

# Korszerű rugózás és lengéscsillapítás

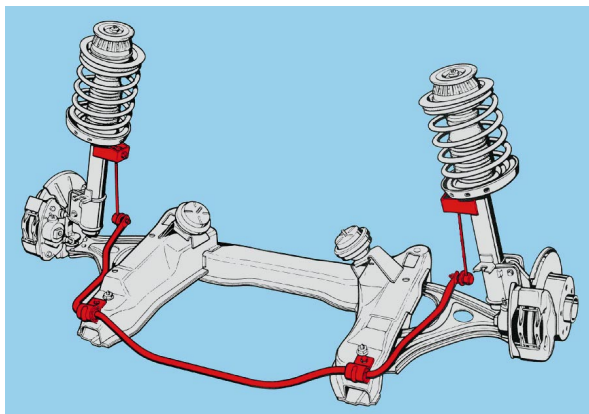
A vásárlók kegyeiért folytatott fejlesztési verseny a kocsiszekrénydőlés-csökkentő stabilizátorokat sem hagyja érintetlenül. Az oldaldőlést rosszul tűrő utasok ugyanis a kocsiszekrény dőlésstabilizálásának a javításával mindennél könnyebben meggyőzhetőek. Leginkább akkor, ha a kényelem olyan kis ráfordítással befolyásolható, mint a stabilizátorok működésbefolyásolása esetében.

A lengéskényelem, illetőleg annak hiánya, főképp érzékeny gyomrú embertársainknak érték. Különösen akkor, ha erre őket a terepkocsikázás „felkavaró élménye” figyelmezteti. Ilyen járművön a zsigeri inzultus akkor kerülhető el, ha a dőlésstabilizátorok csak olyan pillanatban, és addig fejtik ki hatásukat, ameddig az szükséges. Egy ezredmásodperccel sem korábban vagy később.

## Passzív stabilizátorok

Független kerékfelfüggesztésű gépkocsikon a jármű alsó lengőkarjait rendszerint gumiperselyekkel, és/vagy szemescsavarokkal rögzített, passzív stabilizátor kapcsolja a járművázhoz, illetőleg a lengőkarokhoz. Passzív,

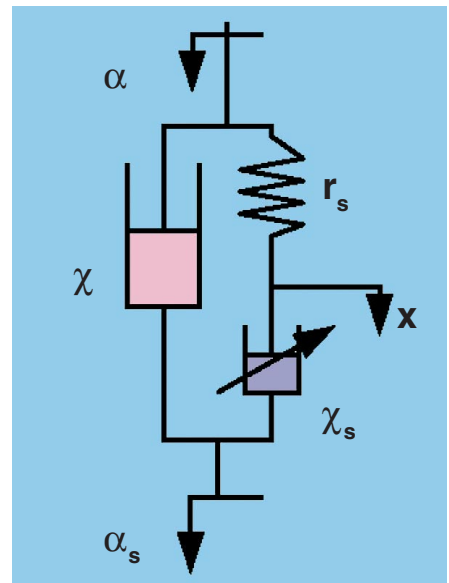
mert mozgásstabilizálásuk külső energiaközlés nélkül megy végbe. A passzív stabilizátorok használata jó fél évszázados. A torziós rúd stabilizátorok egyszerű tömör vagy üreges szelvényű rugalmas elemek, amelyeket eleinte első tengelyeken, ma azonban a független felfüggesztésű hátsó tengelyeken is alkalmaznak. Azért, hogy ívmenetben a felépítmény kanyarkülső ív felé dőlését a kanyarbel-ső rugó összenyomással szemben kifejtett ellenállása és a rúd torziós merevsége csökkentse. A túloldali lengőkarhoz rögzített torziós rúd elcsavarodása az előzőével ellentétes irányú elmozdulást hoz létre, amely a stabilizátor nélküli független kerékfelfüggesztéshez képest mérsékli a felépítmény kanyarkülső irányú dőlését.



McPherson-rendszerű elsőkerék-felfüggesztés, passzív dőlésstabilizátorral

A stabilizátor működése addig biztonságos, amíg a kanyarodó járműre ható súly- és centrifugális erő eredőjének dőléspontja a kanyarkülső ív felé tolódik ugyan, de nem lép ki az alátámasztási sokszögből. Noha így a jármű a kanyar külső íve felé billen, egyensúlyi helyzete mégis stabil marad.

Jó tudni, hogy a stabilizátorral összekapcsolt, egyenesen haladó, független kerékfelfüg-



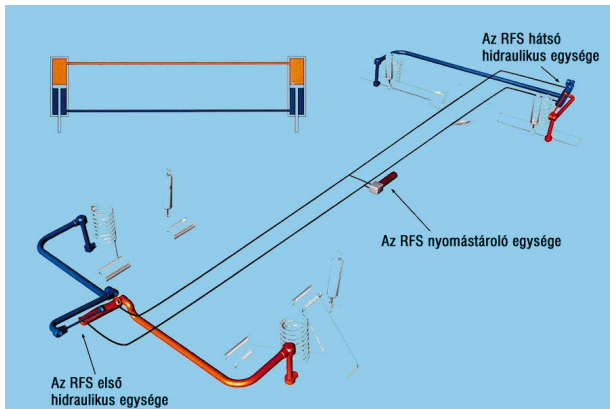
A stabilizátor helyettesítő vázlata.  $\alpha$  = a kocsiszekrény dőlésszöge;  $c$  = a kocsiszekrény csillapítási tényezője;  $x$  = a kocsiszekrény vertikális elmozdulása;  $\chi_s$  = a stabilizátor csillapítási tényezője;  $r_s$  = a stabilizátor torziós rugóállandója;  $\alpha_s$  = a stabilizátor elcsavarodásának szöge

gesztésű jármű egyik kerekének útakadályra futása, a sima út irányában, felépítménydőlést okoz. A dőlés mértéke a stabilizátor torziós merevségével arányos.

A felépítménydőlés két okból jelentős.

1. A lassú akadályvétel lengéskényelem-csökkenést; 2. A nagy sebességű akadályvétel kerékáthalperő-csökkenést okoz, ami a kerék útfelülethez való tapadását veszélyezteti. Az útakadályra futó keréken annak kipörgését, a kormányzott keréken annak kormányozhatatlanságát, a hajtott és kormányzott keréken pedig annak kipörgését és kormányozhatatlanságát kockáztathatja.

A kocsiszekrény, kerekekkel szemben fennálló, nagy tehetetlenségi nyomaték különbsége miatt, a jármű stabilitása nem romlik. A közepesenél nagyobb torziós stabilizátormerevségű jármű-

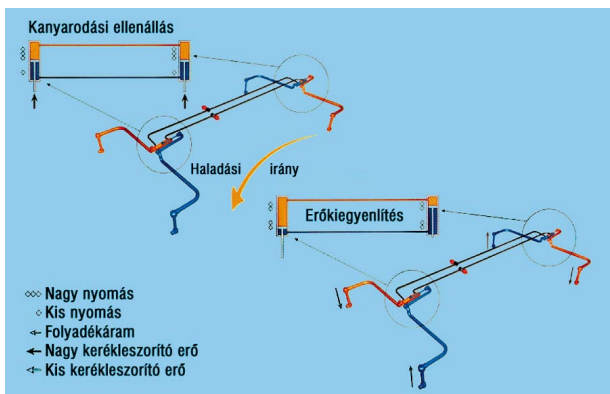


A Kinetic RFS stabilizátor a levegőbe emelkedő járművek hidraulikus nyomáskiegyenlítésen alapuló stabilizálásával szerez biztos útfogást és versenysikereket

vön, a torziós merevséggel arányosan romlik a jármű stabilitása. Az előbbieken alapján világos, hogy olyan stabilizátorvezérlés biztonságos, amelyik csak ívmenetben működik, és ez a működés egyenetlen úton és terepen: kikapcsolható.

## RFS

A vezérelt működésű stabilizátorok között, az ausztrál Kinetic cég Ellentétes Működésű Stabilizáló Rendszernek fordítható (Reverse Function Stabiliser System), RFS rövidítésű, passzív stabilizátora, szerkezeti egyszerűsége és megbízhatósága miatt a ralikrossz, a rali és a terepjáró gépkocsik kedvelt dőlésstabilizátorává vált. Az RFS ugyanis mindössze két, kettős működésű, ellentétes működési fázisban, átlósan összekötött, zárt hidraulikahengerből és abban mozgó



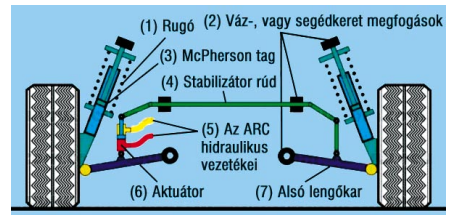
Az RFS a kocsiszekerényt kanyarban kibillentő centrifugális erővel szemben, hidraulikus nyomással fejt ki billenést kiegyenlítő ellenerőt

dugattyúból áll. Az RFS a jármű kettő vágott csőszelvényű első és hátsó stabilizátorkereteinek működését vezérlő hidraulikahengereket méretezett átmérőjű, hidraulikus csővezetékkel kapcsolja egybe.

Az elrendezés szabad elmozdulást tesz lehetővé a jármű mindegyik, független felfüggesztésű kereke számára. A járművek oldaldőlését viszont korlátozza.

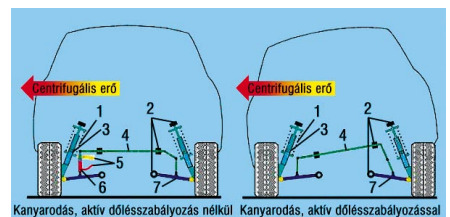
A hagyományos kerékfelfüggesztésű rendszerek lengésalkalmasságát a rugózás (a kerék-útelhagyás és lengéskényelem), a vezethetőség (dőlésmerevség) és a kerékterhelés-változás kompromisszuma adja, a közúti és közúton kívüli lengésviselkedés, továbbá a dőlés és a liftezés hatásainak szétválasztása nélkül. A Kinetic RFS felfüggesztése úgy mérsékli a kerékterhelés-változást és növeli a dőlésmerevséget, hogy szétválasztja a dőlés- és liftezés-csillapítást. Előnye, hogy a működési jellemzők egyedileg is módosíthatók. Mindemellát a járműfelépítmény szintállítására, és magasabb szintű aktív vagy félig aktív fejlesztőelemek befogadására is alkalmas.

A Kinetic két, egymáshoz viszonyítva elfordítható torziós rúdfelekből álló stabilizátorra épül, amelyek elfordulását folyadékkal töltött munkahengerben lévő dugattyú hidraulikus ellenállása korlátozza. A torziós rúdfelek a hidraulikus munkahengerű zárt működési állapotban egybekapcsolódnak, közös stabilizátorként működnek. Úgy, hogy a kanyarodáskori dőléscsökkentés érdekében közös torziós nyomaték hat. Hidraulikusan nyitott állapotban viszont, a torziós rúdfelek egymáshoz viszonyít-



A TRW Active Roll Control (ARC) elnevezésű, aktív billenésstabilizátor felépítése

va szabadon elfordulnak, és nem visznek át torziós nyomatékokat. Azt, hogy a hidraulikus munkahenger az aktuális igényeknek megfelelően nyíljon-e vagy zárjon, az RFS a jármű első és hátsó stabilizátor munkahengereinek átlós összekapcsolása szabja meg, ami a vezérelt működésű dőlésstabilizálás legegyszerűbb megoldásának tekinthető. Az RFS abban különbözik vezérlés nélküli társaitól, hogy az átlós kapcsolat miatt, egyenes menetben, útakadályra futáskor nem visz át torziós nyomatékokat az azonos tengelyen lévő kerekek között. Így a nagy

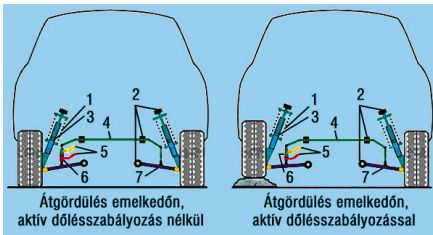


Az ARC működése kanyarban

sebességű akadályvétel sem okozhat tapadást veszélyeztető keréktralperő-csökkenést.

Az azonos tengelyen lévő kerekek között csak kanyarodáskor lép fel dőlésstabilizáló csavaró nyomaték, amikor a stabilizátor rúdfelei közös rúddá kapcsolódnak. Mivel az RFS csak ívmenetben működik, egyenetlen úton és terepen viszont az átlós összekötése miatt kikapcsolja a kényelmet csökkentő dőlésvezérlést, az RFS a ma ismert legegyszerűbb és leghatékonyabb passzív működésvezérlésű stabilizátornak mondható. Ez magyarázza használatának rali- és terepjárműveken mutatkozó közkedveltségét.

A dőlésszabályozás pillanatnyi stabilizálási igényekhez illesztése csak nagy beavatkozási sebességű stabilizátorral valósítható meg. Ilyen



Az ARC működése egyenesben, útakadályra futó kerék esetén

megoldást képvisel a BMW Dynamic Drive (DD) elnevezésű, aktív dőlésszabályozó rendszere, amelyet a bajor cég az új 7-es sorozatú járművein alkalmaz.

### A félaktív stabilizálás

Félig aktív stabilizátorok használata szintén a félbevágott stabilizátor két félrészének adott időben végzett egybekapcsolásán alapul, azzal a különbséggel, hogy a kívánt állapot módosítását külső energia végzi. Úgy, hogy a stabilizátorfelek megfogás nélküli állapotban nem fejtenek ki felépítmény-visszaállító nyomatékokot. Reteszelve azonban a stabilizátor felépítménydőléssel megegyező szöggel elcsavarodnak. Mindaddig, amíg a felépítménydőlés szöge meg nem egyezik a stabilizátor elcsavarodásának szögével:  $\alpha_{stab} = \chi$ . (A járművázhoz viszonyított, oldalanként eltérő járműkerékmozgás ugyanis a nyugalmi helyzetéből kibillentí a felépítményt.)

Hasonló elven alapul a TRW Active Roll Control (ARC) elnevezésű dőlésvezérlő rendszere, amelynek felépítését és működését ábráink szemléltetik.

A dőléselemzések eredményei azt mutatják, hogy a veszélytelen, lassú oldalgyorsulás-felépülés következményei jelentősen különböznek a stabilitás szempontjából kedvezőtlen, gyors oldalgyorsulás növekedésétől. Ezért a fejlesztők az oldalgyorsulás küszöbblépcsőként való használatát ésszerűbbnek ítélték a működésvezérlés hosszú késleltetésen alapuló stratégiájánál.

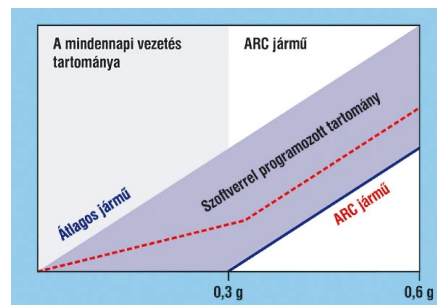
A felépítménydőlés vezérlése a személygépkocsikénál magasabb felépítményű, billenésre hajlamos haszonjárműveken fokozott jelentőségű. Ezért ezeken az oldalgyorsulás várható értékét a járműtengelytávolság

és a haladási sebességének hányadosával szabják meg, amelynek értéke 80 km/h-s haladási sebesség esetén 0,65 s-ig is nőhet.

Az ilyen vezérlést megvalósító rendszereknek komoly vetélytársai a felépítménydőlést egyedi kerékfékezéssel vezérlő, elektronikus borulásgátló rendszerek, amelyek náluk pontosabb, gyorsabb és robusztusabb beavatkozásra alkalmasak.

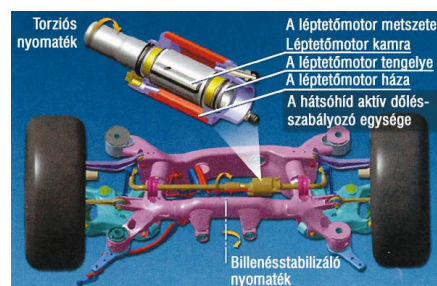
### Dynamic Drive

A dinamikus vezetésnek fordítható DD aktív dőlésszabályozó rendszer, mert dőlésstabilizáló beavatkozását külső energiabevitel hozza létre.

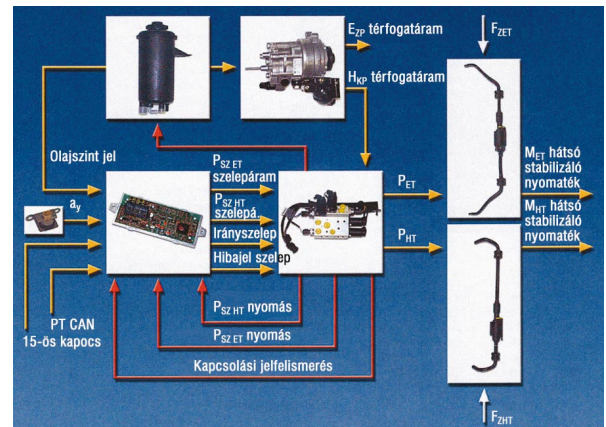


Az ARC és a mindennapi gépkocsik működési tartománya

Ennek megvalósításához a rendszer tengelyenként egy stabilizátoregységet használ, amely beavatkozószervként (aktuátorként) léptetőmotort (más néven lengőmotort) foglal magába. A léptetőmotor olyan kialakítású, hogy a háza a két darabból álló



A BMW Dynamic Drive aktív dőlésszabályozó rendszer felépítése



A Dynamic Drive működési vázlata

stabilizátor egyik stabilizátorfeléhez, a forgó része a stabilizátor másik stabilizátorfeléhez kapcsolódik. A léptetőmotor az általa működtetett stabilizátorfelekkel hármas feladatot lát el. 1. Az úgynevezett aktív nyomással arányos torziós nyomatékokot hoz létre a stabilizátorfelek között. 2. 1 bar-nál kisebb aktív nyomás esetén szétkapcsolja a stabilizátorfeleket. 3. A DD meghibásodásával járó szükségállapotban egybereteszeli az első tengely stabilizátorfeleit (eltekintve attól, ha ezt a DD-rendszer olajvesztése nem teszi lehetővé). Ebben az üzemiállapotban az egybekapcsolt stabilizátor torziós merevsége állandó, ám megfelelő csillapítást ad a jármű biztonságos műhelybe szállításához.

A DD elektrohidraulikus működésvezérlésű. Arányos nyomásszabályozó szelepe az első és a hátsó tengely nyomását villamosan vezérelhető, közös egységben végzi. A szelepegyység tengelyenként egy nyomásérzékelőt, kapcsolási fokozatfelismerő érzékelőt, irány szelepet és szükségállapot szelepet foglal magába. A DD villamos működésvezérlését CAN-kommunikáló elektronikus vezérlőegység végzi. Az öndiagnosztizáló elektronikus vezérlőegység valamennyi csatlakozója polaritásvédett kivitelű, ami fordított polaritású vezetékcsatlakoztatás esetén is lehetővé teszi a rendszer működésvezérlését.

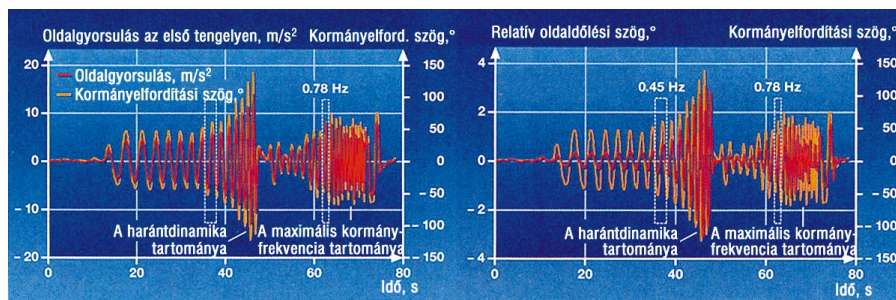
A DD működésének alapjele az oldalgyorsulás, amin túlmenően a vezérlőegység a CAN-hálózatból a jármű hossz- és harántdinamikáját is értékeli. Ezekből számítja a nyomás-



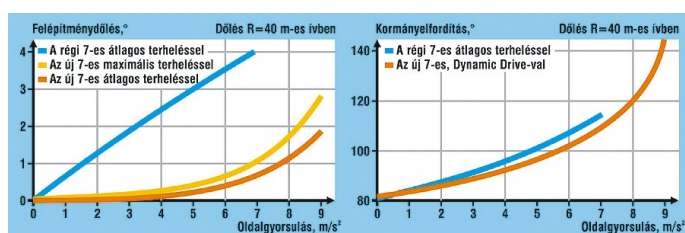
szabályozó szelepegység szelepáramait, és állítja be a dőléskompenzációhoz szükséges forgásirányt, illetőleg az első és a hátsó stabilizátor dőlésmódosító torziós (ellen)nyomatékát.

A vezérlőegység az első tengelyen mindig nagyobb aktív alapnyomatékot állít be a hátsóénál, ami módot ad a túlvezérlés logikai alapon való kizárására.

A rendszer a jármű kormány szervójával közös olajtartályt és olajhűtőt használ. Energiaellátásáról azonban



A Dynamic Drive hatása a kormánylengésekre (a bal oldalon) és a kocsiszekrény dőlésére (a jobb oldalon)



A Dynamic Drive dőléscsökkenést (balról) és saját kormányzottsgót javító hatása (jobbról), a régi és új BMW 7-esek példája nyomán

különálló, motorhajtású ikerszivattyú gondoskodik. A DD működésvezérlése a beavatkozás gyorsaságának küszöbét 8 Hz-es frekvenciahatárnál szabta meg, ami a

lengéskényelemnek tett engedmények nélkül, kielégítően gyors beavatkozásra ad lehetőséget. Mind a kocsiszekrénydőlés, mind a saját kormányzás befolyásolásában.

Ha a DD bonyolult működésvezérlését összehasonlítjuk az RFS egyszerűségével, magunk is eldönthetjük, hogy a kényelmi áldozat arányos-e az óriási ráfordításkülönbség hozadékával.

petjan