás a jármű úttartásán túl a felépítmény bólintási hajlamát is csökkenti
A csillapításszabályozó rendszer érzékelőinek elhelyezése és száma	
Felépítménygyorsulás-érzékelő, elöl	Felépítménygyorsulás-érzékelő elöl, jobbról
	Felépítménygyorsulás-érzékelő elöl, balról
Felépítménygyorsulás-érzékelő, hátul	Felépítménygyorsulás-érzékelő, hátul
	Kerékgyorsulás-érzékelő elöl, jobbról
	Kerékgyorsulás-érzékelő elöl, balról
Oldalgyorsulás-érzékelő	Oldalgyorsulás-érzékelő
Az érzékelők száma összesen: 3 db	Az érzékelők száma összesen: 6 db

A Phaeton rugózása

A Phaeton (félíg aktív) felfüggesztése komfortoptimált, Skyhook-rendszerű csillapításszabályozást foglal magába. Ez a felépítmény választható magassági és csillapítási fokozatainak belül lehetőséget kínál a vezető számára legkedvezőbb beállítás megválasztására. A fokozatválasztás eszközei a vezető melletti középkonzolon helyezkednek el, Komfort, Basis, Sport és Sport2 csillapítási, illetve közép és felső szintválasztási fokozatokkal. A csillapításszabályozás, a jármű menetdinamikai szabályozórendszerének jelszolgáltatásán kívül, a felépítmény és a kerékjeladók gyorsulásinformációira épül. Így a csillapítóerők meghatározásához a gyorsítás, a fékezés és a kanyarodás biztonsági követelményeit is számításba veszi. A kocsiszekrény a szintállítás két, kézzel állítható fokozatán kívül, adott sebesség elérésekor, automatikusan a középszint alatti alsó szintre süllyed. A Phaeton lengéscsillapítóinak beállítása a kerek és a felépítmény függőleges irányú lengéseivel arányos. Intelligens csillapításszabályozásának 1–1,5 századmásodperces beavatkozási időigénye módot ad a felépítménylengések Skyhook-elvű csillapítására. Olyan hatékony lengésvezérlő-beavatkozással, hogy utasai úgy érzik, mintha

Forgó nyomókapcsoló
Csillapítást módosító nyomógomb
Fokozatváltó kar
Szintbeállítást módosító nyomógomb



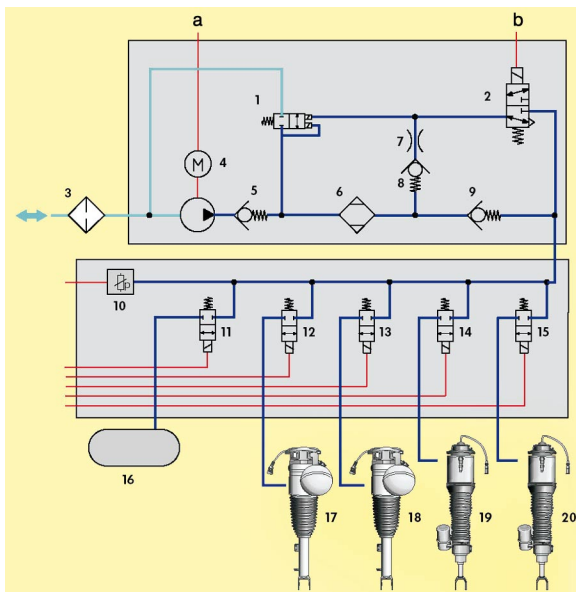
A VW Phaeton rugózásának kezelőszervei és beállítási fokozatai. Középszint (a). Felső szint (b). Komfort (c) és Sport2 fokozatban (d)

a kocsiszekrény, az útegyenetlenség ellenére, az út fölött, égi kampóra (Skyhook) függesztve lengne. A Phaeton légrugóelemeiben uralkodó belső nyomás változtatásával, a rugó tartóereje a terhelési állapothoz igazítható. A különböző terhelésekhez hangolt belső nyomásokkal különböző működési jellegű rugóállandók hozhatók létre. A rugóállandók értéke a jármű össz tömegével arányos. Az utazások során azonban azt tartjuk kényelmesnek, ha a felépítmény frekvenciája közel állandó értéken marad.

Szintszabályozás

A Phaeton légrugói külső vezetésű felső házrészéből, gördülő membránból, az alsó házrész képező dugattyúból, kiegészítő légtárolóból, és az egészbe integrált lengéscsillapítóból állnak. A jármű rugóelemre jutó terhelését speciális, többrétegű, nagy értékű, poliamidszálakból szőtt szövetvázal erősített, rugalmas gördülő membrán hordozza. Ez veszi fel a rugóelemre ható külső erőket. A légzáró elem szerepét a rugóelem belső rétege tölti be. Az egyes rétegek megfelelő megválasztásával kedvező gördülő tulajdonságok és kellőképp érzékeny rugóelem hozható létre.

A Phaeton légrugói vezetés nélküli légrugók, hiszen a rugóelemre ható



A Phaeton légrugórendszerének felépítése. 1. Pneumatikus lefúvószelep. 2. Elektromos lefúvószelep. 3. Hangtompító/szűrő. 4. Légszűrő. 5. Első visszacsapó szelep. 6. Légszárító. 7. Kalibrált fojtású lefúvószelep. 8. Harmadik visszacsapó szelep. 9. Második visszacsapó szelep. 10. Nyomásadó. 11. A nyomástároló szelepe. 12. A BH rugóstag légszelepe. 13. A JH rugóstag légszelepe. 14. A BE rugóstag légszelepe. 15. A BE rugóstag légszelepe. 16. Nyomástároló. 17. BH rugóstag. 18. JH rugóstag. 19. BE rugóstag. 20. JE rugóstag. a. Kompresszorrelé. b. Szintszabályozó

kerületi erőket felvevő külső fémhüvely hiányzik. A légrugóelemek a -35 és $+90$ °C-os hőmérséklet-tartományban, külső befolyásoktól mentesen működnek. A szintszabályozáshoz szükséges légellátást a motor által hajtott légkompresszor végzi. A négy szintérzékelő megegyező felépítésű, csupán rögzítésmódjuk és csuklórúdjaik mozgása az, amelyik oldalanként és tengelyenként különbözik. A bal és a jobb oldali jeladók forgattyúkarjai ellentétes mozgásúak, emiatt jelszorgáltatásaik is ellentétes előjelűek. Az emelkedő szintállítást a hátsó híd megemeléseével, a süllyesztő szintállítást az első híd lesüllyesztésével kezdődik.

Emelő használata

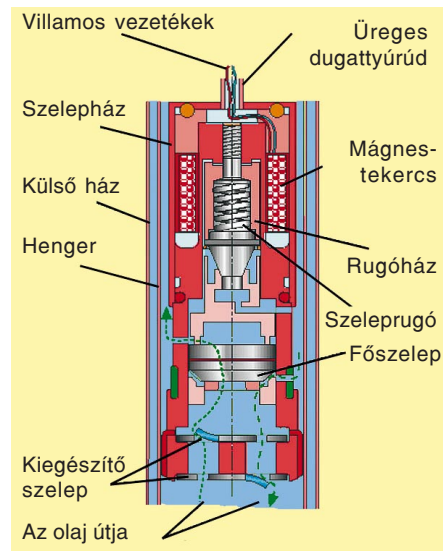
Ha a Phaetont a kocsiszekrényénél fogva kell megemelni, a légrugórendszer vezérlőegysége az emelési állapot felismeréséig a légrugóelemekben lévő levegő leürítésébe kezd. Hasonlóképp, mint amikor a

kocsiszekrény pillanatnyi magasságát túl magasnak érzékeli. Az emelési lefúvás miatt túl alacsonyra süllyedt jármű, a motor (és a vele együttműködő kompresszor) rövid ideig tartó járatásával, újból alaphelyzetbe emelhető. A szintállítást a középkonzol nyomógombjával kezdeményezhető. A szintfokozat az e fölötti kijelzőn ellenőrizhető, és az alatta lévő fogatógombbal választható ki. A szintérzékelők a tengelyhossztartókon és az első lengőkarokon foglalnak helyet. A légrugózás maximális 16 bar légnyomású tápkezelőjének előállításáról motor hajtotta kompresszor gondoskodik. A kompresszor a szükséges levegő mennyiségét már 35 km/h-s tempó elérésekor szállítja. A sűrített levegőt 5 literes befogadóképességű központi nyomástároló tárolja. Ez látja el legalább 3 bar nyomású tápkezelővel az első légrugóelemek 0,4, és a hátsók 1,2 literes tartályait. A rugóelemek fölötti levegőmennyiségéről légrugónként egy lefúvó mágnes szelep gondoskodik. A szükséges légnyomás üzemiállapotnak megfelelő növelését vagy csökkentését a légrugórendszer elektronikája vezérli. A nyomástárolókat feltöltő kompresszor be- és kikapcsolása független a szintállítást vezérlésétől. A kocsiszekrény automatikus szintállítása a 80 és 100 km/h-s határok elérését követően 1, a 120–140-es határok között fél, és a 180-as tempó elérésekor azzal egyidejűleg megy végbe.

kocsiszekrény pillanatnyi magasságát túl magasnak érzékeli. Az emelési lefúvás miatt túl alacsonyra süllyedt jármű, a motor (és a vele együttműködő kompresszor) rövid ideig tartó járatásával, újból alaphelyzetbe emelhető. A szintállítást a középkonzol nyomógombjával kezdeményezhető. A szintfokozat az e fölötti kijelzőn ellenőrizhető, és az alatta lévő fogatógombbal választható ki. A szintérzékelők a tengelyhossztartókon és az első lengőkarokon foglalnak helyet.

A légrugózás maximális 16 bar légnyomású tápkezelőjének előállításáról motor hajtotta kompresszor gondoskodik. A kompresszor a szükséges levegő mennyiségét már 35 km/h-s tempó elérésekor szállítja. A sűrített levegőt 5 literes befogadóképességű központi nyomástároló tárolja. Ez látja el legalább 3 bar nyomású tápkezelővel az első légrugóelemek 0,4, és a hátsók 1,2 literes tartályait.

A rugóelemek fölötti levegőmennyiségéről légrugónként egy lefúvó mágnes szelep gondoskodik. A szükséges légnyomás üzemiállapotnak megfelelő növelését vagy csökkentését a légrugórendszer elektronikája vezérli. A nyomástárolókat feltöltő kompresszor be- és kikapcsolása független a szintállítást vezérlésétől. A kocsiszekrény automatikus szintállítása a 80 és 100 km/h-s határok elérését követően 1, a 120–140-es határok között fél, és a 180-as tempó elérésekor azzal egyidejűleg megy végbe.

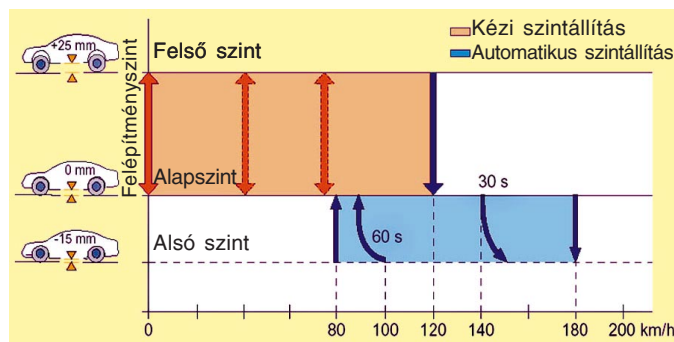


A Phaeton folyamatosan állítható fojtású lengéscsillapítójának metszete

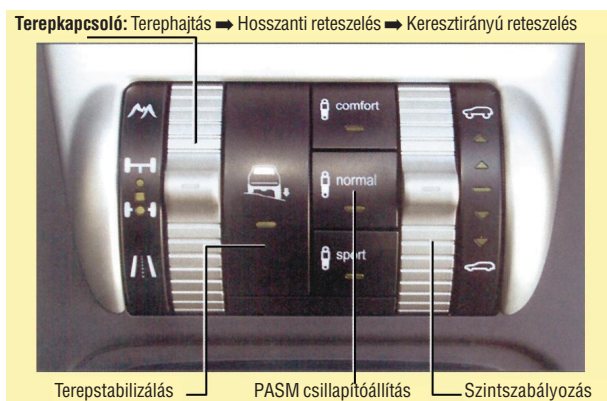
Különleges üzemiállapotok

A szintszabályozó különleges üzemiállapotai közül az emelő használata, a szükség üzemiállapot és az öndiagnosztika érdemel figyelmet. A nem kívánt lefúvások a szintszabályozó kikapcsolásával kiküszöbölhetők. Ehhez elegendő a gyújtás kikapcsolása, amit követően a légrugók vezérlőegysége még egy percig aktív marad, és elegendő nyomás tud kialakulni a nyomástároló feltöltéséhez vagy ürítéséhez.

A légrugós jármű emelése. A légrugós gépkocsik a kocsiszekrény statikus szintnövekedésére a rugóelemekben lévő levegő lefúvásával reagálnak akkor is, ha a szintnövekedést a **kocsiszekrény** emelővel végzett megemelése hozza létre. Ilyenkor, a



A Phaeton kézi és automatikus szintállítása a haladási sebesség függvényében



A Porsche Cayenne hajtás-, csillapítás- és szintállításának kezelőszervei

névleges szint eléréséig (amikor is a léglefúvás befejeződik) a felépítmény is leereszkedik.

A rugóelemek légtartalmának a működésükhöz szükségesnél kisebb térfogatra csökkenését a légrugózás elektronikája, a vezérlés, emelő üzemmódra kapcsolásával akadályozza meg.

Az emelő üzemmódra váltás feltétele, hogy a szintjeladóktól, a rugóelemekben lévő levegő lefúvását követően, adott idő elteltével sem érkezik magasságcsökkenésre utaló jel. Ekkor a vezérlés leállítja a rugóelemekben lévő levegő lefúvását, aminek hatására a beérkező jelek kiértékelésének letiltása miatt, a szintszabályozás is megszakad.

A légrugós gépkocsi padlószintre engedését követően, az emelő üzemmód kikapcsolásához szükséges idő elteltéig, a járműfar, a járműornál nagyobb mértékű lesüllyedése nem

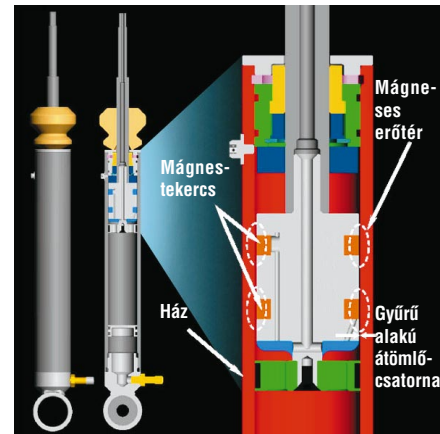
vagy a vezérlőegység meghibásodása esetén, a vezérlőegység automatikusan szükség üzemmódra vált. Ennek bekapcsolása automatikusan letiltja a szabályozási folyamatokat és aktiválja a hibatárolót. Egyidejűleg a műszerfalán „Szinthiba”, vagy „Csillapításhiba” felirat jelzi a javításra kijelölt szakműhely felkeresésének szükségességét.

Öndiagnosztika. A szintszabályozás kódjele: 34. A légrugózás a VW-konzern vevőszolgálati hálózatában rendszeresített VAS 5051-es és a VAS 5052-es készülékekkel diagnosztizálható. Ugyanezekkel a készülékekkel állítható be a jármű szintszabályozási alaphelyzete is, amit a vezérlőegység vagy a sűrített levegő ellátó egység cseréje tesz szükségessé. A szintszabályozási alaphelyzet ismételt beállítási folyamatát programozott hibakeresés alapbeállítási utasításai tartalmazzák.

MR folyadékú lengéscsillapítók

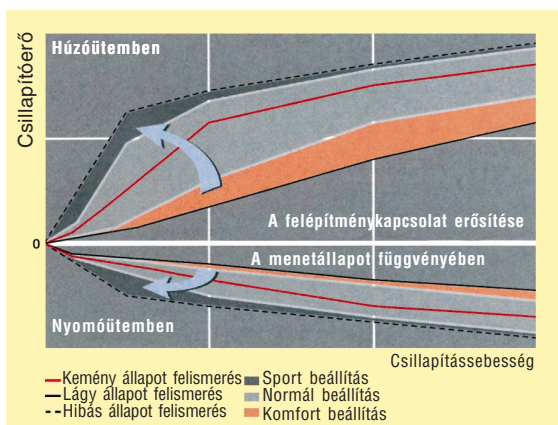
A mágneses reológiai (MR) folyadékkal működő lengéscsillapítók használatát nagy működési sebességük, széles tartományú vezérelhetőségük és szerkezeti egyszerűségük tünteti ki. A velük szembeni bizalmatlanságot ritka folyadékuk, az utántölthetőség megoldatlansága és a szélsőséges igénybevétellel csökkenő élettartamuk táplálja. Az MR-folyadékok nem newtoni, plasztikus folyadékok. Olyan anyagok,

amelyekben a nyírófeszültség és az áramlási sebesség ugyan egyenesen arányos a folyadék dinamikus viszkozitásával, bennük azonban az áramlás (folyás) beindításához véges nyírófeszültséget kell leküzdeni. Polimer oldatok, melyeknek folyási tulajdonságai mágneses térrel változtathatók. Szintetikus szénhidrogén (egyszerűbben szólva) szilikonolaj alapanyaguk 1–10 mikrométer elemi átmérőjű, egyenletesen eloszlott, 20–60 térfogat-százaléknyi lágy mágnesen részecskéket tartalmaz. Mivel ezek a parányi részecskék nagymértékben kötődnek a folyadékmolekulákhoz, a részecskék elmozdulása a teljes folyadék elmozdulását jelenti. A folya-

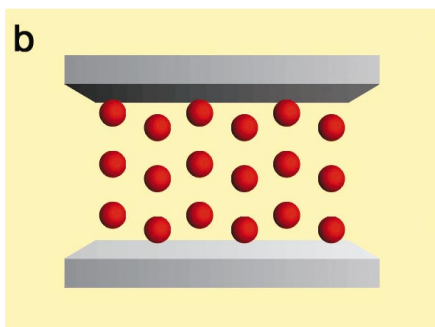
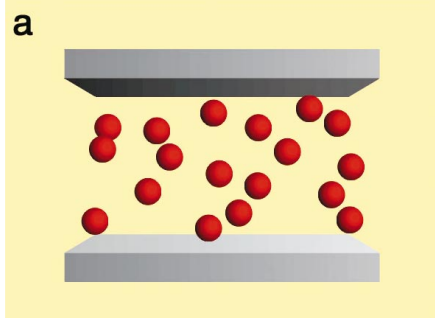


A mágneses úton vezérelhető folyadékú lengéscsillapító felépítése (a) és vezérlő szeleprendszere (b)

dék mozgása és adott helyen tartása külső mágneses térrel irányítható. A fékező hatás nagysága és időtartama megfelelő elektronikával szabályozható, s így kiválóan szabályozható fékezőerő-biztosító lengéscsillapítók számára. Ráadásul gyorsan, mert a lengéscsillapító mágnesetekercsének villamos árammal végzett felmágnesezése ezerszer gyorsabb a szelepeken áthaladó folyadékáramlásnál, az MR-folyadék



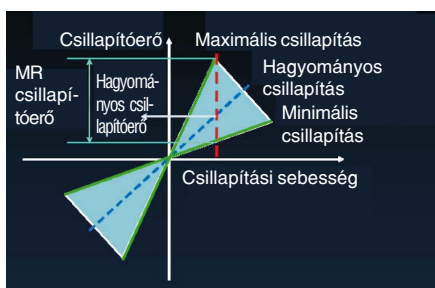
A Cayenne, PASM-rendszerű csillapítóerő-állításának fokozatai



Az MR-folyadék mágnesezhető molekuláinak mozgása, mágnesezetlen (a) és felmágnesezett állapotban (b)

pedig egy ezredmásodpercen belül képes megváltoztatni áramlási ellenállását. Mivel a velük megtöltött Magnetic Ride Control elnevezésű lengéscsillapítók ötször gyorsabbak csillapítóolajjal működő társaiknál, kiválóan alkalmasak Skyhook-rendszerű csillapításszabályozásra.

Hasonló rendszerű csillapítókat már a '70-es évek elején kipróbáltak. Sorozatgyártásra mégis csak a 2002-es Cadillac Seville STS-en kerültek.



A hagyományos és az MR-folyadékú lengéscsillapító maximális csillapítóerejének összehasonlítása

Az MR-folyadékú lengéscsillapítók előnyei a következőkben foglalhatók össze:

1. Maximális csillapítóerejük meghaladja csillapítóolajos társaikét. Ezért a velük felszerelt gépkocsik úttartása is kedvezőbb azokénál.
2. Használatuk esetén a hagyományosakénál kisebb minimális csillapítóerő is elegendő az útegyenetlenségek leküzdésére, ezért a velük felszerelt gépkocsik kényelmi tulajdonságai is kedvezőbbek.
3. Előbbi tulajdonságaik miatt valós idejű csillapításszabályozásra is alkalmasabbak elődeiknél. Az előbbi előnyei erőteljesebb üzleti fogadtatást helyeznek kilátásba az eddig elértéknél. Mindennek az a magyarázata, hogy az autógyárak a szokásosnál és más felhasználóknál is óvatosabbak velük szemben. Sorozatunk befejező részét néhány új keletű stabilizátor bemutatásával zárjuk.

petjan